

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» (ПГУ)

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Сборник статей по материалам
VII Всероссийской межвузовской
научно-практической конференции

г. Пенза, 18 марта 2020 г.

Под редакцией Л. Р. Фионовой

Пенза • Издательство ПГУ • 2020

- Информационные технологии в науке и образовании.**
И74 **Проблемы и перспективы** : сб. ст. по материалам VII Всерос. межвуз. науч.-практ. конф. (г. Пенза, 18 марта 2020 г.) / под ред. Л. Р. Фионовой. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2020. – 426 с.

ISBN 978-5-907262-67-6

Материалы конференции посвящены теоретическим и практическим вопросам информационных технологий в науке и образовании. Рассмотрены основные проблемы и перспективы развития информационных компьютерных технологий в системах электронного документооборота; вычислительных системах, сетях и комплексах; современных информационно-коммуникационных технологиях; аналитических и численных методах моделирования; информационной безопасности систем и технологий; приборостроении, электронике и энергетике; машиностроении и транспорте.

Издание подготовлено и опубликовано при содействии Федеральной целевой программы «Исследования и разработки научно-технологического комплекса России на 2014–2020 гг.». Предназначено для широкого круга читателей, интересующихся развитием информационных технологий и вычислительной техники в науке и образовании.

УДК 004+001+37

Издание включено в Российский индекс научного цитирования
(РИНЦ) – elibrary.ru

ПРИКАЗ
о проведении Всероссийской межвузовской научно-практической конференции
«Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы»
№ 1268/о от 27.11.2019

ISBN 978-5-907262-67-6

© Пензенский государственный
университет, 2020

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ, СЕТИ И КОМПЛЕКСЫ

УДК 004.414.22

В. Е. Азаров, О. С. Дорофеева

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

РАЗРАБОТКА БАЗОВОГО ОТЛАДЧИКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ WINDOWS

Аннотация. Рассмотрены основные особенности написания трассировщика программ операционной системы Windows. Приведены основные фрагменты кода программы-трассировщика.

Основной проблемой при написании трассировщика кода является то, что существует зависимость от системы, под которую он пишется. То есть трассировщик, написанный для систем Linux, будет отличаться от отладчика, написанного для Windows. Дело в том, что трассировщик должен обратиться к определенному работающему процессу отлаживаемой программы или же сам создать этот процесс. При этом разные системы дают разные права на взаимодействие с процессами и разные инструменты. Именно поэтому в данной статье приведено описание процесса написания отладчика именно для конкретной операционной системы, а не в общем для всех.

Для написания приложений для Windows можно использовать различные фреймворки, однако наибольшую гибкость дает фреймворк предоставляемый Microsoft еще с первых версий Windows – WinAPI. Именно описание взаимодействия с ним и будет производиться. WinAPI дает в целом достаточно большие возможности для взаимодействия с системой, для рисования окон, работы с процессами. И пусть первое для данной задачи не так важно, но второе является критичным. В дополнение к этому в Windows есть стандартные заготовки для построения работы отладчика, такие как различные сигналы и режимы работы. Собственно, они присутствуют и в WinAPI, они и будут описаны.

Основой WinAPI являются сообщения. Это, по сути своей, события, попадающие в цикл сообщения либо в результате работы системы, либо из-за действий пользователя. Например, существует кнопка, очищающая часть экрана, при этом и часть экрана, и кнопка находятся в разных дочерних окнах. После нажатия на кнопку приходит сигнал WM_COMMAND. По нужному id кнопки можно задать отправку сообщения очищаемому окну о, собственно, очистке. В целом, система сигналов не меняется и в данном случае, только посылаются здесь не сигнал о рисовании или нажатии на кнопку, а специфичные, сигналы работы отладчика.

Однако прежде стоит рассказать о цикле отладчика. Работает он с функцией WaitForDebugEvent, принимающей 2 параметра структуру DEBUG_EVENT, описывающую информацию о событиях отладчика, и DWORD, время ожидания события [1]. Ниже приведена основа цикла отладчика.

```

DEBUG_EVENT debug_event = {0};
for(;;) {
    if (!WaitForDebugEvent(&debug_event, INFINITE))
        return;
    ProcessDebugEvent(&debug_event);
    ContinueDebugEvent(debug_event.dwProcessId,
        debug_event.dwThreadId,
        DBG_CONTINUE);
}

```

Константа INFINITE, переданная в качестве второго параметра, указывает на то, что цикл будет выполняться до первого события отладчика или же бесконечно. Функция же ProcessDebugEvent является пользовательской так как обработка всех, или некоторых, событий, очевидно, меняет свою реализацию относительно стандартной.

Всего существует 9 событий отладки: CREATE_PROCESS_DEBUG_EVENT, CREATE_THREAD_DEBUG_EVENT, EXCEPTION_DEBUG_EVENT, EXIT_PROCESS_DEBUG_EVENT, EXIT_THREAD_DEBUG_EVENT, LOAD_DLL_DEBUG_EVENT, OUTPUT_DEBUG_STRING_EVENT, RIP_EVENT, UNLOAD_DLL_DEBUG_EVENT [2]. Также и структура DEBUG_EVENT содержит в себе union из 9 полей, соответствующих одному из событий каждое. Если происходит какое-либо событие, соответствующее поле в структуре заполняется. Однако, ради краткости изложения будут рассмотрены лишь основные и не самые очевидные события, а именно: действия при создании процесса отладчика и отлов исключений. Второе особенно важно, так как именно в этот момент и происходит взаимодействие с точками останова, что является по сути основной работой отладчика. Другими же исключительными ситуациями могут быть попытка доступа в недоступную область памяти, попытка деления на ноль и так далее [3].

Вызывается CREATE_PROCESS_DEBUG_EVENT первым и в целом может быть использован как минимум для получения пути ехе файла, с которым происходит работа. Собственно, именно из-за этой задачи данное событие и включено сюда, так как получение пути является отнюдь не самой очевидной задачей. Для начала из структуры DEBUG_EVENT нужно взять информацию о процессе, из нее же hFile, имеющий тип HANDLE, который по сути своей, хранит информацию о файле [3]. Но напрямую ее получить невозможно, так как существует защита. Для решения этой проблемы можно воспользоваться функциями маппинга, но не для считывания большого файла, а для парсинга пути и использования его в дальнейшем. То есть по сути функции MapViewOfFile(...) для создания «вида» файла, а затем GetMappedFileName(...) для дальнейшего парсинга.

Далее стоит рассмотреть сообщение EXCEPTION_DEBUG_EVENT. О предназначении его уже было сказано выше, поэтому просто приведем минимальную реализацию обработки данного сообщения с кратким объяснением.

```

case EXCEPTION_BREAKPOINT:
    bpAddress=((FlyUI64)
(DebugEvent->u.Exception.ExceptionRecord.ExceptionAddress));
    if (IsBpxEnabled(bpAddress)) {
        TriggerBpxCallback(bpAddress);
        dwContinueStatus = DBG_EXCEPTION_HANDLED;
        break;
    }
    std::cout << "OutDbgMsg: [EXCEPTION_BREAKPOINT]" << std::endl;
    dwContinueStatus = DBG_EXCEPTION_NOT_HANDLED;
    break;

```


В данном случае используется самописный класс FlyUI64, однако для объяснения общих концепций и производимых действий его реализация не так важна. Сначала производится попытка получить адрес точки останова. Делается это с помощью поля ExceptionAddress. Затем проверяется, входит ли данный адрес в сегмент программного кода, если да, то осуществляется обработка данного события. В данном случае вызывается коллбэк функция TriggerBpxCallback с адресом точки останова в качестве параметра. Также указывается, что посланное исключение было обработано с помощью константы WinAPI DBG_EXCEPTION_HANDLED.

Библиографический список

1. Vijayvargiya, A. Writing a basic Windows debugger / A. Vijayvargiya // Codeproject: Интернет-портал. – URL: <https://www.codeproject.com/Articles/43682/Writing-a-basic-Windows-debugger> (дата обращения: 20.11.2019).
2. Yiyang, L. Writing Your Own Windows Debugger – Overview / L. Yiyang // Lyyuna: Интернет-портал. – URL: <http://www.lyyuna.com/2017/04/27/write-a-windows-debugger-01-overview> (дата обращения: 20.11.2019).
3. Microsoft. – URL: <https://docs.microsoft.com> (дата обращения: 20.11.19).

УДК 681.324(30)

И. В. Артемов, М. Н. Коннов, Р. Н. Патунин

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

СЕТЬ ПЕТРИ, МОДЕЛИРУЮЩАЯ РАБОТУ БУФЕРНОЙ ПАМЯТИ КОММУТАТОРА

Аннотация. Рассматриваются вопросы построения имитационной модели буферной памяти коммутаторов Ethernet с использованием аппарата цветных временных иерархических сетей Петри. Модель учитывает динамику процессов записи-чтения буферизируемых данных и позволяет оценивать как вероятностные характеристика вносимой коммутатором задержки кадров, так и размеров очередей.

Важным механизмом службы QoS современных сетей Ethernet является диспетчеризация очередей в буферной памяти коммутаторов, от алгоритмов которой зависят значения задержки и джиттера передаваемых кадров, определяющие возможность передачи в сети трафика реального времени [1].

Оценка эффективности различных алгоритмов диспетчеризации выполнялась их имитационным моделированием в пакете CPN Tools, использующем математический аппарат цветных иерархических временных сетей Петри [2].

В настоящей работе предлагается реализация модели важной компоненты коммутатора – буферной памяти, которая, в отличие от ранее предложенных моделей [3, 4], позволяет учитывать примененные в коммутаторе режимы буферизации продвигаемых кадров [5]:

С промежуточным хранением (*store and forward*) – коммутатор сохраняет весь кадр, а затем, при отсутствии ошибок, посылает в кадр в выбранный порт.

«На лету» (*cut-through*) – коммутатор считывает в кадре только адрес назначения и после продвигает его в порт.

Бесфрагментный (*fragment-free*) – задерживаются первые 64 байта для анализа возможных коллизий и наличие ошибки в длине кадра, далее кадр обрабатывается в режиме «На лету».

Следует отметить, что при занятости порта назначения, в двух последних режима может буферизоваться большая часть кадра, вплоть до его полного сохранения, поэтому эти режимы можно рассматривать как частный случай первого.

Структура Queue сети Петри, моделирующей буфер коммутатора с промежуточным хранением, приведена на рис. 1.

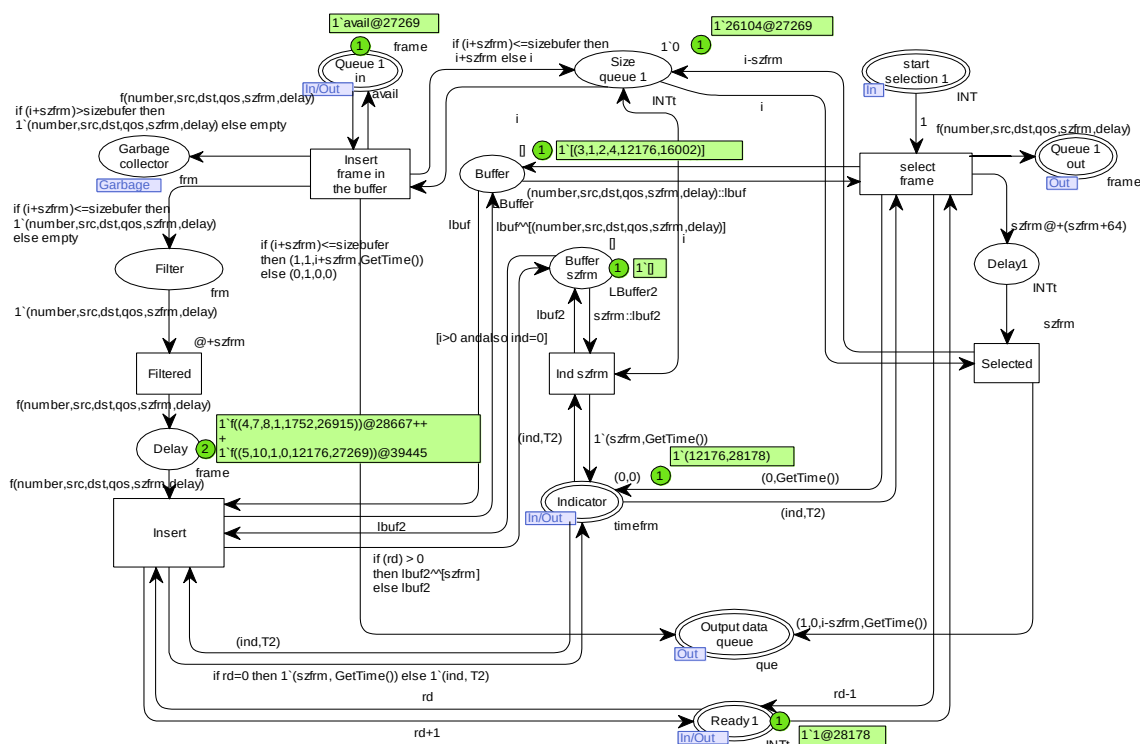


Рис. 1. Сеть Петри, моделирующая буфер коммутатора

Сетевой трафик моделируется последовательностью маркеров, поступающих во входные порты и исходящих из выходных портов. Цвета маркеров образуют кортеж frm полей, соответствующих формату кадров Ethernet 802.1 q/p: адреса источника и приемника, поле тега с информацией о принадлежности определенному уровню приоритета, поле, указывающее на общую длину кадра, а также служебные поля времени прихода и исхода кадров. Чтобы выявлять и обрабатывать события, связанные с наличием или отсутствием кадра используется также множество цветов $frame$, представляющее собой однонаправленный канал, который может быть либо занят передачей кадра frm , либо свободен $avail$.

Маркер, моделирующий очередной кадр, принимается в позицию *Queue*. Переход *Insert frame in the buffer* проверяет достаточно ли места в буфере для помещения нового кадра, а затем либо отправляет маркер кадра в позицию *Garbage collector*, собирающую кадры, сброшенные из-за переполнения буфера, либо рассылает маркеры, моделирующие процесс записи кадра в буфер:

- корректирует размер очереди в позиции *Size queue* на размер принятого кадра;
- помещает загружаемый в буфер кадр в позицию *Delay*, где он задерживается на время приема на $szfrm$ тактов (здесь $szfrm$ –размер кадра в битах).

Переход *Insert* добавляет очередной загруженный кадр в позицию *Buffer*, который содержит только один маркер, являющийся списком кадров, находящихся в очереди FIFO, для работы с которым используются специальные функции языка CPN ML. Одновременно инкрементируется счетчик готовых к передаче из буфера кадров в позиции *Ready*.

Позиции *Buffer szfrm* и *Indicator* служат для формирования, хранения и выдачи атрибутов кадра, находящегося в голове очереди *Buffer*, отмечающего его длину и время поступления в очередь, которые используются алгоритмами диспетчеризации.

Считывание из буфера данных инициирует маркер, поступающий в позицию *Start selection* от диспетчера и разрешающий срабатывание перехода *Select frame*, по которому из позиции *Buffer* считывается маркер кадра, стоящего в голове очереди, и помещает его в выходную позицию *Queue out*, так же выполняются декрементация счетчика позиции *Ready*, а в позиции *Indicator* выполняется обновление значений атрибутов. Посылка маркера в позицию *Delay1* через переход с задержанным срабатыванием *Selected*, корректирует размер очереди в позиции *Size queue* на размер переданного кадра. Задержка в этом случае моделирует процесс чтения кадра из буфера.

Позиция *Output data queue* используется для сбора статистических данных о состоянии очереди.

Особенностью моделирования алгоритмов буферизации «На лету» и бесфрагментного заключается в установке параметра задержки на переходе *Filtered 160* или *512* тактов соответственно.

Предложенная модель позволяет более точно определять вероятностно временные характеристики задержки кадров и размеров очередей в коммутаторах.

Библиографический список

1. Кучерявый, Е. А. Управление трафиком и качество обслуживания в сети Интернет / Е. А. Кучерявый. – Санкт-Петербург : Наука и техника, 2004. – 336 с.
2. Jensen, K. Coloured Petri Nets: modelling and validation of concurrent systems / K. Jensen, L. Kristensen. – Springer-Verlag, 2009. – P. 384.
3. Кизилов, Е. А. Моделирование адаптивной диспетчеризации очередей в коммутаторе с поддержкой QOS / Е. А. Кизилов, Н. Н. Коннов, Д. В. Патунин // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2017. – № 2 (22). – С. 170–182.
4. Кизилов, Е. А. Оценка размеров очередей в коммутаторе с поддержкой QOS / Е. А. Кизилов, Н. Н. Коннов, Д. В. Патунин, И. Ю. Фролов // Новые информационные технологии и системы (НИТиС-2017) : сб. ст. XIV Междунар. науч.-техн. конф. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2017. – С. 148–152.
5. Хилл, Б. Полный справочник по Cisco / Б. Хилл. – Санкт-Петербург : Вильямс, 2009. – С. 1088.

УДК 001.92

**К. А. Балаев, М. А. Митрохин, А. А. Петкилев,
Д. С. Межгорин, А. С. Бычков**

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

МЕТОДЫ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Аннотация. Рассматривается вопрос изучения существующих методов отслеживания контроллеров виртуальной реальности. Рассмотрены и проанализированы способы от-

слеживания контроллеров, технологии, используемые в задаче отслеживания контроллеров и в сходных задачах отслеживания. Цель данной работы заключается в нахождении оптимального способа отслеживания контроллеров виртуальной реальности. Эта работа актуальна, так как на данный момент имеющиеся средства для отслеживания контроллеров требуют много пространства для корректной работы и не отличаются большой точностью.

Большинство мобильных шлемов, таких как Oculus Go, Samsung Gear VR и Google Daydream View, поддерживают отслеживание только вращения шлема (3 Степени Свободы), как это показано на рис. 1. Вы можете посмотреть вверх и вниз, влево и вправо или наклонить голову.

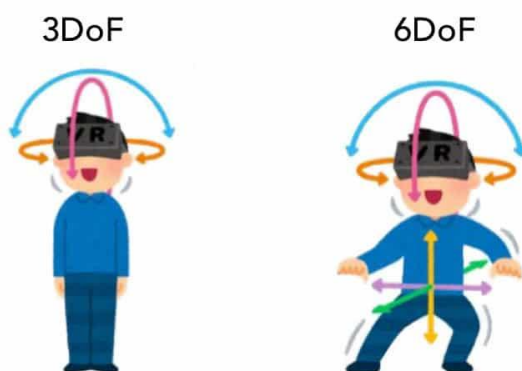


Рис. 1. Различия в степенях свободы

Такие ограничения по возможностям отслеживания в целом допустимы для приложения виртуальной реальности, при условии, что его будут использовать, находясь в стационарном положении, например в кресле, однако вследствие этих ограничений возможности по взаимодействию с виртуальной реальностью будут сильно урезаны.

На ПК и консолях, а также в новейших моделях standalone VR шлемов поддерживается отслеживание не только вращения шлема, но и его положение в пространстве (6 степеней свободы) как это показано на рис. 1. С таким устройством уже возможно полноценное перемещение в виртуальном мире.

Системы отслеживания по-разному балансируют между стоимостью системы, легкостью ее установки, точности отслеживания, дальности и скорости отслеживания положения в пространстве, возможности ремонта, замены и улучшения системы.

Стоит отметить, что все оптические системы, описанные ниже, представляют собой, в первую очередь, систему для коррекции ошибки, а не для отслеживания положения в пространстве. Основой отслеживания в пространстве служат показания микроскопических электромагнитных акселерометров.

Такой метод получения позиции в пространстве называется счислением координат. Так шлем и контроллеры виртуальной реальности отслеживают себя в пространстве. Но, так как акселерометры склонны к накоплению погрешности в вычислениях, используются дополнительные системы коррекции ошибок или отслеживания [1].

Шлем и контроллеры покрыты сетью светодиодов IR LED [2, 4].

Сенсоры, представляют собой обычные камеры, поверх которых размещен фильтр, который пропускает только инфракрасное излучение (IR), эти сенсоры посылают кадры на компьютер пользователя. Компьютер, к которому подключен

шлем, обрабатывает каждый кадр, идентифицируя позицию каждого светодиода и относительную позицию каждого отслеживаемого объекта [3]. ПО легко распознает какие объекты оно видит, так как у каждого отслеживаемого объекта уникальная сеть светодиодов. Также каждый светодиод мигает в определенной последовательности для упрощения идентификации [3].

PlayStation VR тоже использует камеры, но в отличие от Oculus PSVR работает в видимом световом спектре. Специальное устройство для консоли PlayStation 4 содержит 2 разнесенных камеры. Это устройство подключено к консоли, которая, используя данные с изображения, отслеживает синие полосы света на шлеме и шары света на контроллерах [5].

Система Lighthouse SteamVr Valve использует не камеры, а особые инфракрасные светодиоды.

Станции отслеживания (“Lighthouses”) должны располагаться в противоположных углах комнаты. Станции испускают 2 широкоформатных лазерных инфракрасных луча. Эти лучи из каждой станции проходят слева-направо, а затем следующий луч сверху-вниз [7].

Каждое отслеживаемое устройство содержит массив инфракрасных фотодиодов, присоединенных к чипу. Этот чип измеряет время между вспышкой инфракрасного света и времени когда над фотодиодом прошел луч лазера. Из разницы во времени прохождения над каждым фотодиодом и угле, под которым луч прошел над ним, вычисляется положение шлема в комнате [6].

Преимуществом Lighthouse является то, что это невероятно простая технология. Не используются сложные алгоритмы CV (компьютерного зрения), а только время и угол прохода луча лазера в расчете положения шлема [7].

Многие шлемы новых поколений используют камеры, встроенные в шлемы, которые могут производить отслеживание изнутри, используя алгоритмы компьютерного зрения. Этот специфический тип алгоритма называется метод одновременной локализации и построения карты Simultaneous Location And Mapping (SLAM).

SLAM алгоритмы работают определяя уникальные статичные объекты в комнате. Система, получая данные от шлема и контроллеров об ускорении от акселерометров и изменении угла наклона от гироскопа, сравнивает эти данные с данными за предыдущий кадр и на основании этого высчитывает позицию шлема. К шлемам такого типа принадлежат следующие устройства.

- Microsoft: Каждый Windows MR шлем;
- Google: Lenovo Mirage Solo;
- HTC: Vive Focus;
- Facebook: Oculus Quest и Oculus Rift S.

На основании анализа результатов, изложенных выше способов, можно отметить необходимость разработки более универсальной стандартизированной системы отслеживания.

Библиографический список

1. Как работает трекинг в виртуальной реальности. – URL: <https://uploadvr.com/how-vr-tracking-works> (дата обращения: 16.10.2019).
2. Устройство шлема Oculus Rift. – URL: <https://ru.ifixit.com/Teardown/Oculus+Rift+CV1+Teardown/60612> (дата обращения: 15.10.2019).
3. Устройство сенсора Oculus Rift Constellation. – URL: <https://ru.ifixit.com/Teardown/Oculus+Rift+Constellation+Teardown/61128> (дата обращения: 15.10.2019).
4. Устройство контроллера Oculus Touch. – URL: <https://ru.ifixit.com/Teardown/Oculus+Touch+Teardown/75109> (дата обращения: 15.10.2019).

5. Устройство шлема PSVR Touch. – URL: <https://ru.ifixit.com/Teardown/PlayStation+VR+Teardown/69341> (дата обращения: 15.10.2019).

6. Устройство шлема HTC Vive. – URL: <https://ru.ifixit.com/Teardown/HTC+Vive+Teardown/62213> (дата обращения: 15.10.2019).

7. Как работает система Lighthouse. – URL: <https://gizmoodo.com/This-is-how-valve-s-amazing-lighthouse-tracking-technol-1705356768> (дата обращения: 15.10.2019).

УДК 004.021

Б. Е. Бирюков, П. А. Лукошкин, С. В. Самуйлов

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

СРАВНЕНИЕ МНОГОПОТОЧНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА БЫСТРОЙ СОРТИРОВКИ С ОДНОПОТОЧНОЙ

Аннотация. Сравнивается многопоточная реализация алгоритма быстрой сортировки с однопоточной на языке программирования C++.

В современном мире человек сталкивается со все большим перечнем задач, которые требуют сложных и долгих математических расчетов. Многопоточность позволяет ускорить этот процесс, за счет выполнения определенного перечня команд параллельно. Этим механизмом мы и воспользовались, для ускорения «быстрой» сортировки [1].

Сама быстрая сортировка – это алгоритм обработки данных, в следствии которого они будут находится упорядоченно в такой структуре как список. В наиболее общем виде алгоритм на псевдокоде выглядит следующим образом [2]:

```
algorithm quicksort(A, low, high) is  
if low < high then  
p := partition(A, low, high)  
quicksort(A, low, p - 1)  
quicksort(A, p + 1, high)
```

Здесь предполагается, что массив A передается по ссылке, то есть сортировка происходит на «том же месте», а неописанная функция *partition* возвращает индекс опорного элемента.

В ранних реализациях алгоритма, как правило, опорным элементом являлся первый, что заметно снижало производительность на отсортированных массивах. Для улучшения и ускорения работы алгоритма может выбираться либо средний, либо случайный элемент, либо медиана первого, среднего и последнего элементов [3].

Для реализации нашего алгоритма, мы используем выбор опорного элемента по медиане трех для разбиения Ломута:

```
mid := (low + high) / 2  
if A[mid] < A[low]  
swap A[low] with A[mid]  
if A[high] < A[low]  
swap A[low] with A[high]
```

```

if A[mid] < A[high]
    swap A[high] with A[mid]
pivot := A[high]

```

Ниже приведена таблица, в которой Th – количество потоков, N – количество сортируемых элементов. На пересечении строк и столбцов – время сортировки в миллисекундах. Таблица отражает зависимость времени сортировки от количества потоков Th для последовательностей длины N.

Таблица 1

Время выполнения операций

Th \ N	1	2	4	8	16	32
10 ⁴	1,43	2,43	3,16	5,02	8,7	16,98
10 ⁵	15,07	11,11	8,8	9,51	12,44	20,36
10 ⁶	187,31	114,09	77,31	66,5	70,34	75
10 ⁷	2217,7	1277,6	836,7	682,8	666,7	677,5
10 ⁸	24842,8	14103,4	9058,55	7321,4	6888,4	6950,9

Как мы видим, многопоточная реализация не всегда дает выигрыш относительно однопоточной, это связано с тем, что операция создания нового потока работает дольше, чем операции сравнения и обмена почти в 1000 раз. Отсюда следует, что при малом количестве элементов массива количество потоков не ускоряет процесс сортировки данных.

Такая закономерность прослеживается для сортируемых последовательностей длиной до 10⁴ элементов. При N ≥ 10⁵ наблюдается заметное преимущество распараллеленной реализации, которая почти в два раза быстрее обрабатывает данные в частности при использовании 4-х потоков. Также важно заметить, что увеличение количества потоков не всегда положительно влияет на результат, а зачастую только увеличивает время сортировки по указанным выше причинам.

Следовательно, для того чтобы эффективно пользоваться возможностями многопоточности, не достаточно того, чтобы просто выполнять параллельно независимые друг от друга операции. Нужно также определять оптимальное количество выделяемых потоков. И слишком маленькое, и слишком большое число потоков может привести к ухудшению результата.

Все данные были рассчитаны и получены при помощи средств языка программирования C++. Очевидно, что эти результаты могут варьироваться в зависимости от выбранного языка программирования, методов реализации в нем многопоточности и работы с данными. Немаловажную роль также играет операционная система, т.к. различные ОС предлагают различную реализацию многопоточности.

Однако полученные результаты позволяют отразить тенденции использования многопоточности при реализации алгоритмов обработки данных.

Библиографический список

1. Быстрая сортировка и с чем ее едят // Хабр. – URL: <https://habr.com/ru/sandbox/29775/> Быстрая сортировка и с чем ее едят (дата обращения: 08.02.2020).
2. Quick sort// GeeksforGeeks. – URL: <https://www.geeksforgeeks.org/quick-sort/Quick-sort> (дата обращения: 09.02.2020).
3. Sedgewick, R. Algorithms In C / R. Sedgewick. – Princeton University, 1998.

Б. Е. Бирюков, П. А. Лукошкин

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

СРАВНЕНИЕ МНОГОПОТОЧНОЙ И ОДНОПОТОЧНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА ПОРАЗРЯДНОЙ СОРТИРОВКИ

Аннотация. Сравняется многопоточная и однопоточная реализация алгоритма поразрядной сортировки на языке программирования C++.

В наше время компьютерные технологии используют все в большем числе сфер жизни человека. Зачастую все эти сферы требуют стабильной и быстрой работы программ. Многопоточность позволяет удовлетворить эти требования, за счет параллельного выполнения команд. Этим мы и воспользовались, для ускорения поразрядной сортировки[1].

В качестве языка был выбран C++, так как данный язык удовлетворяет всем требованиям необходимым для решения поставленной задачи[2].

Алгоритм поразрядной сортировки производит побитовое сравнение всех элементов в массиве. Этот алгоритм является время-зависимым алгоритмом относительно величины сортируемых чисел. Существует две версии алгоритма: LSD-сортировка заключается в подсчете элементов и размещении их в вспомогательном массиве и MSD-сортировка суть которой в рекурсивном разделении чисел на группы по сравниваемому биту. Была выбрана MSD-сортировка, так как она не требует выделения дополнительной памяти. В наиболее общем виде алгоритм на псевдокоде выглядит следующим образом[3]:

```
function radixSort(A, left, right, bit):
    if !bit || right < left + 1 then return
    ll = left
    rr = right - 1
    while true:
        while ll < rr && !digit(A[ll], bit): ll++
        while ll < rr && digit(A[rr], bit): rr--
        if ll >= rr then break
        swap(A[ll], A[rr])
    if !digit(A[ll], bit) && ll < right then ll++
    bit >>= 1
    radixSort(left, ll, bit)
    radixSort(ll, right, bit)
```

Ниже представлена таблица, показывающая время выполнения сортировки в миллисекундах при Th – количестве потоков, N – количестве данных.

При рассмотрении таблицы можно заметить, что многопоточная реализация не всегда дает наилучший результат. Только при 10^4 количестве элементов многопоточность начинает работать быстрее. Это происходит из-за того что тратиться много времени на создание и запуск потоков. Из этого можно сделать вывод, что многопоточность эффективна только при большом количестве обрабатываемых данных.

Время выполнения при числах от 0 до 4294967295

Th \ N	1	2	4	8	16	32	64	128
10^3	0,2544	0,325	0,4469	0,7014	1,2401	2,3209	4,3152	8,3932
10^4	2,242	1,519	1,077	1,159	1,521	2,523	4,476	8,388
10^5	15,71	9,98	6,48	5,49	5,66	5,97	7,53	10,75
10^6	128,79	72,52	40,41	31,7	34,71	33,91	37,91	41,5
10^7	1309	687,8	365,8	255,6	253,1	224,2	238,6	261,4
10^8	13320,5	7004,6	3754,3	2437,5	2334,4	2042,5	2074,6	2038,3
10^8	128381	67596	37407	23984	23025	19975	20151	19635

Оптимальное количество потоков для работы алгоритма можно вычислить по следующему закону (при $N \geq 10^4$):

$$Th = 2^{\log_{10}(N)-2}$$

Полученные результаты отражают только преимущество многопоточной реализации, но не показывают точное соотношение производительности, так как это зависит от многих факторов: языка программирования, компилятора, операционной системы и от характеристик компьютера.

Библиографический список

1. Скиена, С. Алгоритмы. Руководство по разработке : пер. с англ. / Стивен Скиена. – 2-е изд. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2011. – 720 с.
2. Потоки, блокировки и условные переменные в C++ // Habr. – URL: <https://habr.com/ru/post/182610/> Потоки, блокировки и условные переменные в C++ (дата обращения: 05.02.2020).
3. Radix Sort // GeekforGeeks. – URL: <https://www.geeksforgeeks.org/radix-sort/Radix-Sort> (дата обращения: 05.02.2020).

УДК 004.728.1

Е. И. Гурин, С. В. Тумасов

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ВЫБОР ПСЕВДОСЛУЧАЙНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ НА ШУМОПОДОБНОМ СИГНАЛЕ

Аннотация. Выделены псевдослучайные последовательности, которые широко используются в беспроводной сети. Описаны параметры псевдослучайной последовательности, которые влияют на максимальную дальность связи. Произведено сравнение псевдослучайных последовательностей на основе данных критериев и выбрана подходящая последовательность.

Псевдослучайные последовательности (ПСП) используются в беспроводных сетях на шумоподобном сигнале (ШПС) для расширения спектра сигнала и уменьшения его плотности мощности. Выбор подходящей псевдослучайной последовательности является важным, потому что ее тип и длина устанавливает пределы возможностей сети [1]. Для разных целей используют псевдослучайные последовательности: m-последовательности, коды Баркера, коды Голда, коды Адамара-Уолша [2].

Целью данной статьи является обеспечение максимальной дальности связи, которая зависит от выбранной псевдослучайной последовательности. Основным параметром, который определяет максимальную дальность связи для конкретной ПСП, является ее функция автокорреляции [2].

В качестве последовательностей для моделирования были взяты m-последовательности и коды Голда. В качестве средства моделирования выбран пакет MATLAB, поскольку он обеспечивает требуемый набор средств для математического моделирования в области обработки сигналов.

С помощью пакета MATLAB было сгенерировано по одной последовательности на каждый тип. Для генерации m-последовательностей использовалась функция MATLAB `comm.PNSequence`, а для генерации кодов Голда – `comm.GoldSequence`. Для генерации кодов Голда необходимо задать два полинома, каждый из которых будет определять отводы одного из простых генераторов сдвигового регистра (SSRG) базовых последовательностей. Эти полиномы выбираются из таблицы совместимых полиномов для генерации последовательности определенной длины. Была произведена генерация одной последовательности и вычислена корреляция с четырьмя такими же.

Одним из важных параметров систем цифровой связи является отношение «сигнал/шум» (SNR), которое представляет собой отношение максимального пика корреляции к среднеквадратическому пиков [3]:

$$\text{SNR[дБ]} = 20 \cdot \log_{10}(\max_pick/s),$$

где $\max_pick$ – максимальное значение пика корреляции; s – среднеквадратическое пиков корреляции.

Также одним из важных параметров является уровень боковых пиков. В данной статье было рассмотрено максимальное значение модуля уровня боковых пиков.

В ходе анализа формы построенной корреляционной функции и значений SNR для последовательностей Голда было замечено, что с увеличением длины последовательности $L = 2^n - 1$ (n – размер регистра рекуррентности) увеличивается и отношение SNR, а значит и увеличивается выигрыш при обработке ШПС. Выигрыш при обработке ШПС определяется формулой [4]:

$$G [\text{дБ}] = 10 \cdot \log_{10}(n),$$

где n – размер регистра рекуррентности.

По этой формуле с увеличением n на 1 усиление ШПС увеличивается на 3 дБ. Значения SNR, полученные с помощью моделирования, увеличиваются по такому же закону.

Для генерации m-последовательности необходим один полином, он выбирается из таблицы предпочтительных полиномов для m-последовательностей. Были проделаны такие же этапы моделирования для m-последовательностей, что и для кодов Голда. Результат сравнения m-последовательностей и кодов Голда приведен в табл. 1.

У m-последовательностей все значения максимальных боковых пиков равны -1 в отличие от кодов Голда. Функции корреляции для m-последовательностей имеют линейное изменение значения от минимального до максимального на отрезке от $[-1; 1]$ в зоне основного пика. Это соответствует теории псевдослучайных последовательностей.

Сравнение результатов моделирования для m-последовательностей и кодов Голда

Длина последовательности	SNR[дБ]	Макс. модуль уровня боковых пиков
m (127)	22.8667	1
m (255)	25.8605	1
m (511)	28.8621	1
m (1023)	31.8682	1
Голд (127)	21.1081	17
Голд (255)	23.7881	31
Голд (511)	26.7050	33
Голд (1023)	30.1913	71

Значение SNR для m-последовательностей увеличивается с ростом длины последовательности по тому же закону, что и для кодов Голда. Это еще раз подтвердило правильность формулы для выигрыша при обработке ШПС.

В ходе моделирования было установлено, что у m-последовательности отношение “сигнал/шум” получились больше, чем у кодов Голда той же длины. Это объясняется постоянным низким уровнем боковых пиков у m-последовательностей по сравнению с кодами Голда. Исходя из формулы SNR, значение показателя дальности связи на m-последовательностях будет выше, чем на кодах Голда. Поэтому авторами были выбраны m-последовательности в качестве используемых псевдослучайных последовательностей.

Библиографический список

1. Таранцев, Е. К. Сеть радиомаяков с расширенным спектром / Е. К. Таранцев, С. В. Тумасов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – Пенза : Изд-во ПензГТУ, 2016.
2. Терещенко, С. А. Псевдослучайные последовательности: существование, построение, обобщение / С. А. Терещенко, Г. А. Федоров // Электронные информационные системы. – 2015. – № 3. – С. 63–76.
3. Скляр, Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение / Б. Скляр. – Москва : Вильямс, 2003. – 1104 с.
4. Диксон, Р. К. Широкополосные системы / Р. К. Диксон. – Москва : Связь, 1979. – 304 с.

УДК 681.125.5

Л. Н. Горшенин, Н. Н. Коннов

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ВИЗУАЛЬНЫЙ РЕДАКТОР МИКРОПРОГРАММ ДЛЯ МИКРОТРЕНАЖЕРА

Аннотация. Предлагается программа, автоматизирующая подготовку микропрограмм для учебного тренажера МТ1804.

При подготовке современного специалиста в области вычислительной техники предусматривает знакомство с организацией ЭВМ на микропрограммном уровне – уровне межрегистровых передач. Для изучения принципов и приемов микропрограммирования широко используется специальное устройство микротренажер МТ1804 или его программный эмулятор, процесс подготовки и отладки микропрограмм на которых, выполняемый в бинарном коде, весьма трудоемок и может содержать чисто механические ошибки [1, 2].

Авторами разработана программа, представляющая собой визуальный редактор микропрограмм для эмулятора микротренажера МТ1804, предназначена для ускорения создания и редактирования микропрограмм и их листингов. Программа написана в среде MS Visio 2010 на языке Visual Basic for Application и работает на версиях Microsoft Visio 2007/2010. В отличие от программы [3], визуальный редактор формирует код микропрограммы не из специального документа – диаграммы микропрограммной логики, а при построении традиционной блок-схемы микропрограммы.

Микропрограмма в визуальном редакторе представляется в виде блок-схемы, где каждая микрокоманда может быть представлена в виде ее условного графического обозначения (УГО), которое в свою очередь состоит из одного или нескольких блоков. Например, микрокоманда производящая побитовое умножение двух регистров и затем в зависимости от того, равен нулю результат или нет, совершающая условный переход к другой команде будет представлена в блок-схеме в виде двух блоков. Первый – блок действия в нем выполняется умножение, а второй – блок ветвления. Данные микрокоманды хранятся в дополнительных полях данных каждого УГО.

Общий вид работы редактором и с программой и результаты его работы представлены на рисунке 1, где 1 – лист MS Visio с графическим изображением блок-схемы микропрограмм, 2 – окно редактирования полей микрокоманды, 3 – листинг микропрограммы, 4 – окно эмулятора МТ1804 с загруженной программой.

В наборе фигур присутствуют шесть типов УГО: Блоки «Начало» и «Конец», «Блок» – т.е. обычный блок-действие, «Подпрограмма» – блок содержащий микрокоманду вызывающую некоторую подпрограмму, «Ветвление» – пара блоков один из которых блок-действие, а другой блок-ветвление, «УслПодпрограмма» – переход к подпрограмме по условию (тройка блоков один из которых блок-действие, другой блок-ветвление, третий блок-вызов подпрограммы). При перетаскивании их на рабочий лист они автоматически заполняются значениями по умолчанию.

На листе содержится кнопки: «Пронумеровать» – при нажатии нумеруются все блоки в блок-схеме, «Записать в файл микропрограммы» – при нажатии записываются данные с УГО в файл `rom`, «Создать листинг» – при нажатии создается листинг микропрограммы с возможностью добавления комментариев, «Помощь» – при нажатии всплывет стандартное окно справки.

Функция нумерации блоков принимает на вход все блоки в блок-схеме, а на выходе выдает все эти блоки пронумерованными согласно их координатам в блок-схеме. Сначала создается список ссылок на УГО и списки координат их левых верхних углов. Затем они сортируются (с лева на право и сверху в низ). После чего в поля номера для каждого блока записывается соответствующий номер.

Функция создания файла микропрограммы состоит из считывания чисел из определенных полей данных УГО и записывания их байтовым потоком в определенной последовательности в файл с расширением `rom`.

Функция создания листинга формирует файл MS Word, содержащий таблицу, строки которой представляют собой микрокоманды, а столбцы – поля номера микрокоманды, самой микрокоманды и комментария.

The image displays the MTLab3.rom emulator interface, which includes a block diagram, a microcommand editor, a command table, and the main emulator window.

Block Diagram: The diagram shows three blocks connected sequentially. Block 1 (top) contains the instruction $12 \vee 0 \rightarrow P1(B)$ and the operation **Jnxt**. Block 2 (middle) contains the instruction $4 \vee 0 \rightarrow P2(B)$ and the operation **Push**. Block 3 (bottom) contains the instruction $1 \& P0(A) \rightarrow \text{Her}$ and the operation **Jnxt**. Arrows indicate the flow of data between these blocks.

Микрокоманды Редактор (Microcommand Editor): This window allows editing microcommands. It includes fields for:

- Номер блока (Block number): 2
- Адрес МК (Microcommand address): 2
- Перенос (Carry): 0
- Тип сдвига (Shift type): Логический (Logical)
- Арифм. операция (Arithmetic operation): Дизъюнкция (Disjunction)
- Куда (Where): P0(B)
- Откуда (From): D и 0
- Тип перехода (Jump type): Нет операции (No operation)
- Операнды (Operands): A, B, D
- Адрес перехода (Jump address): P0, P2, 4
- Втолкнуть адрес в стек (Push address to stack): Втолкнуть адрес в стек (Push address to stack)

Мнемокод (Mnemonic Code): This section shows the mnemonic code for the microcommands.

Мнемокод	Адрес	Микрокоманда	Комментарий
9 $\vee 0 \rightarrow P0(B)$ Jnxt	0	1011 0010 0011 0111 0011 0000 0000 1001	
12 $\vee 0 \rightarrow P1(B)$ Jnxt	1	1011 0010 0011 0111 0011 0000 0001 1100	
4 $\vee 0 \rightarrow P2(B)$ Push	2	0011 1001 0011 0111 0011 0000 0010 0100	
1 & P0(A) $\rightarrow \text{Her}$ Jnxt	3	1011 0010 0001 0101 0100 0000 0001 0001	
(0 $\vee P0(B)) / 2 \rightarrow P0(B)$ SRL Clnz 10	4	1010 0100 0101 0011 0011 0000 0000 0000	

Эмулятор микротренажера MT-1804 (MTLab3.rom): This window shows the emulator's state. It includes a table of registers and flags, and a section for executing commands.

Регистры	AR	CA	M11 (6-8)	M01 (0-2)	CO1 (3-5)	A	B	D	PC	SP	Стек
0	0001	0010	0011	0111	0011	0000	0000	1001	0000	0000	0000
1	0010	0010	0011	0111	0011	0000	0001	1100			0000
2	0011	1001	0011	0111	0011	0000	0010	0100			0000
3	0100	0010	0001	0101	0100	0000	0001	0001			0000
4	1010	0100	0101	0011	0011	0000	0000	0000			
5	0110	0010	0001	0101	0100	0001	0001	0001			
6	1010	0100	0101	0011	0011	0000	0001	0000			
7	1000	0010	0011	0011	0001	0000	0010	0000			
8	1001	1000	0001	0111	0100	0000	0001	0000			
9	1001	0001	0001	0111	0100	0000	0001	0000			
10	0001	0110	0000	0010	1000	0000	0001	0000			
11	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000			

The emulator window also displays various status indicators and controls, including a "Выполнить команды" (Execute commands) button and a "Сброс регистр. и флаг." (Reset registers and flags) button.

Рис. 1

Функция помощи просто вызывает окно справки с открытым в нем файлом помощи (.chm).

Для начала заполнения информации о микрокоманде необходимо совершить двойной щелчок по УГО, после чего появиться окно редактирования полей микрокоманды. После заполнения полей микрокоманды и нажатия «ОК» заполненные данные перенесутся в поля данных УГО. Кроме того измениться текст блоков УГО.

Для запуска выходного файла с кодом микропрограммы достаточно в эмуляторе микротренажера выбрать пункт меню «Файл-> Открыть».

Библиографический список

1. Бормонтов, Е. Н. Основы функционирования и программирования микротренажера МТ1804 : учеб. пособие / Е. Н. Бормонтов, Г. В. Быкадорова. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 2005. – С. 67.
2. Коннов, Н. Н. Модернизация учебного программного обеспечения по курсу ЭВМ и программным устройствам / Н. Н. Коннов, А. П. Любезнов, М. Ю. Новиков, И. В. Янович // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. III Всерос. межвуз. студ. науч.-практ. конф. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2016. – С. 72–73.
3. Брусникин, Е. С. Графический редактор диаграмм микропрограммной логики / Е. С. Брусникин, В. И. Кичук, Н. Н. Коннов // Новые информационные технологии и системы : сб. науч. ст. XIV Междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 70-летию кафедры «Вычислительная техника» и 30-летию кафедры «Системы автоматизированного проектирования». – Пенза : Изд-во ПГУ, 2017. – С. 409–411.

УДК 004.942

В. Н. Дубинин, Б. Д. Королев

РЕАЛИЗАЦИЯ ГРАФОДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЗАДАЧИ ВЗАИМНОГО ИСКЛЮЧЕНИЯ НА ЯЗЫКЕ SPARQL

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

Аннотация. Рассматривается методика реализации систем трансформации графов на языке SPARQL. В качестве демонстрационного примера используется модель задачи взаимного исключения.

Графодинамические модели являются одной из теоретических основ вычислительной техники и информатики. С их использованием система и ее поведение описывается как последовательность преобразований графов. Графовые трансформации нашли широкое применение при описании параллельных и распределенных систем [1]. Имеется ряд инструментальных средств, поддерживающих графовые трансформации (например, система AGG [2]).

В настоящее время в связи с принятием концепции семантического Web (SW) все большее внимание исследователей привлекают технологии, лежащие в основе SW, в частности, онтологическое моделирование [3]. Для извлечения информации из онтологий был предложен ряд языков, среди которых выделяется язык SPARQL, одобренный консорциумом W3C [4].

Целью данной работы является демонстрация возможности интеграции графодинамических моделей и технологий SW. Для этого на языке SPARQL произведена реализация системы трансформации графов, описывающей задачу взаимного исключения. Эта задача часто встречается в теории и практике операционных систем [5]. Готовый пример графодинамической модели (*mutex*) взят из дистрибутива системы AGG [2]. Данная простая модель описывает работу кольцевой системы процессов с разделяемым ресурсом с использованием передачи токена. Нагруженный граф имеет два типа вершин: *Proc* (Процесс) и *Resc* (Ресурс), а также шесть типов дуг, определяющих характер их отношений на текущий момент времени. Типы дуг имеют следующий смысл: *next* – следующий процесс в цепочке процессов; *request* – захватить ресурс; *heldby* – ресурс захвачен; *release* – освободить ресурс; *token* – обладание правом работать с ресурсом.

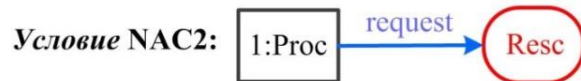
Правило newRule



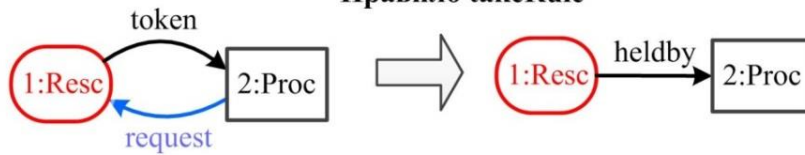
Правило mountRule



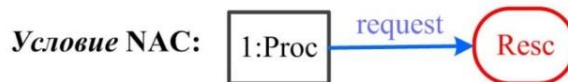
Правило requestRule



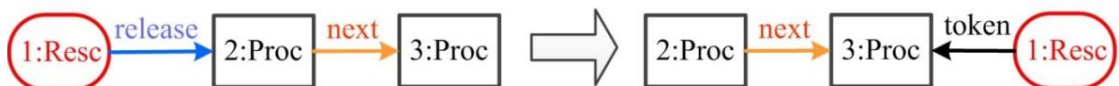
Правило takeRule



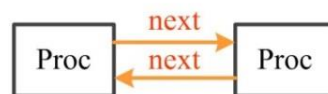
Правило releaseRule



Правило giveRule



Начальный граф



Модель включает шесть правил трансформации графов, а также начальный граф, которые приведены на рисунке ниже. Правило *newRule* добавляет в цепочку

процессов новый процесс. Правило *mountRule* предоставляет право работать с ресурсом некоторому процессу. Правило *requestRule* моделирует посылку процессом запроса на занятие ресурса. Правило *takeRule* определяет, что ресурс занят процессом. Правило *releaseRule* определяет, что ресурс освобожден процессом. Правило *giveRule* передает право на использование ресурса следующему процессу в цепочке. Кроме того, в данной графодинамической модели определен следующий список последовательностей правил, применяемых к хост-графу: 1) восемь раз применяется правило *newRule*; 2) один раз применяется правило *mountRule*; 3) десять раз применяется правило *requestRule*; 4) десять раз применяется цепочка правил: *takeRule*, *releaseRule*, *giveRule*.

Ниже представлена методика реализации графодинамической модели. Сначала разрабатывается онтология уровня *TBox*. Для этого может использоваться типизированный граф этой модели, если он имеется. При этом каждому типу вершин графа ставится в соответствие отдельный класс онтологии, а каждому типу дуг графа – отдельное объектное свойство онтологии. Далее разрабатывается онтология уровня *ABox*. Каждая вершина графа представляется отдельным индивидом онтологии. Дуги графа представляются экземплярами объектных свойств (*object property assertion*). Правила графовых трансформаций представляются с использованием SPARQL-запросов. При этом в общем случае используется следующий паттерн: DELETE-INSERT-SELECT-LIMIT. Левая часть правила во многом определяется конструкцией DELETE, а правая часть – конструкцией INSERT.

Конструкция SELECT-LIMIT ограничивает число применений DELETE-INSERT, как правило, одним разом, поскольку правило трансформации графа применяется в шаге вывода однократно. Для представления NAC-условий используется конструкция NOT EXISTS, которая запрещает выполнение соответствующего правила. Для представления дуг графа используется шаблон *?v1 <r> ?v2*, где *?v1* и *?v2* – переменные, представляющие начальную и конечную вершины дуги типа *<r>*, соответственно.

Ниже в качестве примера приведен SPARQ-запрос, реализующий правило *newRule*:

```
DELETE {?p1 m:next ?p2.}
INSERT {_:b0 rdf:type m:Proc. ?p1 m:next _:b0. _:b0 m:next ?p2.}
WHERE {SELECT ?p1 ?p2 WHERE {?p1 m:next ?p2} LIMIT 1 }
```

Для управления выполнением SPARQL-запросов в нужной последовательности было разработано клиентское приложение на языке C++, взаимодействующее с сервером *Apache Jena Fuseki*.

Библиографический список

1. Ehrig, H. Handbook of Graph Grammars and Computing by Graph Transformations. Vol.3. Concurrency, Parallelism, and Distribution / H. Ehrig, H.-J. Kreowski, U. Montanari, G. Rozenberg. – World Scientific Pub Co Inc., 1999. – 472 p.
2. AGG. – URL: <http://www.user.tu-berlin.de/o.runge/agg>
3. Austin, M. Distributed System Behavior Modeling with Ontologies, Rules, and Message Passing Mechanisms / M. Austin, P. Delgoshaei, A. Nguyen // Procedia Computer Science. – 2015. – № 44. – P. 373–382.
4. Du Charme B. Learning SPARQL: Querying and Updating with SPARQL 1.1. – O'Reilly, 2011. – 237 p.
5. Дубинин, В. Н. Сетевые модели распределенных систем обработки, хранения и передачи данных : монография / В. Н. Дубинин, С. А. Зинкин. – Пенза : Приволжский Дом знаний, 2013. – 452 с.

Б. Д. Королев

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

МОДЕЛИРОВАНИЕ СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ НА ПЛАТЕ SPARTAN-3E

Аннотация. Описано исследование моделирования данных систем на программируемых логических интегральных схемах (ПЛИС). В работе рассматривается синтез и моделирование диспетчеров задач с глобальной и локальной приоритетной очередью на плате Spartan-3E.

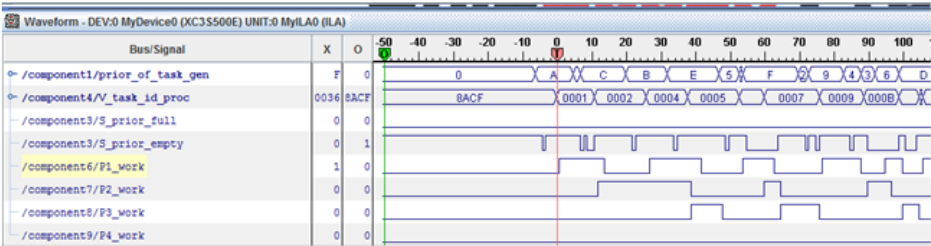
Средства управления процессами находят широкое применение в различных сферах информационной техники, например, в современных многопроцессорных операционных системах (рассматривается в [1]). Для разработки и исследования многопроцессорных вычислительных систем необходимо проводить исследования их характеристик. Одним из возможных способов проведения данных исследований является моделирование данных систем на программируемых логических интегральных схемах (ПЛИС). Создание моделей систем управления процессами с использованием ПЛИС фирмы Xilinx [2] позволяет исследовать важные характеристики этих схем без лишних финансовых затрат.

По способу планирования выделяют два вида планировщиков задач: планировщик с глобальной очередью задач и планировщик с локальной очередью задач. Задачи, поступающие в планировщик с глобальной очередью, находятся в единой очереди и впоследствии распределяются блоком синхронизации и назначения задач между процессорами. Таким образом в условиях квантования задач, задача в разных квантах может обрабатываться в разных процессорах, что требует перезагрузки кэша процессора и не лучшим образом сказывается на производительности системы. При поступлении задач в планировщик с локальной очередью задачи распределяются блоком выбора очереди для поступления в менее загруженную очередь и впоследствии остаются в ней. При условии квантования задач перезагрузки кэша процессорами не требуется, так как каждый процессор выполняет набор задач только из своей очереди.

В данной работе рассматривается синтез и моделирование диспетчеров задач с глобальной и локальной приоритетной очередью на плате Spartan-3E. В ходе работы разработаны автоматные модели приоритетных планировщиков на основе логики недетерминированных автоматов и на их основе выполнен структурный синтез устройств. На следующем этапе в среде Xilinx на языке VHDL были построены и имитационные модели диспетчеров с глобальной и локальной очередями, а также были замерены их основные временные характеристики, такие как латентность, среднее время ожидания задачи в очереди, время выполнения задачи в системе.

После произведенных расчетов обе модели планировщиков были загружены в плату фирмы Xilinx Spartan-3E для проведения синтетического моделирования на реальном устройстве. На рисунках б) и г) представлены проценты используемые глобальным и локальным планировщиками ресурсов, которые не превышают 20–30 % от общего числа ресурсов платы, что свидетельствует о возможности переноса данных моделей и на другие платы данного семейства с более ограниченными возможностями. На рисунках представлены временные диаграммы работы системы при средней интенсивности поступления потока задач (интенсивность вх. потока/

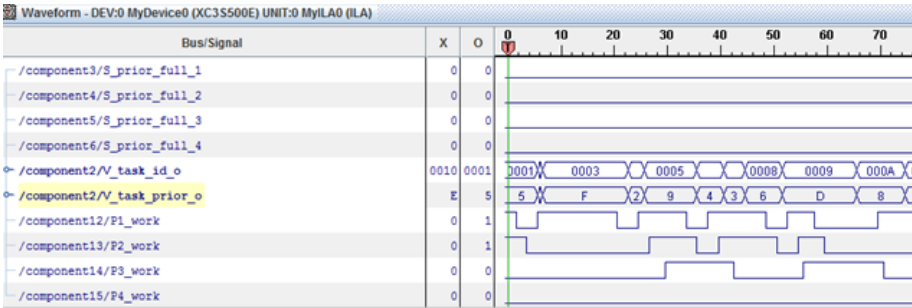
интенсивность выполнения задач = 0,5). На рисунке а) представлена временная диаграмма работы планировщика задач с глобальной очередью: сигналы V_task_id_proc и prior_of_task_gen отвечают за номер поступившей задачи и ее приоритет соответственно, сигналы S_prior_full и S_prior_empty свидетельствуют о полной или пустой очереди, сигналы P1_work...P4_work обозначают работу процессоров 1..4 соответственно. Как видно из рисунка, первая задача выполняется первым процессором, вторая – вторым, третья – третьим, четвертая – четвертым, далее процессоры выполняют последующие задачи в зависимости освобождения от предыдущих задач. Диаграмма показывает, что очередь большую часть времени пуста, что свидетельствует о низкой загрузке системы. На рисунке в) показана временная диаграмма планировщика задач с локальными очередями.



а)

Device Utilization Summary			
Logic Utilization	Used	Available	Utilization
Total Number Slice Registers	1,063	9,312	11%
Number used as Flip Flops	1,062		
Number used as Latches	1		
Number of 4 input LUTs	2,645	9,312	28%
Number of occupied Slices	1,682	4,656	36%

б)



в)

Device Utilization Summary			
Logic Utilization	Used	Available	Utilization
Total Number Slice Registers	1,145	9,312	12%
Number used as Flip Flops	1,144		
Number used as Latches	1		
Number of 4 input LUTs	1,956	9,312	21%
Number of occupied Slices	1,340	4,656	28%

г)

Из рисунка видно, что каждая задача выполняется отдельным процессором, однако каждый из процессоров имеет собственную очередь. Наполненность этих очередей отображают сигналы S_prior_full_1...S_prior_full_4. Диаграмма показывает, что очереди никогда не заполняются, что так же свидетельствует о низкой загрузке системы.

В ходе моделирования на плате было подтверждено, что временные характеристики, полученные в ходе имитационного моделирования в среде Xilinx соответствуют результатам на плате. Направлением дальнейших исследований является моделирование планировщиков задач на системах на кристалле фирмы Xilinx серии Zynq 7000.

Библиографический список

1. Таненбаум, Э. Современные операционные системы / Э. Таненбаум, Х. Бос. – 4-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2015. – 1120 с.
2. Ушенина, И. Проектирование цифровых устройств на ПЛИС : учеб. пособие / И. Ушенина. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 408 с.
3. Таненбаум, Э. Многоуровневая организация ЭВМ / Э. Таненбаум. – Москва : Мир, 1979. – 547 с.
4. Пранявичус, Г. И. Модели и методы исследования вычислительных систем / Г. И. Пранявичус. – Вильнюс : Мокслас, 1982. – 227 с.
5. Spartan-3E FPGA Starter Kit Board User Guide. – URL: https://www.xilinx.com/support/documentation/boards_and_kits/ug-230.pdf

УДК 004.42

Г. М. Мельников, О. С. Дорофеева

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ LR(0)-АНАЛИЗАТОРА

Аннотация. Представлен LR синтаксический анализ. Рассматриваются вопросы построения LR(0)-автомата для заданной грамматики, описывается поведение автомата при анализе входной последовательности.

При проектировании компиляторов для языков программирования важнейшим этапом является разработка синтаксического анализатора, основной задачей которого является проверка принадлежности входной последовательности грамматике, определяющей данный язык. Одним из наиболее распространенных методов синтаксического анализа является LR(k)-анализ, строящий правое порождение входной последовательности для заданной грамматики [2].

LR-анализатор производит последовательность действий, обратную выводу, сворачивая цепочку в начальный символ. Основной проблемой становится выбор правил грамматики, по которым необходимо совершить свертку. Для решения этой задачи необходимо совершить предпросмотр входной цепочки [3]. Грамматика типа LR(k) требует предпросмотра k символов, для грамматики типа LR(0) предпросмотр не требуется.

Чтобы рассмотреть работу LR-анализатора введем определения для двух основных типов действий: перенос последнего считанного символа в стек – действие переноса (shift action) и замена строки наверху стека посредством применения продукции грамматики – действие свертки (reduce action) [2].

Для принятия решения о переносе/свертке LR-анализатор должен поддерживать состояния, чтобы определить, где именно в процессе синтаксического анализа он находится. Состояния представляют собой множество пунктов. LR(0)-пункт (да-

лее – пункт) грамматики G – это продукция G с точкой в некоторой позиции правой части. Например, продукция $A \rightarrow XYZ$ дает четыре пункта: $A \rightarrow \cdot XYZ$; $A \rightarrow X \cdot YZ$; $A \rightarrow XY \cdot Z$; $A \rightarrow XYZ \cdot$. Пункт указывает, какая часть продукции уже проанализирована, и какая строка ожидается далее.

Введем определение расширенной грамматики. Для грамматики G с начальным символом S расширенной будем считать грамматику G' с новым начальным символом S' и продукцией $S' \rightarrow S$. Ее назначение – указать анализатору, когда следует прекратить анализ и принять входную строку.

Введем функции CLOSURE и GOTO.

Если I – множество пунктов грамматики G , то $CLOSURE(I)$ – множество пунктов, построенное из I согласно правилам:

1. Изначально в $CLOSURE(I)$ добавляются все пункты из I .
2. Если $A \rightarrow \alpha \cdot B \beta$ входит в $CLOSURE(I)$, и существует продукция $B \rightarrow \gamma$, то в $CLOSURE(I)$ добавляется пункт $B \rightarrow \cdot \gamma$, если его там еще нет. Это правило применяется до тех пор, пока не останется пунктов, которые могут быть добавлены в $CLOSURE(I)$.

Рассмотрим пример применения функции CLOSURE. Пусть расширенная грамматика G_2 имеет продукции: $E' \rightarrow E$; $E \rightarrow E + T$; $T \rightarrow T * F$; $E \rightarrow T$; $T \rightarrow id$.

Определим функцию CLOSURE(I) для пункта $E' \rightarrow \cdot E$.

Пункт $E' \rightarrow \cdot E$ заносится в $CLOSURE(I)$ по правилу 1. Справа от точки находится нетерминал E , имеющий продукции. По правилу 2 в $CLOSURE(I)$ заносятся пункты $E \rightarrow \cdot E + T$ и $E \rightarrow \cdot T$. Так как нетерминал T также имеет продукции, в $CLOSURE(I)$ заносятся пункты $T \rightarrow \cdot T * F$ и $T \rightarrow \cdot id$. Терминал id не имеет продукций, следовательно, больше никакие пункты не добавляются.

Если I – множество пунктов, X – грамматический символ, то $GOTO(I, X)$ определяется как функция CLOSURE для всех пунктов $[A \rightarrow \alpha X \beta]$, таких, что $[A \rightarrow \alpha X \beta]$ находится в I . Иначе говоря, функция GOTO используется для определения перехода из состояния I при входном символе X .

Рассмотрим функцию $GOTO(I, +)$ для грамматики G_2 .

I – множество пунктов $\{[E' \rightarrow E \cdot], [E \rightarrow E \cdot + T]\}$, следовательно $GOTO(I, +)$ содержит пункты: $E \rightarrow E + \cdot T$; $T \rightarrow \cdot T * F$; $T \rightarrow \cdot id$.

Для вычисления функции $GOTO(I, +)$ необходимо рассмотреть пункты из I , в которых $+$ следует непосредственно за точкой. В рассмотренном примере таким пунктом является $E \rightarrow E \cdot + T$. Далее происходит перенос точки за символ $+$. Новым пунктом становится пункт $E \rightarrow E + \cdot T$. Результатом функции $GOTO(I, +)$ является результат функции CLOSURE для нового пункта.

LR-анализатор представляет собой расширенный магазинный автомат. Работа программы анализатора происходит согласно таблице LR-анализа. Таблица состоит из функции действий (ACTION) и функции переходов (GOTO).

Функция ACTION принимает в качестве аргументов символ входной строки и текущее состояние. Значение функции может быть следующих видов:

1. Перенос j . Если i – текущее состояние, α – символ входной последовательности, то анализатор переносит символ α в стек символов и переходит в новое состояние j .
2. Свертка $A \rightarrow \beta$. Анализатор эффективно сворачивает β на вершине стека в заголовок A .
3. Принятие. Синтаксический анализатор принимает строку и завершает анализ.
4. Ошибка. Синтаксический анализатор не может совершить перенос или свертку.

Функция GOTO, определенная на множестве пунктов, распространяется и на состояния. Если $GOTO(I_i, A) = I_j$, то GOTO отображает состояние i и нетерминал A на состояние j .

Рассмотрим алгоритм построения таблицы для LR(0)-анализатора:

1. Строится $C = \{I_0, I_1 \dots I_n\}$ – набор множеств LR(0) пунктов для G' .

2. Для каждого I_i строятся состояния согласно следующим правилам:

2.1. Если $[A \rightarrow \alpha \cdot a\beta] \in I_i$ и $GOTO(I_i, a) = I_j$, то если a – терминальный символ, устанавливаем $ACTION[i, a]$ равным “перенос j ”.

2.2. Если $[A \rightarrow \alpha \cdot] \in I_i$, то устанавливаем $ACTION[i, a]$ равным “свертка $A \rightarrow \alpha$ ”. То же действие необходимо повторить для всех терминалов a , которые могут располагаться непосредственно справа от A в некоторой сентенциальной форме.

2.3. Если $[S' \rightarrow S \cdot] \in I_i$, то устанавливаем $ACTION[i, \$]$ равным “принятие” ($\$$ – маркер конца цепочки).

3. Если $GOTO(I_i, A) = I_j$, A – нетерминал, то $GOTO[i, A] = j$.

4. Все записи, не определенные правилами 2 и 3, получают значение “ошибка”.

5. Начальное состояние анализатора строится из множества пунктов $[S' \rightarrow \cdot S]$

Работа LR(0)-анализатора полностью зависит от таблицы LR-анализа. Для анализа цепочек другой грамматикой достаточно заменить таблицу [1].

Таким образом, LR-анализ обладает рядом преимуществ, позволяющих эффективно использовать его для решения задачи синтаксического анализа. Поддержание состояний во время работы автомата дает возможность быстро выявлять синтаксические ошибки и формировать о них информативные сообщения, а эффективность данного алгоритма сопоставима с эффективностью более простых алгоритмов ПС-анализа.

Библиографический список

1. Ахо, В. А. Компиляторы: принципы, технологии и инструментарий / В. А. Ахо, М. С. Лам, Р. Сети, Д. Д. Ульман ; пер. с англ. И. В. Красикова ; ред. С. Н. Тригуб. – Москва : Вильямс, 2008. – 1184 с.

2. Хантер, Р. Проектирование и конструирование компиляторов / Р. Хантер ; пер. с англ. В. Н. Горкавенко, А. В. Назаренко ; ред. А. В. Назаренко. – Москва : Вильямс, 2002. – 256 с.

3. Knuth, D. E. On the Translation of Languages from Left to Right, Information and control / D. E. Knuth. – Pasadena, California, 1965.

УДК 004.722.25

И. Д. Тугарев

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ РАЗВЕРТКИ РАСПРЕДЕЛЕННОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ ЛОКАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

Аннотация. Рассматривается один из вариантов решения проблемы организации вычислительной системы на нескольких компьютерах. Приводится описание распределенного алгоритма для обеспечения автоматической развертки локальной вычислительной сети.

При организации вычислительной системы на нескольких компьютерах возникает проблема с организации системы, которая позволила бы осуществить подобное. Одним из вариантов решения данной проблемы может создание алгоритма архитектуры вычислительной сети для последующей развертки на одном из узлов.

При создании формального языка описания распределенного алгоритма мы должны позаботиться о следующих возможностях алгоритма:

- приложения должны выполняться последовательно;
- должна быть возможность выполнения различных подпрограмм в зависимости от состояния узла/системы;
- должна быть предусмотрена возможность параллельной передачи управления нескольким подзадачам/узлам сети.

В связи с этими рекомендациями, было принято решение о следующей реализации формального алгоритма:

1. Использовать символ «,» в качестве разделителя приложений, что позволяет сформировать линейные последовательности выполнения приложений в РВС
2. Сами приложения и узлы, на которых они находятся обозначаются как <имя приложения>/<имя узла>, где «/» – разделитель имен.
3. Для выделения последовательности нелинейно и/или параллельно должна использоваться конструкция, состоящая из заголовка и набора инструкций.
4. Заголовок условного оператора формального описания состоит из квадратных скобок («[» и «]»), в которых указывается, какое приложение (в соответствующем узле) выполняет проверку на условие и самого условия выполнения. Запись ведется в виде [<имя приложения>/<имя узла>|<условие>], где «|» – разделитель проверяемого приложения и условия.
5. Заголовок оператора параллельного выполнения выглядит в виде ключевого слова AND_SIM. Для записи заголовка требуется указать только это ключевое слово.
6. Последовательность команд нелинейных операторов заключена в круглые скобки «(» и «)».
7. Набор инструкций в условном операторе разделен на блоки выполнения условия и блок невыполнения условия. Эти блоки разделяются с помощью фигурных скобок («{» и «}»). Блоки инструкций разделяются между собой так же, как и два отдельных приложения с помощью «,».
8. Алгоритм должен начинаться линейно с помощью начального приложения.
9. Алгоритм должен завершаться линейно с помощью конечного приложения.
10. В алгоритме для обозначения отсутствия выполняемых операторов должно использоваться ключевое слово «E», обозначающее пустое множество или отсутствие выполняемого приложения.
11. Для возврата на уже определенное приложение в системе используется ключевое слово «Ret». Записывается как Ret^X, где X – это число, на сколько меток нужно вернуться назад. X не может быть меньше 1. Возврат выполняется только внутри условного оператора, т.к. метка возврата приходится на приложение, подвергнутое условию.
12. Нелинейные операторы могут определяться как в линейной последовательности, так и внутри условного оператора (но не параллельного).

Пример записи распределенного алгоритма указанном выше формальном описании выглядит следующим образом:

```
A0/Y0,A1/Y1,A2/Y2,A3/Y3,[A3/Y3|C3]({A4/Y4,A5/Y5,AND_SIM(A6/Y5,A7Y6,A8/Y7,A9/Y8),A10/Y5},{A11/Y4,A12/Y5,[A12/Y5|C12]({A13/Y6},{A14/Y7,[A14/Y7|C14]({E},{A15/Y7,Ret^1}})})),Ak/Y0
```

Сформировав формальный язык описания распределенного алгоритма, теперь необходимо разработать программу для дешифрации алгоритма с созданного формального описания для получения информации о выполняемом алгоритме.

Приложение для определения распределенного алгоритма было написано на языке C++ при помощи библиотеки qt5. Для начала определились с минимальными интерфейсами классов выполняемых приложений и узла сети:

Класс приложения ApplicationNode:

```
class ApplicationNode
{
public:
    ApplicationNode();
    ApplicationNode(QString);

    bool isEqual(QString& str);
    void addSendNode(int sendType, ApplicationNode* node, bool isYesSend=true);
    int getSendType();
    void setSendType(int sendType);
    void setCondition(QString conditionString);
private:
    QList<ApplicationNode*> sendNodeList;
    int sendType;
    QString nodeName;
    QString condition;
};
```

Класс ApplicationNode хранит в себе имя и ссылку на следующий узел в последовательности. Выбор следующего узла определяется типа оператора. В узле хранится столько ссылок на приложения, сколько узлу требуется.

Класс узла сети Operator:

```
class Operator
{
public:
    Operator();
private:
    QString name;
    QList<ApplicationNode*> applicationList;
};
```

Также реализован дешифратор формального языка, которому поступает на вход формальную запись алгоритма и на выходе предоставляет схему взаимодействия узлов в вычислительной сети.

Библиографический список

1. Yang, Yu. “Distributed Programming Framework – Part 1 (Abstract)” / Yu. Yang. – URL: <https://www.codeproject.com/Articles/42239/Distributed-Programming-Framework-Part-1-Abstract?display=Print>
2. Бернс, Б. Распределенные системы. Паттерны проектирования / Брендан Бернс. – Санкт-Петербург : Питер, 2015. – 224 с.
3. van Steen, M. A brief introduction to distributed systems / Maarten van Steen, Andrew S. Tanenbaum. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00607-016-0508-7>

С. В. Тумасов

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

МАКЕТЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ В БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ НА ШУМОПОДОБНОМ СИГНАЛЕ

Аннотация. Представлены варианты макетов передатчика и приемника для оценки максимальной дальности связи в зависимости от псевдослучайных последовательностей. Произведено сравнение m -последовательностей и кодов Голда на макетах.

Шумоподобный сигнал (ШПС) используется во многих современных беспроводных сетях (Wi-Fi, Zigbee и т.д.) Шумоподобными сигналами называются такие сигналы, у которых произведение ширины спектра на длительность много больше единицы. Существует несколько методов расширения спектра: псевдослучайная перестройка рабочей частоты (ППРЧ, FHSS), расширение спектра методом прямой последовательности (ППС, DSSS), расширение спектра методом линейной частотной модуляции (ЛЧМ, англ. chirp spread spectrum, CSS) и т.д. В основе всех этих методов лежит использование псевдослучайных последовательностей [4].

Целью данной статьи является представление варианта макетов передатчика и приемника для оценки максимальной дальности связи в зависимости от псевдослучайных последовательностей и доказательства результатов моделирования псевдослучайных последовательностей на практике.

В качестве используемого вида модуляции была выбрана ASK поскольку легко реализуется и имеет готовые и дешевые решения. В качестве диапазона был выбран 433 МГц. Ширина полосы передаваемых данных была принята равной 25 кГц.

В качестве передатчика ШПС с ASK-модуляцией сигнала была выбрана отладочная плата ML-403 на ПЛИС Virtex 4 (XC4VLX25) вместе с модулем FS1000A, питающимся от батарейки «Крона». Полученный сигнал с ПЛИС направлялся на передатчик FS1000A.

В качестве основного элемента для макета приемника был выбран SDR-приемник RTL-SDR. RTL-SDR – дешевый модуль SDR, который основан на DVB-T TV (Digital HD TV) USB адаптерах, имеющих микросхему АЦП RTL2832U. АЦП является 8-разрядным. Максимальная полоса частот, с которой может работать RTL-SDR, составляет 3.2 МГц. RTL-SDR оцифровывал радиосигнал и передавал отсчеты сигнала на ПК через интерфейс USB, где производилась цифровая обработка сигнала. Для повышения чувствительности приемника к входу RTL-SDR подключался маломощный усилитель, который питался от внешнего аккумулятора. Использовалось открытое программное обеспечение SDRSharp, которое позволяет записывать отсчеты принятого сигнала с RTL-SDR в файл. Дальнейшая цифровая обработка сигнала производилась в MATLAB[1]. Получившаяся структурная схема макетов передатчика и приемника представлена на рис. 1.

Для проверки правильности работы передатчика был выбран готовый код Баркера длиной 13 чипов. Скорость передачи чипов F_{chip} выбрана 25 кГц. После получения положительного результата были разработаны генераторы для m -последовательностей и кодов Голда.

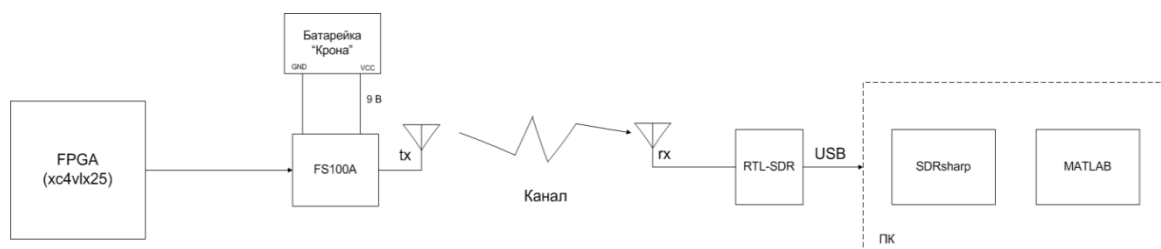


Рис. 1. Структурная схема макетов передатчика и приемника

Генератор для m -последовательностей представляет собой простой сдвиговый регистр с цепью обратной связи, а функция обратной связи определяется как сумма по модулю 2 значений на отводах регистра. Коды Голда генерируются путем сложения по модулю 2 двух m -последовательностей одинаковой длины [2].

Сначала была взята m -последовательность длиной 127 чипов. Частота дискретизации RTL-SDR в этом случае равна 2.4 МГц. Скорость чипов F_{chip} равна 25 кГц.

Для данного случая значение отношения «сигнал/шум» (SNR) [3]:

$$\text{SNR}(m127) = 21.7359 \text{ дБ}$$

Далее были взяты m -последовательности длиной 255, 511, 1023 чипа. Для них значения SNR:

$$\text{SNR}(m255) = 24.2422 \text{ дБ}$$

$$\text{SNR}(m511) = 27.1372 \text{ дБ}$$

$$\text{SNR}(m1023) = 30.1491 \text{ дБ}$$

На основе результатов был сделан вывод, что при увеличении размера ПСП увеличивается значение SNR, что соответствует результатам моделирования.

Для сравнения на ПЛИС был реализован генератор последовательности Голда для таких же длин. Полученные значения SNR:

$$\text{SNR}(\text{Голд}127) = 18.3249 \text{ дБ}$$

$$\text{SNR}(\text{Голд}255) = 21.3522 \text{ дБ}$$

$$\text{SNR}(\text{Голд}511) = 24.2618 \text{ дБ}$$

$$\text{SNR}(\text{Голд}1023) = 27.1351 \text{ дБ}$$

Как видно из анализа графиков корреляционных функций последовательности Голда имеют боковые пики с большей амплитудой, чем у m -последовательностей. Значения SNR увеличивается с увеличением длины последовательности. Но у последовательностей Голда значения SNR ниже, чем у m -последовательностей. Это доказывает правильность результатов моделирования. Таким образом, представленные варианты макетов могут быть использованы для оценки максимальной дальности связи в зависимости от псевдослучайных последовательностей

Библиографический список

1. Таранцев, Е. К. Сеть радиомаяков с расширенным спектром / Е. К. Таранцев, С. В. Тумасов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – Пенза : Изд-во ПензГТУ, 2016.
2. Терещенко, С. А. Псевдослучайные последовательности: существование, построение, обобщение / С. А. Терещенко, Г. А. Федоров // Электронные информационные системы. – 2015. – № 3. – С. 63–76.
3. Скляр, Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение / Б. Скляр. – Москва : Вильямс, 2003. – 1104 с.
4. Диксон, Р. К. Широкополосные системы / Р. К. Диксон. – Москва : Связь, 1979. – 304 с.

И. С. Шаповалов

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ НЕЙРОННОЙ СЕТИ НА ПРИМЕРЕ РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНЫХ ЦИФР

Аннотация. Ставится задача исследования эффективности работы нейронной сети на примере распознавания рукописных цифр и выявления оптимальных значений параметров, влияющих на точность распознавания.

В современном мире искусственные интеллектуальные системы завоевали большую популярность, благодаря богатым возможностям и эффективности использования. Существует множество задач, где необходимо практическое разрешение с использованием интеллектуальных систем уже сейчас: экономика и бизнес, робототехника, геологоразведка, математика, биофизика, авионика, безопасность и охранные системы, медицина и многие другие. Такое обилие областей применения, говорит о том, что интеллектуальные системы – это уникальный набор для решения вопросов анализа и обработки большого объема данных, решения задач разного уровня сложности. В настоящее время в системах искусственного интеллекта активно используются искусственные нейронные сети.

Искусственная нейронная сеть (ИНС) применяемая для распознавания образов, представляет собой математическую модель параллельных вычислений, содержащую взаимодействующие между собой простые процессорные элементы – искусственные нейроны. Преимуществом нейронных сетей перед традиционными алгоритмами является возможность их обучения.

В настоящее время одним из актуальных вопросов информационных технологий в области искусственного интеллекта является проблема распознавания и классификации образов с применением принципиально новых методов и алгоритмов, на основе применения искусственных нейронных сетей. Налаженные нейронные сети можно применять для решения самых различных задач, от восстановления пропусков в данных до анализа и поиска закономерностей.

В данной работе рассматривается пример распознавания рукописных цифр, на основе которой проводится исследование эффективности нейронной сети в зависимости от значения различных параметров. Программа написана на языке Python. Для работы проверки эффективности программы используется два набора данных: тренировочный (60 000 цифр) и тестовый (10 000 цифр). В подготовленных файлах цифры представлены в виде значений 784 пикселей (размерность картинки 28x28).

Эффективность распознавания программы будет определяться количеством правильно распознанных цифр тестового набора. При первоначальном запуске программы со стандартными параметрами мы получаем 86 % правильно распознанных цифр. Данный результат уже достаточно неплох, но изменяя значения параметров можно получить результат лучше. Параметрами для изменения эффективности являются коэффициент обучения, количество эпох, количество скрытых узлов (при первом запуске их значения были равны соответственно 0.1, 2, 10).

Для исследования эффективности следует изменять параметры, перечисленные выше. Начнем с коэффициента обучения. При увеличении коэффициента мы

заметили небольшое улучшение результата. Однако после значения 0.3 заметно ухудшение результата. По-видимому, увеличение коэффициента обучения нарушает монотонность процесса минимизации ошибок методом градиентного спуска и сопровождается перескоками через минимум. При значении менее 0.1 так же заметно ухудшение в результате того, что слишком малые значения коэффициента обучения снижают эффективность. Это представляется логичным, поскольку малые шаги уменьшают скорость градиентного спуска. В итоге этого эксперимента было выяснено, что лучшими будут результаты при значениях коэффициента обучения в диапазоне 0.1–0.3.

Вторым изменяемым параметром будет количество эпох (количество прогонов программы). При значении эпох в диапазоне 5–7 заметно улучшение результата до 89%. При большем количестве эпох ухудшение эффективности возникло из-за переобучения сети.

Последним параметром для исследования будет количество скрытых узлов. До этого их было всего 10, но результат уже был очень хорош. После проверки результата на 100 скрытых узлах процент правильно распознанных цифр стал равен уже 96.5. Здесь при большем количестве скрытых узлов эффективность сети только возрастает. Однако и длительность расчета заметно возрастает. Довольно затратный по времени расчет с 500 узлами дал рекордный результат в 97.5.

Зависимость эффективности от значений параметров представлена на рисунке ниже.

Коэф. обучения	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	0.1
Кол. эпох	2	2	5	5	5	5
Кол. скр. узлов	10	10	10	10	100	500
Эффективность(%)	86	87	89	87	96.5	97.5

Рис. 1. Зависимость эффективности от значений параметров

В результате исследования нам удалось добиться очень хорошей эффективности. Однако используя другие алгоритмы с оптимальными параметрами можно получить большую точность. К примеру, алгоритм SVM дает прирост до 98.5 %, а рекордные показатели классификации превышают 99 %.

Библиографический список

1. Оганезов, А. Л. Применение нейронных сетей в задачах распознавания образов / А. Л. Оганезов. – Тбилиси, 2006. – 128 с.
2. Рашид, Т. Создаем нейронную сеть : пер. с англ. / Тарик Рашид. – Санкт-Петербург : Альфа-книга, 2017. – 272 с.
3. Аркадьев, А. Г. Обучение машины классификации объектов / А. Г. Аркадьев, Э. М. Браверманн. – Москва : Наука, 1971. – 192 с.
4. Горбань, А. Н. Обучение нейронных сетей / А. Н. Горбань. – Москва : ПараГраф, 1990. – 159 с.
5. Li Deng. Deep Learning Methods and Applications / Li Deng, Yu. Dong. – URL: <https://www.microsoft.com/en-us/research/wp-content/uploads/2016/02/DeepLearning-NowPublishing-Vol7-SIG-039.pdf>

Я. П. Щеголихин, М. А. Митрохин

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

БИБЛИОТЕКА PYTORCH КАК ИНСТРУМЕНТ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Аннотация. Объектом исследования является фреймворк PyTorch для разработки нейронных сетей. Целью исследования является выявление преимуществ данного фреймворка перед своими конкурентами.

На сегодняшний день машинное обучение и искусственный интеллект имеют широкое применение в различных областях. Особенно популярна задача распознавания изображений. В каждом современном смартфоне можно обнаружить функцию распознавания человеческого лица, при использовании встроенной камеры. Каждый водитель может встретить на дороге общего пользования камеры наблюдения, которые могут обнаруживать автомобили и распознавать их номера.

Существует много подобных примеров использования обработки изображений. Все это значительно упрощает жизнь и иногда может заменить человека, что позволяет экономить человеческие ресурсы.

Один из подходов к решению подобных задач обнаружения и классификации объектов на изображениях – это разработка нейронной сети. Искусственная нейронная сеть – это математическая модель, имеющая программное или аппаратное воплощение. Данная модель подобна биологическому строению нервных клеток живого организма [1].

Искусственная нейронная сеть состоит из множества различных нейронов, представляющих собой взаимодействующие между собой «процессоры». Каждый «процессор» довольно прост и имеет дело с сигналами, приходящими к нему от одних нейронов, и отправляет их другим. Соединяясь в одну большую сеть, нейроны в совокупности способны выполнять очень сложные задачи.

Нейронная сеть может обучаться, что дает ей преимущество перед традиционными алгоритмами распознавания в некоторых задачах. В процессе обучения сеть выявляет зависимости между данными, а также способна выполнять обобщение. При успешном обучении сеть способна возвращать верный результат на основе данных, отсутствующих в обучающей выборке.

Для разработки нейронных сетей чаще всего используются фреймворки – инструменты для более быстрой разработки программного продукта. Существует много различных фреймворков для разработки нейронных сетей. Самый популярный из них – TensorFlow, разработанный компанией Google. Основной API для работы с библиотекой реализован на языке Python.

Keras – это библиотека, основанная на Python, способная запускаться поверх TensorFlow, Theano или CNTK, была разработана инженером компании Google для ускорения экспериментов.

CNTK – это открытый фреймворк для глубокого обучения, создан для работы с большими датасетами под Python, Java, C++ и C#. Используется в таких компаниях, как Skype и Xbox [2].

Caffe – фреймворк, разработанный компанией Facebook на C++, имеет интерфейс Python. В 2017 был выпущен Caffe2, предназначенный для мобильных и крупномасштабных разработок.

PyTorch – это современная библиотека для машинного обучения, разработанная компанией Facebook, находящаяся в открытом доступе для любого пользователя. Данный фреймворк набирает популярность среди разработчиков программного обеспечения. Она отличается от других популярных библиотек, такие как TensorFlow, Theano и Caffe механизмом формирования и обработки графа вычислений.

Граф вычислений в нейронной сети – это ориентированный граф, вершинами (узлами) которого являются операции или переменные, а ребра определяют их последовательность. Значения, вводимые и выводимые с узлов, называются тензорами. Прямое распространение – это процесс передачи значений от входных нейронов к выходным. После прямого распространения вычисляется ошибка, основанная на значении выходного нейрона. На основе полученной ошибки, последовательно изменяются веса нейронной сети, начиная с выходного нейрона, что называется обратным распространением ошибки.

Все фреймворки делятся на 3 класса:

- Фиксированные модули. В этом подходе пользователь формирует заранее определенные блоки в граф вычислений и запускает его. Прямой и обратный проходы уже заложены в каждом таком блоке. Определение новых блоков гораздо сложнее использования готовых и требует более совершенных знаний и умений. Если все идеи реализуются в данном фреймворке, то скорость разработки максимальна, скорость работы также высока. Представителями этого класса являются Caffe, Caffe2, CNTK и Keras.

- Статический граф вычислений. При описании можно создать граф вычислений произвольного размера и сложности, но при компиляции доступными останутся всего 2 действия: запустить граф в прямом направлении или обратном. Этот подход позволяет обеспечить гибкость при разработке и высокую скорость в момент выполнения. Однако отладка в данном случае значительно усложняется. Представителями этого класса фреймворков являются TensorFlow и Theano.

- Динамический граф вычислений. При данном подходе граф строится динамически каждый раз при прямом проходе, чтобы была возможность сделать обратный проход. Этот способ дает большую гибкость при разработке и ни в чем не ограничивает пользователя. Представителями таких фреймворков является Torch и PyTorch [3].

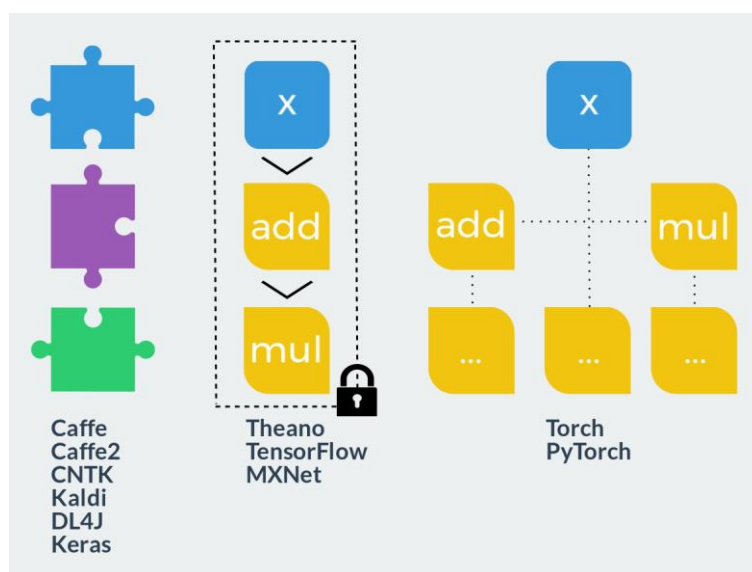


Рис. 1. Классы фреймворков

Библиотека PyTorch может использовать вычислительные мощности GPU и CPU. Использование отдельных бэкендов для разных платформ позволяет очень легко развернуть PyTorch на любых системах.

Эта библиотека создавалась для того, чтобы быть понятной и удобной в использовании. При выполнении строки кода, она позволяет отслеживать вычисления в реальном времени, создавая модели нейронных сетей. Благодаря такой архитектуре PyTorch увеличивает свою популярность.

PyTorch глубоко интегрирован с кодом C++, таким образом, пользователи могут программировать на C/C++ с помощью API расширения на основе FFI для Python. Эта функция расширила использование PyTorch для новых и экспериментальных случаев использования, что делает его предпочтительным выбором для использования в исследованиях.

Функциональность PyTorch построена на классах Python, поэтому весь его код может легко интегрироваться с пакетами и модулями Python. Подобно NumPy, эта библиотека на основе Python позволяет ускорить вычисления с использованием графического процессора и предоставляет богатые возможности API для нейронных сетевых приложений. PyTorch обеспечивает полную сквозную исследовательскую структуру, которая поставляется с наиболее распространенными строительными блоками для проведения ежедневных исследований в глубоком обучении. Он позволяет связывать высокоуровневые нейронные сетевые модули, потому что он поддерживает Keras-like API в своем пакете torch.nn [4].

Таким образом, PyTorch является одним из лидеров среди библиотек глубокого машинного обучения. Кроме того, благодаря своей архитектуре является достаточно простым и гибким в использовании. Он обеспечивает необходимую производительность для выполнения исследовательской работы.

Таким образом, в сравнении PyTorch с конкурентами можно выделить несколько значительных плюсов:

- Существует множество предварительно обученных моделей [5];
- Легко писать свои типы слоев и работать с GPU;
- Имеет множество модульных элементов, комбинируемых между собой;
- Поддерживает популярные программы-отладчики pdb, ipdb и PyCharm.

Библиографический список

1. Искусственная нейронная сеть // Wikipedia. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Искусственная_нейронная_сеть (дата обращения: 29.01.2020).
2. Сравнение фреймворков для глубокого обучения: TensorFlow, PyTorch, Keras, MXNet, Microsoft Cognitive Toolkit, Caffe, etc // Habr. – URL: <https://habr.com/ru/company/otus/blog/443874> (дата обращения: 29.01.2020).
3. PyTorch – ваш новый фреймворк глубокого обучения // Habr. – URL: <https://habr.com/ru/post/334380> (дата обращения 31.01.2020).
4. Что такое PyTorch и как он работает? // Kverner. – URL: <https://www.kverner.ru/chto-takoe-pytorch-i-kak-on-rabotaet> (дата обращения: 02.02.2020).
5. Топ-10 фреймворков для искусственного интеллекта: часть первая. – URL: <https://vc.ru/ml/80391-top-10-freymvorkov-dlya-iskusstvennogo-intellekta-chast-pervaya> (дата обращения: 03.02.2020).

УДК 004

И. А. Викишняйкина, Л. А. Несяева

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

К ВОПРОСУ О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В МЕДИЦИНЕ

Аннотация. Рассматриваются возможности по использованию технологии блокчейн в здравоохранении. Анализируются ее достоинства и недостатки, уделяется внимание существующим проблемам. Оценивается потенциал технологии в данной сфере.

Блокчейн – это децентрализованная база данных, позволяющая сохранять данные и, основываясь на алгоритмах криптографии, гарантировать их сохранность и целостность, это реестр, распределенный по разным машинам в сети без применения общего доверенного узла [1].

Цифровые деньги стали пилотным проектом на блокчейне и доказали его эффективность. Но криптовалюта – не единственное применение технологии. Стали предлагаться самые разные сферы применения блокчейна: выборы, авторские права, рынок труда, благотворительность, недвижимость, наука, образование [2, 3].

Блокчейн в медицине – это новое, но перспективное направление. Блокчейн был известен еще до появления криптовалюты, однако внимание широких масс привлек только когда биткоин вырос до 1000 USD [3].

Цифровые технологии считаются наиболее востребованной линией работы Минздрава России. Уже 7 лет внедряется Единая государственная информационная система здравоохранения (ЕГИСЗ). Закон № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан РФ» предписывает разрабатывать стандарты медпомощи с учетом электронной статистики. Сегодня в российских больницах порой существуют только электронная база данных на владельцев полисов ОМС и электронная запись на прием, единой программы для учета пациентов нет, информация из больницы в ФОМС порой передается вручную, электронное взаимодействие в должной мере не налажено [4].

1 января 2018 года в России вступил в силу закон о телемедицинской помощи – официальные консультации и консультации с использованием Интернета и телевидения. В этом же законе прописаны детали выдачи электронных рецептов. Говоря о рынке медицинских услуг, правительство очень быстро проявило инициативу и задумалось о том, как применять технологию блокчейн [3]. Между тем, в мире уже есть несколько действительно полезных электронных медицинских проектов:

Суперкомпьютер Watson на основе данных и статистики ставит диагнозы больным раком. Точность диагностики часто выше, чем у врачей, особенно в случае редких форм рака [3].

Startup ai создает аналогичную платформу для обсуждения искусственных заболеваний других заболеваний. Робогеномика, робогематология и робоанатомия находятся в списке ближайших разработок [3].

Еще более амбициозные проекты включают единую глобальную базу данных пациентов и взаимодействие больниц по всему миру в электронном виде. И это вполне возможно при использовании технологии блокчейн [3].

Внедрение современных цифровых технологий возможно только тогда, когда для этого есть все возможности. Факт реальности таков, что даже в городских больницах не все врачи освоили компьютер.

Там, где цифровые технологии уже широко используются, на начальном этапе ввода информации могут возникнуть сложности: кому это следует поручить? как предотвратить утечку информации в неподобающих целях? как избежать ошибок и как их исправить?

В то же время блокчейн является довольно дешевой технологией, и с ее внедрением можно встретить противодействие из-за коррупции в системе государственных закупок.

Но есть и возможные риски. Блокчейн имеет уязвимости, вызванные спецификой технологии. Если база данных все еще взломана, информация может быть потеряна или повреждена – вам необходимо создать резервную копию данных. Чем больше информации в базе данных, тем больше места требуется компьютерам для ее хранения.

Но главное преимущество технологии блокчейн в том, что она решает проблему доверия в сложной среде.

Самым простым способом использования блокчейна в здравоохранении является отслеживание цепочки поставок, например, обычных лекарств или лекарств, содержащих наркотические вещества и подлежащих особому контролю.

Мы всегда можем видеть, кому конкретно лекарства были переданы, в какой степени они необходимы и так далее. Конечно, это особенно важно, когда речь идет о лекарствах, используемых в медицине.

Некоторые уже работают над созданием таких систем, например, проект MediLedger, объединяющий многих участников фармацевтической отрасли, включая таких гигантов, как Pfizer, Genentech и ряд крупных дистрибьюторов, является многообещающим. Проект был запущен только в 2017 году [5].

Использование блокчейна также может помочь путешественникам в случае проблем со здоровьем [6, 7]. Если иностранцу нужна операция, врач не знает, с какими проблемами он сталкивался раньше. До сих пор он должен получать всю информацию от слов пациента, который может что-то забыть, солгать или потерять сознание. И это может помочь в подготовке врачей [8].

Таким образом, Блокчейн – это, безусловно, перспективная цифровая технология, способная продвинуть медицину вперед и организовать международный обмен опытом. Однако она требует соответствующего уровня развития в регионах для внедрения.

Библиографический список

1. Szabo, N. 'Formalizing and securing relationships on public networks' / N. Szabo // First Monday. – 1997. – № 2 (9). – URL: <http://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/548>
2. Неворотова, Е. А. К вопросу разработки информационной системы электронного гербария / Е. А. Неворотова, В. А. Маслов // Вестник Пензенского государственного университета. – 2017. – № 4 (20). – С. 96–100.
3. Технологии блокчейн в медицине: зачем и кому это нужно. – URL: <https://cripto24.ru/blokchejn-tehnologii/blokchejn-v-meditsine> (дата обращения: 11.05.2019).
4. Карпинова, А. В. Организация межведомственного электронного взаимодействия / А. В. Карпинова, Ю. В. Кротова, В. А. Маслов, Н. Н. Шокорова // Информационные техно-

логии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. III Всерос. ежегодной межвуз. студ. науч.-практ. конф. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2016. – С. 27–29.

5. Блокчейн в медицине: три направления, где он может найти применение. – URL: <https://doctor.rambler.ru/news/39391457-blokcheyn-v-meditsine-tri-napravleniya-gde-on-mozhet-nayti-primeneniye> (дата обращения: 11.05.2019).

6. Маслов, В. А. Методика идентификации и событийного управления мобильными устройствами на основе технологии Bluetooth / В. А. Маслов, А. А. Финогеев, А. Г. Финогеев // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2008. – № 2 (6). – С. 64–71.

7. Маслов В. А. Использование технических средств беспроводных коммуникаций в организациях системы здравоохранения / В. А. Маслов // Современные технологии документооборота в бизнесе, производстве и управлении : сб. ст. XVI Междунар. науч.-практ. конф. / под ред. Л. Р. Фионовой, Н. Н. Шокоровой. – Пенза : Приволж. дом знаний, 2016. – С. 65–68.

8. Финогеев, А. Г. Архитектура виртуальной обучающей среды с поддержкой технологий беспроводного доступа к информационным ресурсам / А. Г. Финогеев, В. А. Маслов, А. А. Финогеев // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2010. – № 6. – С. 76–97.

УДК 004.9

А. В. Игнатенко, Г. М. Тростянский

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ИНФОРМАЦИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ФИЛИАЛА ВГТРК ГТРК «ПЕНЗА» С ОРГАНАМИ ВЛАСТИ

Аннотация. Проанализировано информационное взаимодействие филиала ВГТРК ГТРК «Пенза» с органами власти. Описаны различные формы, возможность и условия взаимодействия. Проанализирован официальный сайт филиала на соответствие требований Федерального закона «О средствах массовой информации». Приведены примеры информационного взаимодействия с органами власти на практике.

Средства массовой информации (СМИ) играют большую роль в формировании мнения населения об органах власти. Сегодня средства массовой информации характеризуют как: великий арбитр, четвертая власть наряду с законодательной, исполнительной и судебной властью.

Современную политику невозможно представить без прессы, радио и телевидения. Именно телевидение освещает деятельность органов власти в полной мере, поскольку практически в каждом доме, каждой квартире есть телевизор, который является наиболее доступным способом связи с внешним миром и средством получения информации, а также самым влиятельным из СМИ, доносящим до человека не только звук, текст, изображение, но и создающим эффект присутствия, личного общения с каждым в отдельности, психологическое ощущение сопричастности зрителя к происходящим событиям. В нашей стране телевидение обрело особый статус. Здесь сложились стереотипы правдивости телевидения и безоговорочного доверия к нему.

Филиал ВГТРК ГТРК «Пенза» является крупнейшей вещательной [1] организацией на территории Пензенской области. Филиал можно смело назвать современной медиакомпанией, основной задачей которой является развитие и популяризация

информационного вещания в Пензенском регионе. В структуру филиала ВГТРК ГТРК «Пенза» входят два телеканала, две радиостанции и официальный сайт.

Филиал ВГТРК ГТРК «Пенза» использует следующие формы взаимодействия с органами власти:

- интервью;
- пресс-конференции;
- приглашение представителей филиала (как правило, съемочной группы) на
- различные мероприятия органов власти.

Однако данные формы контактов не всегда можно проводить ежедневно. В связи с этим филиал ежедневно обменивается информационными сообщениями с органами власти. Как правило, используется электронный почтовый ящик, который позволяет своевременно получить необходимую информацию и быстро принять решение.

Помимо того, в структуру филиала ВГТРК ГТРК «Пенза» входит официальный сайт, зарегистрированный в качестве сетевого издания как Средство массовой информации. Согласно Федеральному закону «О средствах массовой информации» [2] сетевое издание в выходных данных должно содержать следующие сведения:

- наименование (название) издания;
- учредитель (соучредители);
- фамилия, инициалы главного редактора;
- адрес электронной почты и номер телефона редакции;
- знак информационной продукции в случаях, предусмотренных Федеральным законом «О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию» [3];
- зарегистрировавший СМИ орган и регистрационный номер.

Также следует отметить, что положения Федерального закона «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» [4] распространяют свое действие на сетевые издания, из чего возникает прямая обязанность для владельцев сетевых изданий соблюдать требования данного Федерального закона.

Проанализировав официальный сайт филиала ВГТРК ГТРК «Пенза», можно отметить, что все требования Федерального закона «О средствах массовой информации» соблюдены в полной мере.

Официальный сайт филиала ВГТРК ГТРК «Пенза» является инструментом, связывающим общество и органы власти, так как именно на сайте предоставлена большая часть информации, касающаяся деятельности органов власти.

Филиал ВГТРК ГТРК «Пенза» использует несколько источников для вещания новостей, например, перед предстоящей прямой линией с Губернатором Пензенской области были задействованы не только телевидение, но и радио и официальный сайт. Именно на официальном сайте были размещены итоги прошедшего события.

На официальном сайте филиала ВГТРК ГТРК «Пенза» присутствует раздел «Политика», который в полной мере освещает деятельность не только местных органов власти, но и федеральных органов власти.

Таким образом, информационное взаимодействие филиала ВГТРК ГТРК «Пенза» с органами власти представляет собой сложную систему, которая позволяет решать несколько задач: информирование населения о деятельности органов власти, привлечение органов власти в принятии решений жизни граждан, обеспечение поддержки решений, и создание благоприятного имиджа органов власти, получение обратной связи от органов власти [5].

Библиографический список

1. Официальный сайт филиала ВГТРК ГТРК «Пенза». – URL: <https://russia58.tv>
2. О средствах массовой информации : федер. закон № 2124-1 от 27.12.1991 (с изм. № 426-ФЗ от 02.12.2019).
3. О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию : федер. закон № 436-ФЗ от 29.12.2010 (с изм. № 93-ФЗ от 01.05.2019).
4. Об информации, информационных технологиях и о защите информации : федер. закон № 149-ФЗ от 27.07.2006 (с изм. № 427-ФЗ от 02.12.2019).
5. Богомолова, Е. Г. Особенности взаимодействия органов государственной власти и средств массовой информации / Е. Г. Богомолова // Ученые записки Тамбовского отделения РoCMY. – Москва, 2017. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-vzaimodeystviya>

УДК 005.8

А. А. Киреева, Ю. Г. Кирюхин

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ЗАРУБЕЖНЫЙ СОВРЕМЕННЫЙ ОПЫТ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДОКУМЕНТООБОРОТА

Аннотация. Рассматриваются основные направления развития сферы управления проектами совершенствования внутрифирменного документооборота. Особое внимание уделяется тенденциям развития рассматриваемой сферы и позициям, достигнутым на данный момент.

Главными условиями успешного функционирования и дальнейшего развития системы управления предприятием являются накопление, обработка, передача и хранение необходимой информации. Каждая управленческая функция сопровождается определенным комплексом документов, состав которых зависит от круга решаемых задач, объема и характера компетенции организации, порядка принятия решения, формами взаимосвязей с другими предприятиями и т.п. В качестве оправдавшего себя механизма повышения эффективности деятельности предприятий проявила себя оптимизация документооборота, осуществляемая с участием консультантов при активном использовании внутренних возможностей самих предприятий.

Совершенствование документооборота стало высокоэффективным инструментом повышения конкурентоспособности предприятий и рассматривается как мероприятие по приведению условий функционирования предприятия в соответствие с изменяющимися условиями рынка и выработанной стратегией.

Необходимость совершенствования документооборота возникает не только у предприятий, находящихся в неблагоприятном состоянии (спад производства и оборота, приближение к состоянию банкротства и др.). Огромный интерес проявляют и руководители прибыльных предприятий.

В 2018 году Институтом управления проектами (Project Management Institute, PMI) был опубликован ежегодный отчет «Пульс профессии PMI» («PMI's Pulse of the Profession»), который посвящен исследованиям в области проектного, про-

граммного и портфельного управления организациями. Согласно информации, содержащейся в данном отчете, 58 % компаний разных стран мира осознают значимость управления проектами для их развития и работоспособности, 41 % респондентов связывают проектное управление с осуществлением поставленных целей и бизнес-идей. 93 % опрошенных компаний применяют стандартизированные практики управления проектами в различных отраслях деятельности [1].

При помощи анализа существующих публикаций, посвященных исследованию проектного менеджмента в области внедрения информационных технологий в организации, можно выделить ряд направлений развития сферы управления проектами. Главная роль отводится менеджеру проекта, так как именно от его умений и навыков зависит эффективность повышение эффективности выполнения проекта.

К другим тенденциям развития следует отнести:

- широкое распространение гибких методик управления проектами, позволяющие создавать ориентир на достаточно точное формирование требований на окончательный результат проекта и допустимость постоянных изменений;
- расширение полномочий и увеличение роли управляющих проектом, т.е. стремление к упрощению организационных проектных структур, ориентация на коммуникабельность сотрудников и принятие быстрых решений;
- также требование от руководителя проектом более развитых навыков, в том числе оперативное реагирование на внесение изменений, что обычно не требуется при классическом подходе в управлении.

Вышеперечисленные тенденции развития сферы управления проектами в области внедрения совершенствования документооборота позволяют отметить, что классический подход к проектному циклу отходит в сторону, уступая место более гибкому и влиятельному на стратегическое развитие организации подходу.

Библиографический список

1. Прохорова, М. П. Тенденции проектного управления на современном этапе / М. П. Прохорова, А. А. Шкунова, Т. А. Егорова // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования, 2018. – № 8 (34). – С. 292–296.

УДК 651.4

И. А. Викишняйкина, Ю. Г. Кирюхин

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТООБОРОТ В УЧРЕЖДЕНИИ

Аннотация. Информационные потоки являются важным ресурсом любой организации. Внедрение электронного документооборота решает проблемы традиционного документооборота, а также предоставляет дополнительные преимущества в работе организации.

Все чаще руководители разных компаний принимают решение о внедрении систем электронного документооборота для построения эффективной системы управления бизнес-процессами и документами компании в целом.

Рассмотрим ключевые понятия электронного документооборота. Документооборот – движение документов в организации с момента их создания или получения до завершения исполнения или отправления.

Электронный документооборот – совокупность процессов по работе с документами, представленными в электронном виде без использования бумажных носителей. Может быть рассчитан на работу как в рамках небольшой структуры, например, канцелярии, отдела, департамента или локальной организации в целом, так и в рамках территориально-распределенной организации со сложной схемой информационных потоков [1].

Однократная регистрация документа, которая позволяет однозначно идентифицировать документ и возможность параллельного выполнения действий, что позволяет в разы сократить время движения документов и повышения оперативности их исполнения – это одни главных принципов работы электронного документооборота. Второстепенными принципами работы являются: возможность параллельного выполнения операций, позволяющая сократить время движения документов и повышения оперативности их исполнения; непрерывность движения документа, позволяющая идентифицировать ответственного за исполнение документа (задачи) в каждый момент времени жизни документа (процесса); единая (или согласованная распределенная) база документной информации, позволяющая исключить возможность дублирования документов; эффективно организованная система поиска документа, позволяющая находить документ, обладая минимальной информацией о нем.

Одним из главных вопросов, при внедрении электронного документооборота, является «каким образом необходимо правильно ввести электронный документооборот?».

Итак, отвечая на этот вопрос, можно с уверенностью сказать, что на первом этапе необходимо принять принципиальное решение о введении электронного документооборота. Такое решение оформляется приказом по предприятию. На втором этапе необходимо выбрать, какую подпись будет использовать компания при оформлении документов.

Третьим этапом будет выбор специального удостоверяющего центра. Для выбора компании, специализирующейся на электронном документообороте, важно оценить удобство работы именно с определенной компанией. На четвертом этапе необходимо предоставить документы для заключения договора. Пятым этапом является заключение договора с удостоверяющим центром. И шестым этапом является внедрение электронного документооборота в компании и организация конкретного обмена электронными документами [2].

Внутри компании электронный документооборот должен быть организован как часы. Электронный документооборот предполагает сканирование документов, подписание электронной цифровой подписью.

Какие же задачи выполняет электронный документооборот?

- ✓ обеспечивает прозрачность деятельности организации и эффективность управления, за счет автоматического контроля выполнения задач на предприятии;
- ✓ осуществляет поддержку соответствия международным стандартам качества;
- ✓ оптимизирует и автоматизирует бизнес-процессы и механизмы их выполнения и контроля на предприятии;
- ✓ упрощает и удешевляет хранение документов за счет электронного архива.

Электронный документооборот представляет собой информационную систему, которая позволяет более рационально и легко пользоваться данными компании. Она включает в себя специализированное программное обеспечение, электронную почту, дающую возможность оперативной связи, интернет, локальную сеть и так далее [3].

В основном, преимущества электронного документооборота заключаются в экономии трудовых и материальных ресурсов, а также в существенном сокращении затрат времени на создание, хранение и обработку документов.

Электронный документооборот может быть применим в любой организации: и на малом предприятии, и в огромной корпорации или холдинге с разветвленной сетью филиалов. Он обладает целым рядом преимуществ. Во-первых, это прозрачность бизнес-процессов. Контроль над исполнением, получением, созданием и, вообще, существованием документов в электронной системе осуществляется быстрее и проще, что позволяет следить за бизнес-процессами руководству и линейным руководителям.

Внедрение системы электронного документооборота также позволяет повысить уровень конфиденциальности. Каждый участник получает именно ту степень доступа к документам компании, которая соответствует его полномочиям: чтение, редактирование документа, либо полные права. Все действия протоколируются в компьютерной системе, поэтому в любой момент можно посмотреть, кто работал с данными, вносил изменения в них.

Вообще, проблема конфиденциальности стоит очень остро. Утрата некоторых документов компании может повлечь за собой миллионные убытки. Ведь бумажные документы можно без проблем изъять из папки и всю информацию передать на сторону. Процесс организации электронного документооборота в организации включает следующие этапы: анализ организационной структуры предприятия; выделение основных бизнес-процессов и потоков работ; описание схемы движения документов; составление номенклатуры документов, формирование справочников и классификаторов, составление инструкций; обучение персонала организации.

При этом стоит учесть, что некоторые этапы могут идти параллельно. В зависимости от протяженности перечисленных выше факторов организация электронного документооборота может занять от одной-двух недель до полугода [4].

Таким образом, электронный документооборот необходим в любой организации, независимо от масштаба и типа собственности. По причине того, что эффект от электронного документооборота измеряется не прямой экономией ресурсов, а заметным повышением качества труда сотрудников, следовательно, и качеством работы всей организации.

Библиографический список

1. Шрэйтэр, К. О. Электронный документооборот: возможности и преимущества / К. О. Шрэйтэр // Молодой ученый. – 2015. – № 2. – URL: <https://moluch.ru/archive/82/14889>
2. Внедрение систем электронного документооборота: проблемы и решения. – URL: https://iteam.ru/publications/it/section_64/article_2687
3. Единый портал Электронной подписи (АО «Аналитический центр»). – URL: <http://www.iecp.ru>
4. Информационный портал DIRECTUM. Статьи и аналитика. – URL: <http://www.directum.ru/425833.aspx>

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СМАРТ КОНТРАКТОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Аннотация. Рассматриваются возможности по использованию смарт контрактов в документировании образовательного процесса. Анализируются их достоинства и недостатки, уделяется внимание существующим проблемам.

Смарт контракты можно охарактеризовать как самое широко используемое применение технологии блокчейн в настоящее время. Понятие смарт контрактов было введено Ником Сабо [1], юристом и криптографом в 1997-м году. Он пришел к заключению, что любая децентрализованная книга записей может быть представлена в виде самоисполняемых контрактов, которые позднее были названы Смарт контрактами. Цифровые контракты могут быть преобразованы в коды, которые могут быть исполнены в блокчейне [2].

Не смотря на то, что идея смарт контрактов появилась довольно давно, наш мир живет на бумажных контрактах. Даже если используются цифровые контракты, избежать привлечения доверенной третьей стороны нельзя. Привлечение третьей стороны может вести к проблемам с безопасностью, мошенническим действиям, а также увеличению платы за транзакции.

С введением блокчейна в сфере цифровых технологий подобные проблемы можно решить быстро и просто. Система, в основе которой лежит блокчейн, позволяет субъектам в сети взаимодействовать друг с другом распределено, устраняя тем самым необходимость в присутствии доверенной третьей стороны. Проще говоря, Блокчейн—это технология, которая хранит данные в распределенной книге записей. Хранящиеся данные обо всех записях и транзакциях доступны всем участникам сети в реальном времени. Внимание к технологии блокчейн повысилось с введением Биткойна, первой и наиболее проработанной криптовалюты на сегодняшний день. Блокчейн развивается, и, кроме применения в криптовалютах, появляются другие способы его использования различных отраслях.

Смарт контракты—это одно из наиболее успешных применений технологии блокчейн. Использование смарт контрактов вместо обычных контрактов позволяет существенно снизить стоимость транзакций. Ethereum—наиболее популярная платформа блокчейн для создания смарт контрактов. Она поддерживает функцию, называемую Тьюринг-законченность, которая позволяет создавать смарт контракты с более широкими возможностями настройки. Смарт контракты можно использовать в различных отраслях и областях, например, в умных домах, электронной коммерции, управление недвижимостью и активами и т.д.

Смарт контракт—это совокупность машинного кода между двумя и более участниками, который исполняется на вершине цепочки блокчейн и состоит из набора правил, согласованных участниками. По факту исполнения, при условии, что весь набор предустановленных правил соблюден, смарт контракт выполняет сам себя, выдавая конечный результат. Эта часть кода позволяет применять децентрализованную автоматизацию путем упрощения, проверки и обеспечения соблюдения условий базового соглашения. Смарт контракты позволяют обменивать любую ценность, включая деньги, акции, собственность и т.д., совершенно прозрачно, исключая необходимость привлечения к этому процессу любых посредников и любые конфликты внутри системы.

Сфера образования быстрее реагирует на потребности рынка [3, 4]. Сразу в нескольких российских вузах 2017–2018 учебный год стал первым, в котором запущены спецкурсы по блокчейну. Например, Санкт-Петербургский государственный университет.

НИТУ «МИСиС» при поддержке одного из крупных отечественных банков анонсировал создание первого в России специализированного экспертного центра по внедрению блокчейн-технологий в сфере госуправления.

Также, блокчейн позволяет стандартизировать сертификаты и дипломы университетов и образовательных онлайн порталов [5, 6], что в перспективе позволит легализовать их для всех стран мира.

Сертификаты и дипломы подтверждают наличие определенных навыков и знаний у кандидата [7]. Хранение данных в одной системе позволяет распространять их между компаниями, создавая систему динамичного поиска кадров по набору умений специалиста для конкретных предприятий.

Потенциал смарт контрактов достаточно широк. Их можно использовать как для обычных небольших соглашений, так и для правительственных и корпоративных контрактов. Они позволяют покупателям и продавцам отслеживать свои покупки на протяжении всей цепочки поставок, увеличивая доверие между ними.

В то время как общество оплачивает за заключение соглашений посредникам, таким как юристы, государственные органы и т.д., смарт контракты экономят эти деньги, устраняя необходимость в таких посредниках. Когда дело доходит до использования смарт контрактов, все, что нужно сделать, это проверить код перед исполнением, после этого все будет сделано в электронном виде. Смарт контракты предоставляют возможность упростить и автоматизировать наши рутинные транзакции и процессы.

Основой смарт контрактов являются интерфейсы, правила бизнеса и данные. С развитием технологий смарт контракты должны также обновляться для устранения любых проблем с совместимостью с операционными системами и выполнять свои прямые функции правильно. Пока смарт контракты находятся в стадии разработки, они могут нести в себе некоторые уязвимости. Для того, чтобы сделать смарт контракты частью нашей повседневной жизни необходимо своевременно обновлять как меры по кибер безопасности, так и платформы для создания смарт контрактов.

Библиографический список

1. Szabo, N. 'Formalizing and securing relationships on public networks' / N. Szabo // First Monday. – 1997. – № 2 (9). – URL: <http://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/548>
2. Morozov, E. To Save Everything, Click Here: Technology, Solutionism, and the Urge to Fix Problems that Don't Exist / E. Morozov. – Philadelphia : Perseus, 2013.
3. Финогеев, А. Г. Структура электронной образовательной среды с использованием гетерогенных сетей для доступа к информационным ресурсам / А. Г. Финогеев, В. А. Маслов, А. А. Финогеев // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2011. – № 1 (17). – С. 106–116.
4. Финогеев, А. Г. Гетерогенное информационное пространство для поддержки учебного процесса на базе технологий беспроводной связи / А. Г. Финогеев, В. А. Маслов, А. А. Финогеев // Информатизация образования и науки. – 2011. – № 1 (9). – С. 44–55.
5. Маслов, В. А. Методика идентификации и событийного управления мобильными устройствами на основе технологии Bluetooth / В. А. Маслов, А. А. Финогеев, А. Г. Финогеев // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2008. – № 2. – С. 64–71.
6. Финогеев, А. Г. Архитектура виртуальной обучающей среды с поддержкой технологий беспроводного доступа к информационным ресурсам / А. Г. Финогеев, В. А. Маслов, А. А. Финогеев // Дистанционное и Виртуальное Обучение. – 2010. – № 6. – С. 76–97.
7. Кузнецова, В. П. Блокчейн в образовании / В. П. Кузнецова, И. А. Бондаренко // Россия: тенденции и перспективы развития. – 2018. – № 13-1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/blokcheyn-v-obrazovanii> (дата обращения: 11.12.2019).

И. В. Китов, Л. В. Коровина

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАЦИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ ПО УПРАВЛЕНИЮ ДОКУМЕНТАМИ ГОСТ Р ИСО 15489-1-2007 И ГОСТ Р ИСО 15489-1-2019

Аннотация. Приведена сравнительная характеристика национальных стандартов ГОСТ Р ИСО 15489-1-2007 и ГОСТ Р ИСО 15489-1-2019, регламентирующих сферу управления документами.

Согласно требованиям ГОСТ Р ИСО 22310-2009 [1] вновь разрабатываемые стандарты (в том числе стандарты организаций), устанавливающие требования к процессу управления документами, должны быть совместимы с ГОСТ Р ИСО 15489-1.

В январе 2020 года взамен действующего ранее ГОСТ Р ИСО-1-2007 [2] был введен ГОСТ Р ИСО 15489-1-2019 [3], устанавливающий принципы управления документами в организациях различных форм собственности и областей деятельности. Его положения распространяются на документы всех форматов, вне зависимости от вида носителя, что особо значимо в условиях повсеместного внедрения в практику деятельности предприятий систем электронного документооборота (СЭД).

Указанный национальный стандарт является идентичным (IDT) международному стандарту, и его применение способствует устранению технических барьеров при организации международного информационного обмена. Содержание ГОСТ Р ИСО 15489-1-2019 подробно рассмотрено в статье [4].

Следует отметить, что структура и требования ГОСТ Р ИСО 15489-1-2019 имеют ряд отличий от стандарта 2007 года. Выделим наиболее значимые из них.

1. Исключен раздел 8 «Проектирование и внедрение системы управления документами», подразделы 9.3 «Включение документов в систему управления документами», 9.8 «Контроль документооборота», 9.10 «Документирование процессов управления документами» и т.д. Это обусловлено заменой понятия «система управления документами», которое широко использовалось в ГОСТ Р ИСО 15489-1-2007 на термин «документная система». Согласно ГОСТ Р ИСО 15489-1-2019 основным назначением документной системы является поддержание связи между документами, относящимися к некоторой деловой операции, реализуемой в рамках функционирования организации. Подчеркнем, что отдельные вопросы, связанные с разработкой и функционированием системы управления документами, детально рассматриваются стандартами серии ИСО 30300.

2. Включен раздел 7 «Анализ деловых процессов». Поскольку процессы деятельности находятся в непосредственной взаимосвязи с образующимися в ходе их реализации документами [5], результаты анализа можно условно разделить на две группы:

- выводы, касающиеся проблем менеджмента;
- выводы, связанные с технологией и организацией управления документами, которые должны быть использованы при разработке и внедрении средств управления документами.

3. Раздел 5 «Документы и документные системы» включил в себя требования и к документам, и к документным системам. В ГОСТе 2007 года они были определены в разных разделах.

4. Поскольку наряду с документами создаются и хранятся их метаданные (раздел 5), уничтожению или передаче на хранение подлежат не только документы, но и метаданные организации (раздел 9). Факт уничтожения документов должен быть зафиксирован (п. 9.9).

5. Расширился раздел 6 «Политика и распределение ответственности», т.к. сотрудники организации теперь отвечают не только за отдельные аспекты управления документами, но и за разработку, внедрение и поддержку схем метаданных.

6. Значительно изменился терминологический аппарат. Пояснение получили такие термины, как «схема метаданных», «транзакция», «агент», «функция» и т.д., а термины «контроль», «перемещение», «передача», «индексирование» и другие вышли из употребления. На рис. 1 представлена взаимосвязь основных терминов ГОСТ Р ИСО 15489-1–2019.

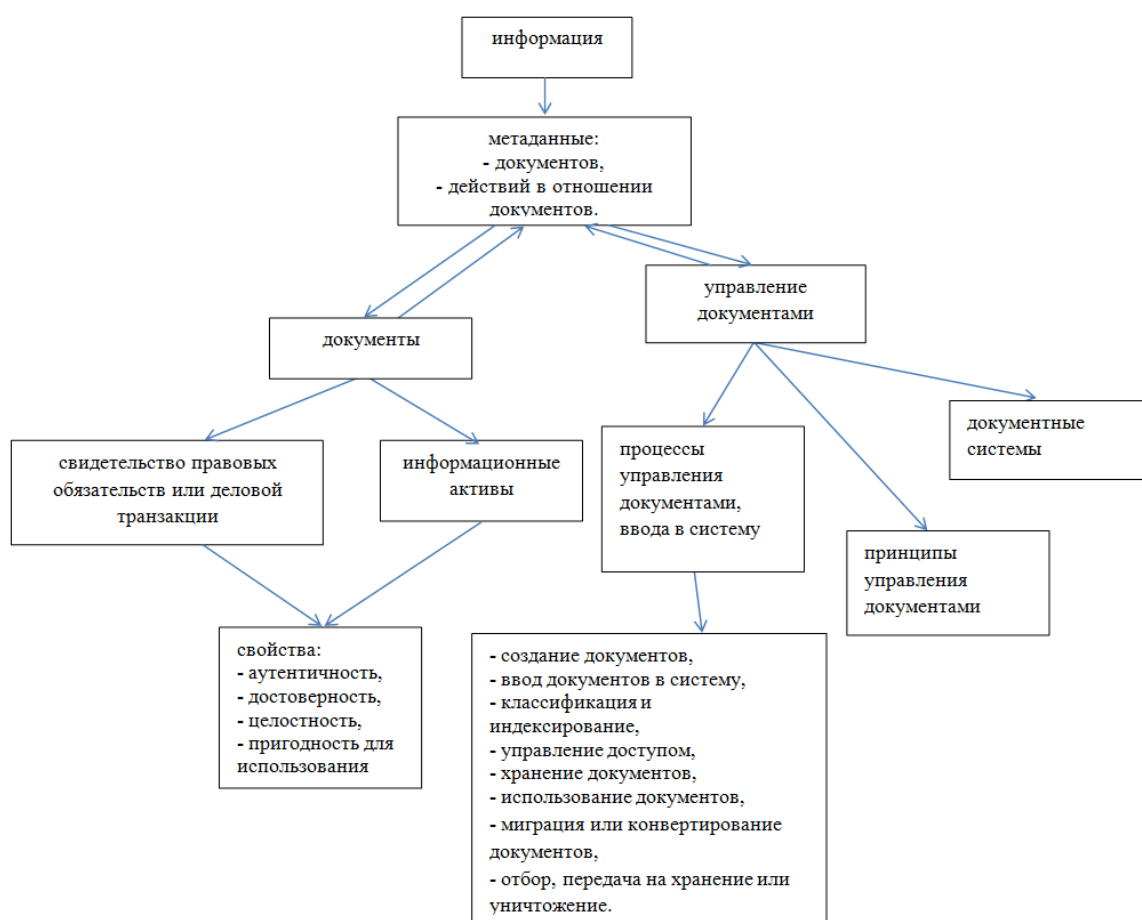


Рис. 1. Взаимосвязь основных понятий

7. Подраздел 6.5 «Компетентность и обучение» стандарта 2019 года содержит положение о регулярной оценке компетентности сотрудников, в обязанности которых входят создание, ввод в систему и управление документами.

8. Согласно подразделу 5.3 документные системы должны отвечать требованию совместимости различных систем для обеспечения эффективности информационного обмена предприятия с подведомственными или вышестоящими организациями.

На основе анализа представленного материала можно сделать вывод, что требования ГОСТ Р ИСО 15489-1-2019 позволяют учитывать особенности сферы управления документами в условиях реализации национальной программы «Цифровая экономика РФ».

Библиографический список

1. ГОСТ Р ИСО 22310–2009 СИБИБД. Информация и документация. Руководство для разработчиков стандартов, устанавливающих требования к управлению документами. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200076838> (дата обращения: 07.02.2020).
2. ГОСТ Р ИСО 15489-1–2007. Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Управление документами. Общие требования. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_135548 (дата обращения: 07.02.2020).
3. ГОСТ Р ИСО 15489-1–2019. Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Информация и документация. Управление документами. Часть 1. Понятия и принципы. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_329486 (дата обращения: 07.02.2020).
4. Суровцева, Н. Г. Новый национальный стандарт по управлению документами ГОСТ Р ИСО 15489-1–2019 / Н. Г. Суровцева // Делопроизводство. – 2019. – № 3. – С. 36–44.
5. Коровина, Л. В. Влияние состояния делопроизводства на эффективность деятельности организации / Л. В. Коровина, И. В. Усманова // Программные системы и вычислительные методы. – 2016. – № 4. – С. 118–123.

УДК 004

Ю. С. Суркова, А. И. Бибарсова

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЛОКЧЕЙНА В ОРГАНАХ ВЛАСТИ

Аннотация. Рассматриваются возможности по использованию блокчейна в органах власти. Анализируются его достоинства и недостатки, уделяется внимание существующим проблемам.

На первый взгляд блокчейн и государственные процессы – понятия слабо связанные. Существует общее представление о том, что технологии и правительства конкурируют друг с другом. Возможно, это связано с тем, что криптовалюты уменьшают или даже устраняют необходимость в централизованных учреждениях. В настоящее время существует тенденция к более широкому использованию технологии блокчейн по многим причинам.

На сегодняшний день в развитых странах активно применяются новые технологии в использовании системы электронного документооборота. Одним из актуальных направлений является технология blockchain[1]. Система электронного документооборота на основе данного подхода обеспечивает наличие таких принципов, как высокий уровень доверия к системе, их максимальная защищенность, общедоступность для всех участников и открытость при передаче информации.

Рассмотрим основные преимущества технологии блокчейн.

Во-первых, при использовании технологии блокчейн организации снизят правовые риски и увеличат скорость и точность обработки информации.

Во-вторых, с помощью данной технологии вся информация будет прозрачна и открыта для общего доступа пользователей.

В-третьих, при использовании технологии блокчейн затраты будут значительно меньше, чем при использовании централизованном хранении данных. Также она позволит уменьшить расходы при обмене платежами.

Опираясь на существующий опыт, можно применять данную технологию в государственном и муниципальном управлении, так как на данный момент, сторонники системы электронного документооборота с применением блокчейн говорят о больших преимуществах ее использования. Теперь выделим проблемы при использовании технологии блокчейн в ЭДО.

Во-первых, возникают организационные сложности при использовании технологии. Так, например, если блокчейн не предполагает единого центра, с помощью которого можно было управлять, то при возникновении ошибок и критических проблем трудно оказывать техническую поддержку и устранять возникающие проблемы участников электронного документооборота.

Вторая проблема в системе ЭДО связана с оказанием услуг ее участникам. Поскольку созданный электронный документ имеет, во-первых, юридическую силу, а во-вторых, обмен данными в системе происходит между юридическими лицами, поэтому необходимо настраивать права доступа, маршруты согласования, интегрировать систему ЭДО с системами клиента. Не все участники смогут поддерживать эту инфраструктуру, так как система не предусматривает единого сервис-провайдера.

Третья немаловажная проблема при использовании технологии блокчейн заключается в том, что в России еще нет такой нормативной базы, которая смогла бы подтверждать, что транзакции в такой системе имеют юридическую силу. Также решения требует задача идентификации пользователей [2].

При этом сейчас активно обсуждаются возможности использования блокчейн-на в муниципальном управлении и деловой деятельности. Разработка, внедрение, эксплуатация блокчейн-системы должна происходить таким образом, чтобы с течением времени, несмотря на изменения в правовых, технологических или общественных условиях:

- документы, которые хранятся посредством блокчейн-системы, должны сохранять свою ценность столько, сколько это необходимо;

- взаимодействие с судами и регуляторами во всех юрисдикциях не вызывало бы катастрофических последствий для системы [3].

На сегодняшний день блокчейн используют:

- Национальное агентство государственного реестра Республики Грузия использует блокчейн как технологию предоставления своим гражданам цифрового свидетельства о праве собственности на землю. Это помогает бороться с коррупцией и разрешать споры по имущественным претензиям.

- Министерство образования и Служба занятости (MEDE) Мальты решила использовать открытый стандарт Blockcerts для управления академическими записями. Он был разработан в 2015 году в MIT.

- Шведский картографический, кадастровый и земельный регистрационный орган разработал проект Chromaway, 2017. Этот проект пытается решить разногласия между сторонами в передаче недвижимости, а так же переопределить сделки с недвижимостью и ипотечные документы.

- Город Цуг запустил государственную идентификацию uPort на блокчейне Ethereum. Целью проекта является предоставление надежной и самостоятельной блочной идентификации для аутентификации услуг электронного правительства и обмена персональными данными.

– В Infrachain (Люксембург) организовано разделение сервисного и сетевого уровней и создание эталонной блокчейн-инфраструктуры, состоящей из независимых узлов.

– Пенсионная инфраструктура (Нидерланды). Целью проекта является реализация более гибкой и прозрачной системы пенсионного обеспечения при сокращении расходов на пенсионное управление.

– Stadgerspas – это полностью работоспособный сервис, который использует инфраструктуру blockchain для предоставления льготных услуг для малообеспеченных граждан муниципалитета Гронинген.

Таким образом, технология блокчейн на сегодняшний день является достаточно востребованной и для внедрения ее в государственное и муниципальное управление, а также другие сферы, такие как образование [4] и здравоохранение. Так как любой пользователь может хранить любую информацию, которая доступна для всех участникам. Помимо этого снижается риск взлома и обмана в системе, потому что информация в блоке криптографически защищена ключом, ввиду чего возрастает доверие граждан.

Доработка и признание технологии блокчейн в государственном и муниципальном управлении поможет улучшить эффективность оказываемых услуг населению, повысить доверие граждан, еще огромная привлекательность технологии в том, что меньше затрат используется при ее использовании, а также все открыто, понятно и безопасно для общего пользования.

Библиографический список

1. Воронов, М. П. Blockchain – основные понятия и роль в цифровой экономике / М. П. Воронов, В. П. Часовских // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 9-1 – С. 30–35.
2. Маслов, В. А. Методика идентификации и событийного управления мобильными устройствами на основе технологии Bluetooth / В. А. Маслов, А. А. Финогеев, А. Г. Финогеев // Известия вузов. Поволжский регион. Технические науки. – 2008. – № 2 (6). – С. 64–71.
3. Храмцовская, М. А. Электронный документооборот – 2017 / М. А. Храмцовская. – URL: <https://www.eos.ru/upload/iblock/037/KhramtsovskyaOD2017.pdf>
4. Финогеев, А. Г. Построение информационного пространства вуза с использованием беспроводной технологии Bluetooth / А. Г. Финогеев, Д. А. Кувшинников, В. А. Маслов, А. А. Финогеев // Прикладная информатика. – 2008. – № 6 (18). – С. 20–31.

УДК 004.021

В. Д. Мачильский

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ПРИКЛАДНЫЕ ПРИНЦИПЫ РЕАЛИЗАЦИИ И УДАЛЕННОГО ДОСТУПА К ВОПРОСНО-ОТВЕТНОЙ СИСТЕМЕ

Аннотация. Будет рассмотрена проблема централизованного хранения данных и программного обеспечения для работы с этими данными. Приведены примеры организации взаимодействия web-приложения с удаленной базой данных на примере централизованной вопросно-ответной системы. Описаны трудности, связанные с кросс-доменными запросами, и приведены практические рекомендации для успешной организации данного взаимодействия.

Сразу уточню, что для понимания данной статьи не обязательно знать какой-то конкретный язык программирования. Важно лишь понимать суть и принципы любого популярного языка, знать, что такое базы данных и как с ними работать.

Предположим вы владелец большого количества различных систем. Ваша клиентура насчитывает сотни лиц, и для каждого из них вы хотите достичь максимального удобства, чтобы привлечь еще больше клиентов. Некоторые из ваших клиентов хотят задать вопрос по интересующей их тематике. Но как им это сделать? Тут много различных вариантов. Например, связаться с вами напрямую. Клиенту возможно это будет удобно, но вам нужно будет знать огромное количество информации и иметь способность мгновенно найти решение. Другой способ – это классическая обратная связь: пользователь заполняет форму с интересующим его вопросом и оставляет контакт для обратной связи. На вашу почту приходит сообщение, вы на него отвечаете. Все просто. При таком варианте сложно систематизировать и разграничить вопросы пользователя, при отправке письма клиенту нужно вкладывать в него информацию, из какой из ваших многочисленных систем пришел данный запрос. Еще одна проблема – то что вы отвечаете конкретному пользователю. Затем другой пользователь задает тот же самый вопрос и вам нужно тоже самое ответить и ему. И так может быть сотни раз. Третий вариант самый близкий к теме статьи. Так называемые FAQ – частые вопросы которые вам задают. В данном случае вроде все хорошо, но тут не учитывается главный факт всего этого действия – люди, пользователи. И все разные. И все они сформулируют свой вопрос по-разному, и скорее всего не так, как он записан в вашем FAQ. Таким образом мы подошли к главной теме этой статьи – вопросно-ответной системе, которая будет централизована, по ней будет возможен легкий поиск как для вас, так и для клиента, и она позволит охватить максимальное количество возможных вариантов вопросов, на которые можно дать один лаконичный ответ. И вот как это сделал я...

Имеется сервер, на котором развернута база данных и основной код для взаимодействия с ней. Назовем его Мастер. А также имеем множество систем, которые подключаются к мастеру. Их назовем Клиент. На Клиенте имеется специальный плагин для подключения к Мастеру – Мастер-коннектор. Как только пользователь нажимает на кнопку «Задать вопрос» на Клиенте он, через Мастер-коннектор, запрашивает все что необходимо для работы: форму для ввода вопроса с кнопкой «найти», скрипты, для работы этой формы, стили, что бы эта форма выглядела презентабельно. Замечу: все это хранится у Мастера. Клиент очень «тонкий» – на нем хранится только скрипт для подключения. В Мастер-коннекторе есть скрипт, в котором содержится список файлов, которые ему нужно загрузить. Это реализовано через JavaScript, и поэтому эта загрузка происходит асинхронно. На данном этапе имеется несколько трудностей. Во-первых, прежде чем дать возможность пользователю работать с загруженными файлами вам нужно дождаться, когда они все загрузятся. Что бы дождаться всех, я использовал очень простой метод. Нужно повесить на каждый файл по 2 обработчика событий: первый сработает при успешной загрузке файла и в массив со списком загружаемых файлом запишет, что файл успешно загружен. Затем здесь же нужно проверить, все ли файлы загружены. Если нет – то ждем. Второй сработает при ошибке. Здесь мы проверяем код ошибки, и если это критичная ошибка (сервер не отвечает), то сообщаем пользователю об этом. Иначе пытаемся загрузить еще раз. До тех пор, пока успешно не загрузим файл, либо до некоторого количества попыток. Во-вторых, беспощадный кэш браузера. Он сохраняет файл у себя в затворках и как только мы пытаемся его получить выдает его нам

из кэша и считает, что он молодец. Это помогает сократить интернет трафик, но ведет к тому, что, если вы изменили файл на сервере, на Клиенте он будет без изменений, т.к. названия файлов одинаковые. Самый простой способ избежать кэширования, добавить параметр в query-часть запроса, зависящий от времени. Например «filename.js?v=time()».

Еще одна проблема, с которой вы обязательно столкнетесь, – это кросс-доменные запросы. Кросс-доменные (cross-origin) запросы – запросы, отправленные на другой домен, протокол или порт и требующие специальных заголовков от удаленной стороны. Эта политика называется «CORS»: Cross-Origin Resource Sharing («совместное использование ресурсов между разными источниками») [1]. И так как все основные файлы располагаются на удаленном сервере, то при попытке выполнить запрос вы столкнетесь с ошибкой безопасности. Чтобы установить безопасное соединение, нужно при запросе к Мастеру отправлять заголовок Origin, который соответствует домену текущего проекта. Когда к Мастеру приходит такой запрос он сверяет домен, от которого получен запрос, со списком «доверенных» доменных имен. Делается это установкой заголовка Access-Control-Allow-Origin в ответе от сервера. Теперь кросс-доменные запросы не будут препятствием на вашем пути.

Осталось разобраться как реализовано именно задание вопросов и получение на них ответов. Пользователь начинает вводить свой вопрос в форму ввода. Для удобства пользователя здесь нужно бы предлагать популярные запросы, прямо как в строке поиска браузера. Можно воспользоваться решением от JQuery. Он помогает пользователю заполнять текстовые поля, предлагая подходящие варианты по первым набранным им символам [2]. Тут мы делим работу с вопросно-ответной системой на 2 пути: пользователь либо нажимает на один из предложенных вопросов, либо нажимает кнопку «найти» и отправляет свой вопрос на сервер. В первом случае мы точно знаем ID вопроса, на который у нас есть ответ и конечно его ID. Так что можно просто запросить по этому ID информацию и выдать ее на экран. Пользователь счастлив. Но что же делать если на вопрос пользователя не оказалось подходящих вариантов (т.е. он первый кто таким образом задал вопрос). Тогда мы сохраняем этот вопрос как не отвеченный. И выдаем пользователю сообщение, о том, что на его вопрос ответят. Вместе с его вопросом пришло много полезной информации: название проекта, время, страница, с которой был произведен запрос, e-mail для обратной связи. Когда же мы «прикрепляем» ответ к этому вопросу на почту пользователя приходит сообщение, что на ваш вопрос ответили. А так как это все записано в вашей вопросно-ответной системе, то следующему пользователю, который таким же образом сформулирует вопрос, не придется ждать, и он сразу же получит ответ на свой вопрос.

Вот собственно и все. Теперь, воспользовавшись данной статьей, вы сможете быстро и качественно реализовать свою вопросно-ответную систему. Сможете избежать тех трудностей, с которыми я столкнулся, когда разбирался во всем этом. Желаю удачи в реализации ваших идей.

Библиографический список

1. Fetch: кросс-доменные запросы // Современный учебник Javascript, 2007–2019. – URL: <https://learn.javascript.ru/fetch-crossorigin> (дата обращения: 23.07.2019).
2. Автозаполнение // JQuery, 2012–2019. – URL: <http://jquery.page2page.ru/index.php5/Автозаполнение> (дата обращения: 01.08.2019).

В. А. Маслов, А. А. Туезов

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЛОКЧЕЙНА ДЛЯ ВЫДАЧИ ЭЛЕКТРОННЫХ ДИПЛОМОВ

Аннотация. Рассматриваются возможности использования технологии блокчейн для выдачи электронных дипломов, а также использования открытого стандарта «Blockcerts», который обеспечивает надежную защиту от подделки документов.

Существует множество различных ситуаций, когда необходимо что-либо подтвердить, будь то личность, историю болезни или сведения об образовании. Традиционно при этом используется бумажный документ. Однако у него есть ряд минусов: такой документ можно потерять, повредить (тем самым сделав его нечитаемым); он может быть украден. Также существует возможность подделки документа при сговоре с организацией, ответственной за создание документа, через подставных лиц. Поэтому использование базы данных «Блокчейн» для выдачи электронных дипломов является актуальной темой в данный момент.

Во всем мире существуют миллионы людей, которые также подделали документы, удостоверяющие личность. Правильная идентификация должна быть легко доступна для тех, кто в ней нуждается. Для решения этой проблемы автономные организации могут начать создавать союзы в различных регионах мира, выдающие свидетельства о рождении с цифровой аутентификацией. Свидетельства о рождении и удостоверения личности, проверенные на блокчейне, будут поддельными, с отметкой времени и публичным просмотром для всех людей [1].

Блокчейны привлекли большое внимание средств массовой информации из-за стремительного роста цен, который различные криптовалюты наблюдали в 2017 г. Несмотря на безумие в СМИ, недостаточно внимания уделялось другим аспектам блокчейнов, которые могли бы существенно изменить способ ведения бизнеса. По своей сути блокчейн представляет собой распределенный реестр, который является абсолютно защищенным от несанкционированного доступа, поскольку участники сети защищают сеть своими вычислительными ресурсами [2].

Самая большая проблема в онлайн-системе – отсутствие прозрачности. Эта информация во всемирной паутине очень уязвима. Любой может это увидеть, а слабая система облегчает взломщикам личных данных возможность взломать систему и украсть информацию или подделать ее. Но когда дело доходит до блокчейна, вся информация видна всем. Транзакция прозрачна, и хакерам становится практически невозможно проникнуть в систему и украсть информацию. Из-за этой особенности блокчейна любое изменение данных, касающееся добавления или удаления, практически невозможно [3].

Схожие проблемы стоят и в сфере образования [4]. Массачусетский технологический институт (MIT) решил пересмотреть систему выдачи дипломов своим выпускникам. Он обнародовал пилотную программу для тестирования возможностей блокчейна для выдачи дипломов.

Согласно публикации на сайте MIT News, пилотная программа, которая началась этим летом, предоставила 111 выпускникам MIT возможность получить диплом об образовании через приложение на базе блокчейна для смартфона в дополнение к традиционной печатной версии.

Приложение под названием Blockcerts облегчает выдачу и проверку сертификатов на базе блокчейна для выдачи документов об образовании, профессиональных сертификатов, подготовки трудовых ресурсов и осуществления муниципальных записей. Оно было разработано командой MIT Media Lab в сотрудничестве компанией-разработчиком ПО Learning Machine.

Blockcerts – это открытый стандарт для создания приложений, которые выдают и проверяют официальные записи на основе цепочки блоков. Они могут включать в себя сертификаты на гражданские документы, академические полномочия, профессиональные лицензии, повышение квалификации и многое другое. Blockcerts состоит из библиотек с открытым исходным кодом, инструментов и мобильных приложений, обеспечивающих децентрализованную, основанную на стандартах экосистему, ориентированную на получателей, и позволяющую осуществлять надежную проверку с помощью технологий блокчейна.

Blockcerts использует и поощряет консолидацию на открытых стандартах. Blockcerts стремится к самостоятельной идентификации всех участников и предоставляет получателям возможность контролировать свои претензии с помощью простых в использовании инструментов, таких как кошелек для сертификатов (мобильное приложение). Blockcerts также стремится к доступности учетных данных, без единой точки отказа [5].

Blockcerts в корне отличается от модели обмена учетными данными, действующей в Национальном студенческом центре обмена информацией, поскольку он не использует централизованные полномочия по хранению, отправке и проверке учетных данных от имени кого-либо. Вместо этого студент или работник становится собственным «пожизненным регистратором», способным хранить, получать доступ и проверять любой выданный им Blockcert любым провайдером в любой точке мира. Учреждениям или частным лицам, желающим проверить Blockcerts, не требуется никакого специального программного обеспечения; они не должны быть частью «консорциума по учету полномочий», или присоединяться к какой-либо специальной сети, или платить какие-либо сборы. Это прорыв децентрализованных учетных данных, обеспечиваемый безопасными цифровыми записями, принадлежащими получателям, с использованием глобального открытого стандарта [6].

Подводя итог, следует отметить, что существует проблема фальшивых дипломов, которая может быть решена при помощи блокчейна. Блокчейновая компания Attorex начала изучать этот вопрос – она хочет предоставить образовательным учреждениям возможности для выпуска и проверки дипломов и сертификатов на базе блокчейна Эфириума.

Использование блокчейна для выдачи электронных дипломов намного упростит проверку, а также обеспечит надежную защиту от подделок. Этот вопрос актуален для Китая и Индии, где поддельные дипломы встречаются чаще всего.

Несмотря на то, что достижения в отношении «блокчейнизации дипломов» кажутся многообещающими, скорее всего, потребуется некоторое время, прежде чем учебные заведения и компании смогут повсеместно воспользоваться этой системой. Только время покажет, как эти и другие нововведения, связанные с огромными возможностями блокчейна, могут принести пользу миру образования.

Библиографический список

1. Kumar Sharma, Toshendra. How Blockchain Can Be Used In Identity Management & How It Works? / Toshendra Kumar Sharma. – 12.09.2017. – URL: <https://www.blockchain-council.org/blockchain/how-blockchain-can-be-used-in-identity-management-how-it-works> (дата обращения: 23.12.2019).

2. Kumar Sharma, Toshendra. What Can Be Done With Blockchain Technology? / Toshendra Kumar Sharma. – 03.01.2018. – URL: <https://www.blockchain-council.org/blockchain/what-can-be-done-with-block-chain-technology> (дата обращения: 23.12.2019).
3. Kumar Sharma, Toshendra. How the Blockchain fight Online Privacy? / Toshendra Kumar Sharma. – 12.03.2018. – URL: <https://www.blockchain-council.org/blockchain/how-the-blockchain-fight-online-privacy> (дата обращения: 23.12.2019).
4. Финогеев, А. Г. Структура электронной образовательной среды с использованием гетерогенных сетей для доступа к информационным ресурсам / А. Г. Финогеев, В. А. Маслов, А. А. Финогеев // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2011. – № 1 (17). – С. 106–116.
5. BLOCKCERTS. The Open Standart For Blockchain Credential. Introduction. – URL: <https://www.blockcerts.org/guide> (дата обращения: 23.12.2019).
6. Jagers, C. Learning Machine. Badges and Blockcerts / Chris Jagers. – 01.01.2019. – URL: <https://www.learningmachine.com/badges-and-blockcerts> (дата обращения: 23.12.2019).

УДК 004.9

К. А. Переляхина, Л. В. Коровина

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ «ЕДИНОГО ПОРТАЛА ГОСУДАРСТВЕННЫХ И МУНИЦИПАЛЬНЫХ УСЛУГ»

Аннотация. Рассматриваются отдельные вопросы предоставления государственных и муниципальных услуг посредством портала «Госуслуги». Выделены проблемы, возникающие в ходе использования данной системы, и рассмотрены возможные пути их решения.

15 декабря 2009 года в действие была введена федеральная автоматизированная информационная система «Единый портал государственных и муниципальных услуг (функций)» (далее портал «Госуслуги»), разработчиком которой выступила компания «Nvision Group» [1]. Следует отметить, что интерфейс портала в 2009 году значительно отличался от современного, а основным назначением системы являлось лишь информирование граждан по отдельным узким вопросам, связанным с предоставлением государственных услуг населению.

Функционирование портала регламентируется рядом нормативно-законодательных актов, основными из которых являются:

– ФЗ «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг» [2];

– Постановление Правительства России «О федеральных государственных информационных системах...» [3];

– Положение о федеральной государственной информационной системе... [3].

С целью обеспечения удобства поиска, информация на портале «Госуслуги» сгруппирована по нескольким категориям:

- для физических лиц;
- для юридических лиц;
- для предпринимателей;
- для иностранных граждан;
- для партнеров.

Стоит обратить внимание, что перечень доступных услуг адаптирован к конкретному местоположению пользователя.

Предоставляемые через государственный портал услуги подробно рассмотрены и охарактеризованы в [4]. На основе обобщения данных ряда источников, можно сделать вывод, что система «Госуслуги» позволяет:

- узнать информацию о государственных и муниципальных услугах;
- заказать госуслуги в электронной форме;
- записаться на прием в ведомство;
- оплатить любым электронным способом штрафы Госавтоинспекции, судебные и налоговые задолженности, госпошлины, услуги ЖКХ;
- оценить качество предоставления государственных услуг.

По состоянию на 2019 год пользователям системы было доступно свыше 900 видов федеральных государственных услуг. Для снижения трудоемкости поиска требуемой информации система имеет прозрачный интуитивно понятный интерфейс и предусматриваются несколько способов нахождения информации:

1. Поиск по категориям услуг в каталоге.
2. Поиск через страницу ведомства (для этого необходимо найти в списке органов власти нужное ведомство, перейти на его страницу и найти услугу).
3. Через строку поиска – этот способ позволяет вбить в строку поиска всего лишь название услуги или ключевые слова из названия.

С начала ввода системы в эксплуатацию число ее пользователей непрерывно возрастает. На рис. 1 представлена информация о количестве зарегистрированных на портале граждан за период с 2010 по 2019 годы (число граждан в миллионах). Данные основаны на официальных отчетах Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации.

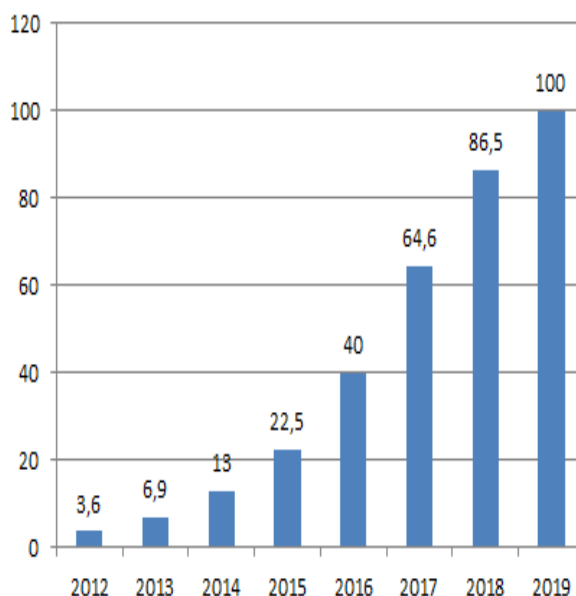


Рис. 1. Количество пользователей портала «Госуслуги»

Таким образом, по усредненным данным, 68 % населения Российской Федерации имеет возможность получения в электронной форме государственных и муниципальных услуг, обратившись к portalу «Госуслуги».

В качестве основного барьера для применения указанной системы целесообразно выделить неимение у граждан (в основном пенсионного возраста) необходи-

мых навыков использования современных интернет-технологий. Ситуацию усугубляется отсутствие на портале подробного руководства для пользователя системы.

Возможным вариантом решения обозначенной проблемы в Пензенской области является обучение граждан сотрудниками кафедры «Информационное обеспечение управления и производства» ПГУ по программе повышения квалификации «Подготовка консультантов в области развития цифровой грамотности населения», основанной на положениях профстандарта [5]. Знания и навыки, полученные в ходе обучения, не только повышают уровень цифровой грамотности граждан, но и позволяют прошедшим обучение консультировать население региона по вопросам использования цифровых ресурсов, в том числе портала «Госуслуги».

Библиографический список

1. Портал государственных услуг Российской Федерации. – URL: <http://www.socup-grenza.ru> (дата обращения: 08.02.2020).
2. Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг : федер. закон № 210-ФЗ от 27.07.2010. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_103023 (дата обращения: 08.02.2020).
3. О федеральных государственных информационных системах, обеспечивающих предоставление в электронной форме государственных и муниципальных услуг (осуществление функций) : постановление Правительства России № 861 от 24.10.2011. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_120963 (дата обращения: 08.02.2020).
4. Аронова, Ж. С. Особенности оказания государственных услуг гражданам Российской Федерации через Единый портал государственных и муниципальных услуг Госуслуги.Ру / Ж. С. Аронова, А. В. Козлова // Фундаментальные и прикладные исследования молодых ученых материалы : сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. – Омск : Изд-во СибАДИ, 2017. – С. 663–670.
5. Об утверждении профессионального стандарта «Консультант в области развития цифровой грамотности населения (цифровой куратор)» : приказ Министерства труда и социальной защиты населения РФ № 682н от 31.10.2018. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_311506 (дата обращения: 09.02.2020).

УДК 004.514

В. А. Маслов, Е. Ю. Филина

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОННЫХ УСЛУГ, ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫХ ГРАЖДАНАМ В СФЕРЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Аннотация. Рассматриваются вопросы, касающиеся информационного обеспечения граждан в сфере здравоохранения через интернет-сайты. Особое внимание уделяется Приказу Минздрава России № 956н от 30.12.2014. Проанализированы веб-сайты медицинских организаций города Пензы на соответствие требованиям приказа.

Во втором десятилетии двадцатого века интернет технологии охватили уже все сферы деятельности человека. На сегодняшний день люди уже не могут обойтись без доступа в интернет. Что касается системы здравоохранения, то и здесь ведется активная работа по внедрению информационных технологий [1, 2]. Благодаря

веб сайтам медицинских организаций, каждый желающий может получить информацию об учреждении, режиме работы специалистов, записаться на прием при помощи электронной очереди и так же получить результаты своих анализов в личном кабинете. Технологии тут, как и в других сферах [3], избавляют человека от очередей, бумажной волокиты (кто то может потерять ваш результат анализов) и телефонных звонков. На некоторых сайтах медицинских учреждений существуют специальные формы, которые позволяют задать вопрос специалистам и получить на него ответ.

Важным фактором влияния Интернета на медицину является предоставление информации о качестве оказания медицинской услуги.

В соответствии с п. 7, ст. 79 Федерального закона «Об основах охраны граждан в Российской Федерации» от 21.11.2011 № 323-ФЗ «медицинская организация обязана информировать граждан в доступной форме, в том числе с использованием сети Интернет, об осуществляемой медицинской деятельности и медицинских работниках, об уровне их образования и квалификации». Однако не все здравоохранительные учреждения предоставляют актуальную информацию о режиме работе центра и о своих специалистах. Данная проблема является одной из актуальных в онлайн сервисах.

Интернет-сайт (веб-сайт) – это совокупность логически связанных между собой страниц, размещенных на специальных серверах и подключенных к Интернету. Благодаря этому любой пользователь сети Интернет имеет доступ к базе данных, т.е. информации, которая размещена на сайтах этих организаций.

В Приказе Министерства здравоохранения РФ от 30.12.2014 № 956н «Об информации, необходимой для проведения независимой оценки качества оказания услуг медицинскими организациями, и требованиях к содержанию и форме предоставления информации о деятельности медицинских организаций, размещаемой на официальных сайтах Министерства здравоохранения Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и медицинских организаций в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"», прописаны требования к содержанию и форме предоставления информации, размещаемой на официальных сайтах медицинских организаций.

Необходимо отметить, что информация на веб-сайтах должна размещаться в доступной, наглядной и понятной форме. В связи с этим должны гарантироваться актуальность, полнота, открытость, достоверность информации, простота и понятность ее восприятия. Для удобства навигации сайт должен содержать: карту, включающую поиск нужной информации, версию для слабовидящих, другие сервисы для удобного взаимодействия пользователя с сайтом. Для эффективной работы, информация, размещенная на веб-сайте не должна содержать ошибок. Вход на сайт должен быть доступен всем пользователям в любое время суток бесплатно и без ограничений. Информация может размещаться на официальном сайте в виде текста, в табличной форме или в виде электронных копий документов, а также может содержать схемы, графики, фотографии, видео, презентации и пояснения. Медицинская организация размещает сведения о своей деятельности в соответствии с нормативными правовыми, локальными и учредительными документами, в которых содержатся соответствующие данные.

Основой статьи стал анализ пяти сайтов медицинских центров (далее – МЦ) г. Пензы (МЦ «Медикlinik», МЦ «Эскулап», МЦ «Диагноз», МЦ «Здоровье», МЦ «МедМикс»). Сайты медицинских организаций были проанализированы на соответствие требованиям, содержащихся в Приказе Министерства здравоохранения РФ от 30.12.2014 № 956н.

Таким образом, проведенный анализ показал, что только у трех из пяти медицинских центров на сайтах присутствует версия для слабовидящих, строка поиска, сведения о вакансиях. У двух МЦ не представлена подробная информация о предлагаемых услугах и их стоимости, указаны только их названия. У всех пяти медицинских организаций присутствуют такие сервисы, как: онлайн-консультация; карта сайта, схема проезда; отзывы потребителей; запись к врачам; полная информация о медицинских работниках: образование, должность, сертификаты, заслуги. На всех сайтах медицинских центров имеются лицензии и свидетельства, что положительно проявляется на отношение посетителей к медицинскому учреждению.

На проанализированных веб-сайтах пяти медицинских центров информация предоставлялась демонстративно, в легкой и доступной форме для восприятия пользователем. При исследовании сайтов были обнаружены сервисы, наличие которых способствуют эффективному взаимодействию пользователя с Интернет-ресурсом. Среди них присутствует связь с социальными сетями, которая предоставляет возможность пользователю поделиться информацией о специалисте или медицинской услуге с другими людьми; алфавитный указатель медицинских специалистов и услуг позволяет посетителю быстро найти необходимые сведения на сайте; отзывы о предоставляемых услугах положительно влияют на доверие пользователей ресурса; сервис календарь делает запись к врачу достаточно удобной без использования других бумажных и электронных ресурсов.

Результаты проведенного анализа позволяют сделать некоторые частные выводы. Медицинские учреждения активно используют веб сайты, этот ресурс помогает решать вопросы пользователей, и предоставлять им нужную информацию. В статье рассмотрены сайты пяти медицинских центров на соответствие требованиям к информационному ресурсу, у каждого из них есть свои достоинства и недостатки. Благодаря сервисам, которые расположены на интернет странице, пользователям легче найти нужную им информацию, получить ответ на свой вопрос и тем самым сэкономить свое время. Уже с уверенностью можно сказать, что информационные технологии играют важную роль во взаимодействии посетителя с Интернет-ресурсом. Анализ показал, что большинство медицинских центров соблюдают требования Приказа Минздрава России, а так же подходят к созданию сайта творчески, адаптируя его к потребностям пользователей.

Библиографический список

1. Маслов, В. А. Использование технических средств беспроводных коммуникаций в организациях системы здравоохранения / В. А. Маслов // Современные технологии документооборота в бизнесе, производстве и управлении : сб. ст. XVI Междунар. науч.-практ. конф. / под ред. Л. Р. Фионовой, Н. Н. Шокоровой. – Пенза : Приволж. дом знаний, 2016. – С. 65–68.
2. Карпинова, А. В. Организация межведомственного электронного взаимодействия / А. В. Карпинова, Ю. В. Кротова, В. А. Маслов, Н. Н. Шокорова // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. III Всерос. ежегодной межвуз. студ. науч.-практ. конф. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2016. – С. 27–29.
3. Маслов, В. А. Методика идентификации и событийного управления мобильными устройствами на основе технологии Bluetooth / В. А. Маслов, А. А. Финогеев, А. Г. Финогеев // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2008. – № 2 (6). – С. 64–71.

Л. Р. Фионова, М. А. Катышева, К. С. Князева

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ С РАСПОРЯДИТЕЛЬНЫМИ ДОКУМЕНТАМИ НА ПЛАТФОРМЕ «1С: ПРЕДПРИЯТИЕ»

Аннотация. Рассматриваются особенности организации работы с распорядительными документами с применением платформы «1С: ПРЕДПРИЯТИЕ» на примере АО «Пензанефтепродукт».

В деятельности любой организации, независимо от ее формы собственности, особое место занимают распорядительные документы (РД). Именно в них отражаются принятые решения и формулируются поручения руководителей всех уровней. Важно быстро довести эту информацию без искажения до сотрудников предприятия и оперативно получить ответный отклик. В связи с этим для эффективного доведения управленческих решений до исполнителей и исполнения всех документов, а также снижения риска возникновения ошибок, в современных организациях используются системы электронного документооборота (СЭД). Среди последних наиболее популярными признаются такие системы как «Дело», «Ефрат», «Директум», «Бос-сРеферент», «1С-Документооборот».

Большинство авторов отмечает, что среди многообразия СЭД на российском рынке большинство компаний и предприятий для работы с РД выбирают систему 1С-Документооборот на платформе «1С: Предприятие» [1, 3]. К основным преимуществам данного программного продукта можно отнести возможность настройки конфигурации по требованию заказчика; доступный интерфейс, который уже знаком многим пользователям продукции 1С; наличие мобильных приложений; регулярный выпуск обновлений [2].

Рассмотрим особенности организации работы с РД с применением платформы «1С: Предприятие 8» на примере АО «Пензанефтепродукт».

Ответственным подразделением за делопроизводство в АО «Пензанефтепродукт» является сектор «Делопроизводство, архивное и секретарское дело» (далее – Сектор). Сотрудники сектора применяют конфигурацию «Документооборот» платформы «1С: Предприятие 8» для всей технологической цепочки работы с РД, а именно: подготовки, согласования, регистрации, ознакомления работников предприятия с РД, а также контроля исполнения РД.

Проект РД, подготовленный инициатором, включает в себя файл РД, файлы приложения РД (при необходимости), лист согласования с указанием круга лиц для согласования проекта РД и лист рассылки со списком структурных подразделений, которые должны быть ознакомлены с РД. Все перечисленные файлы инициатор направляет в Сектор по почте Microsoft Outlook с указанием в поле «Тема сообщения» следующей записи: «РД – на согласование. Инициатор - Ф.И.О.».

Выделенный работник Сектора проверяет оформление РД на соответствие требованиям ГОСТ Р 7.0.97-2016 [4], а также требованиям Положения [5], регламентирующего порядок делопроизводства по РД в АО «Пензанефтепродукт». После этого проект РД размещается в папке «Распорядительные документы (Приказы или Распоряжения)» раздела «Документы и файлы» (панель навигации «Внутренние до-

кументы») «1С: Документооборот», при этом работник заполняет следующие поля: Подготовил; Подразделение; Вид; Наименование.

С помощью бизнес-процесса «Согласование» работник Сектора направляет проект РД на согласование заместителям генерального директора, которые указаны инициатором в листе согласования. При этом он выбирает один из вариантов маршрутизации бизнес-процесса «Согласование»: всем сразу (параллельное согласование) или по очереди (последовательное согласование). Кроме этого устанавливается срок согласования либо в календарных днях, либо часах, а окна «Срок и Важность» заполняются по усмотрению работника Сектора. В том случае, если выбран вариант маршрутизации «По очереди», этот срок будет использоваться при переходе на каждый следующий этап согласования. В случае если РД имеет особую срочность и важность, работник Сектора при направлении проекта РД на согласование устанавливает пометку «Высокая важность». Такой проект РД должен быть согласован в течение 1 часа.

Согласующие лица получают уведомления о задачах по почте Microsoft Outlook, а направленные на согласование проекты РД отображаются в разделе «Задачи и бизнес-процессы» (панель навигации «Мои задачи»), либо в разделе «Рабочий стол». Согласующее лицо открывает направленную ему задачу «Согласовать».

При старте бизнес-процесса «Согласование» у соответствующего проекта РД автоматически устанавливается состояние «На согласовании», а при его завершении состояние «Согласован» или «Не согласован» в зависимости от результатов согласования. Согласующие лица могут принять одно из трех предусмотренных решений: «Согласовано»; «Согласовано с замечаниями»; «Не согласовано».

После того, как все согласующие лица выполнили свои задачи, автор бизнес-процесса получает задачу «Ознакомиться с результатами согласования». В том случае, если результат согласования отрицательный («Не согласовано»), предусмотрена возможность отправки бизнес-процесса на следующий цикл согласования (команда «Повторить согласование»).

Бизнес-процесс «Согласование» считается завершенным только после того, как автор выполнит в своей задаче команду «Ознакомился» (в случае удачного согласования) или «Завершить согласование» (в случае неудачного согласования). Если проект РД не согласован, то работник Сектора направляет инициатору проекта поручение доработать проект. Инициатор вносит изменения и повторно направляет в Сектор отредактированный РД. Сектор вносит измененный файл в карточку внутреннего документа. Если изменения, внесенные в проект РД, были незначительными, то команда «Повторить согласование» выполняется только для лица, не согласовавшего проект РД и внесшего замечания. При внесении существенных изменений повторное согласование организуется для всех согласующих лиц. Согласованный проект распорядительного документа распечатывается на бланке РД.

Сектор предоставляет секретарю-референту проекты РД на бумажных носителях для организации процедуры подписания. При этом секретарь-референт осуществляет проверку представленного документа на наличие листа согласования с соответствующими отметками о согласовании. РД, подписанный генеральным директором, направляется в Сектор.

Присвоение регистрационного номера РД работником Сектора осуществляется только после того, как документ полностью согласован и утвержден генеральным директором либо его заместителем, исполняющим в данный момент обязанности генерального директора.

При получении подписанного РД Сектор проверяет правильность прохождения документом цикла утверждения: если генеральный директор поручает доработать проект РД, Сектор возвращает проект РД инициатору для внесения изменений

и подготовки повторного согласования. Работник Сектора открывает карточку согласованного и утвержденного проекта РД и заполняет строку Регистрационный номер. Регистрационный номер и дату регистрации на утвержденном РД он представляет от руки, после чего сканирует его, а файлу присваивает имя: П-№; Р-№. Файл добавляется в карточку соответствующего зарегистрированного РД.

Ознакомление работников предприятия с РД осуществляется с помощью бизнес-процесса Ознакомление. Для этого работник Сектора вносит в строку «Кому» всех заинтересованных лиц, согласно листу рассылки и нажимает кнопку «Стартовать и закрыть». Бизнес-процесс «Ознакомление» считается завершенным только после того, как все адресаты выполняют в своих задачах команду «Ознакомился».

Ответственные за делопроизводство в подразделениях предприятия знакомят подчиненных работников с поступившими им на ознакомление документами. Организационный контроль исполнения РД осуществляет руководитель структурного подразделения, который инициировал проект РД.

Инициатор проекта организует бизнес-процесс «Исполнение» для лиц, указанных исполнителями в РД. При старте бизнес-процесса «Исполнение» у РД автоматически устанавливается состояние «На исполнении», а при его завершении состояние «Исполнен». Перед стартом бизнес-процесса заполняется его наименование, список участников и сроки исполнения. Одного из исполнителей назначают ответственным лицом (при необходимости). Этот пользователь получит особую задачу, т.е. он должен будет контролировать работу соисполнителей и отвечать за результат всего бизнес-процесса. Для этого в форме задачи ответственного исполнителя выводится список задач всех соисполнителей. Пользователь, указанный в поле «На контроле» получит задачу «Контролировать» одновременно с исполнителями. В обязанности контролера обычно входит отслеживание сроков исполнения и соблюдение других регламентов. Для этого в форме задачи контролера выводится список задач всех исполнителей, включая ответственного исполнителя.

Пользователь, указанный в поле «Проверить», получит задачу после того, как все исполнители выполнили свои задачи. В обязанности проверяющего входит проверка результата исполнения задач. Проверяющий может возвращать задачи исполнителей на доработку при помощи флажка «Вернуть на доработку» в карточке своей задачи. Бизнес-процесс «Исполнение» считается завершенным только после того, как все исполнители выполнили свои задачи и проверяющий подтвердил выполнение; задача контролера при этом завершается автоматически.

Таким образом, применение программного продукта «1С: Предприятие 8» в работе с РД позволяет не только реализовать стандартную технологию, соответствующую принятым нормам, но и оптимизировать этот процесс, оперативно доводить управленческую информацию до исполнителей. Все это позволяет повысить эффективность взаимодействия подразделений и сотрудников предприятия.

Библиографический список

1. Ефремова, Л. И. Выбор системы электронного документооборота для предприятия / Л. И. Ефремова, А. О. Колекина // Вестник Волжского университета имени В. Н. Татищева. – 2019. – № 1, т. 2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vybor-sistemy-elektronnogo-dokumentooborota-dlya-predpriyatiya/viewer>
2. Новикова, Т. И. Особенности и преимущества платформы «1С:Предприятие» / Т. И. Новикова, Ю. А. Толстикова, О. В. Пашковская // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2015. – № 11. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-i-preimushchestva-platformy-1s-predpriyatie> (дата обращения: 10.02.2020).

3. Серпуховитин, Д. А. Внедрение системы электронного документооборота на предприятии / Д. А. Серпуховитин // Cloud of Science. – 2019. – № 4, т. 6. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vnedrenie-sistemy-elektronnogodokumentoooborota-na-predpriyatii/viewer>

4. ГОСТ Р 7.0.97–2016. Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Организационно-распорядительная документация. Требования к оформлению документов (утв. Приказом Росстандарта № 2004-ст от 08.12.2016).

5. Положение АО «Пензанефтепродукт» «Порядок делопроизводства по распорядительным документам» № ПЗ 01.01 Р-0009 ЮЛ-081, утв. приказом ЗАО «Пензанефтепродукт» №137-П от 30.05.2011 (с изм. № 335-П от 29.04.2019).

УДК 651.5

Л. Р. Фионова, Ю. Ю. Фионова, М. А. Катыхева

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

К ВОПРОСУ ФОРМИРОВАНИЯ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ПО РАБОТЕ С ЭЛЕКТРОННЫМИ ОБРАЩЕНИЯМИ

Аннотация. В хронологическом порядке рассмотрены и проанализированы нормативные акты, регламентирующие работу с электронными обращениями граждан, в том числе и региональные. Рассмотрены виды обращений. Перечислены проблемы взаимодействия чиновников и граждан.

Нормативная база по работе с обращениями граждан формируется и модернизируется на протяжении всего развития русского, советского и современного российского государства.

Почти полвека работа с этой категорией документов регламентировалась в России Указом Президиума Верховного Совета СССР «О порядке рассмотрения предложений, заявлений и жалоб граждан» [1] и Законом СССР «Об утверждении Указа Президиума Верховного Совета СССР «О порядке рассмотрения предложений, заявлений и жалоб граждан» [2].

В постсоветский период все организации страны долгое время свою работу с обращениями населения строили на основании этих же актов, используя Типовое положение о ведении делопроизводства по обращениям [3].

В связи с длительностью подготовки общероссийского закона практически все субъекты России издали свои законы о работе с обращениями населения. В Пензенской области также был издан закон от 28.05.2003 № 474-ЗПО «О порядке рассмотрения обращений граждан и юридических лиц в органы государственной власти Пензенской области, органы местного самоуправления». Все законы субъектов России о работе с обращениями населения использовали положения Указа [1]. Конечно, об электронных обращениях в этих документах речь не шла.

Лишь в 2005 г. на общегосударственном уровне в Типовом регламенте взаимодействия федеральных органов исполнительной власти [4] в разделе 11 «Основные правила организации документооборота в федеральных органах исполнительной власти» пункты 11.5 и 11.6 затронули вопросы работы опять же с письменными обращениями граждан.

В Типовом регламенте внутренней организации федеральных органов исполнительной власти [5] порядку работы с обращениями граждан и приему граждан отводится специальный раздел XII «Порядок работы с обращениями граждан и организаций, прием граждан». В него впервые кроме письменной и устной формы представления обращений добавлены электронные обращения:

«В федеральном органе исполнительной власти рассматриваются индивидуальные и коллективные предложения, заявления и жалобы граждан и организаций, а также ходатайства в их поддержку по вопросам сфер деятельности федеральных органов исполнительной власти, порядка исполнения государственных функций и оказания государственных услуг, поступающие в письменной форме, в форме электронных сообщений или в форме устного личного обращения к должностному лицу во время приема граждан» [5].

Принципиально новой стала рекомендация применять специализированное программное обеспечение, предусматривающее заполнение заявителем реквизитов, необходимых для работы с обращениями и для письменного ответа, и в случае не заполнения указанных реквизитов информирующее заявителя о невозможности принять его обращение. При этом адрес электронной почты автора и электронная цифровая подпись являлись дополнительной информацией.

Ныне действующий Федеральный закон «О порядке рассмотрения обращений граждан Российской Федерации» был подписан Президентом 2 мая 2006 г. [6]. В первой версии он не предусматривал электронный канал для приема и ответа на обращение.

Только в 2010 году Федеральный закон № 227-ФЗ разрешил при желании заявителя указывать адрес электронной почты, если ответ должен быть отправлен в форме электронного документа. При этом Федеральный закон «О персональных данных» [7] предупредил об особенностях обработки персональных данных, содержащихся в обращениях граждан. В нем зафиксировано: «Права и свободы человека и гражданина не могут быть ограничены по мотивам, связанным с использованием различных способов обработки персональных данных».

К 2010 году можно отнести и начало функционирования сайта www.gosuslugi.ru. С 1 июля 2012 года появилась возможность пожаловаться на чиновников по Интернету. Для этого нужно зайти на сайт www.gosuslugi.ru и ввести в специальную форму название региона, ведомства, адрес и тип документа, который дополнительно затребовали чиновники. Так заявитель получит информацию в электронном виде о том, должен он предоставить его самостоятельно или нет. На основе жалоб граждан составляются рейтинги и антирейтинги госорганов, а вся информация о нарушениях передается напрямую премьер-министру.

В это же время начинают функционировать сайты органов власти [8] и появляться виртуальные приемные по работе с обращениями граждан (рис. 1).

Все эти изменения отразились и в актах субъектов РФ, в том числе и в действующем законе Пензенской области [9].

Федеральный закон от 27.11.2017 № 355-ФЗ внес изменения в порядок работы с электронными обращениями: «Ответ на электронное обращение направляется только по адресу электронной почты. Гражданин может приложить к такому обращению необходимые документы и материалы только в электронной форме» [10].

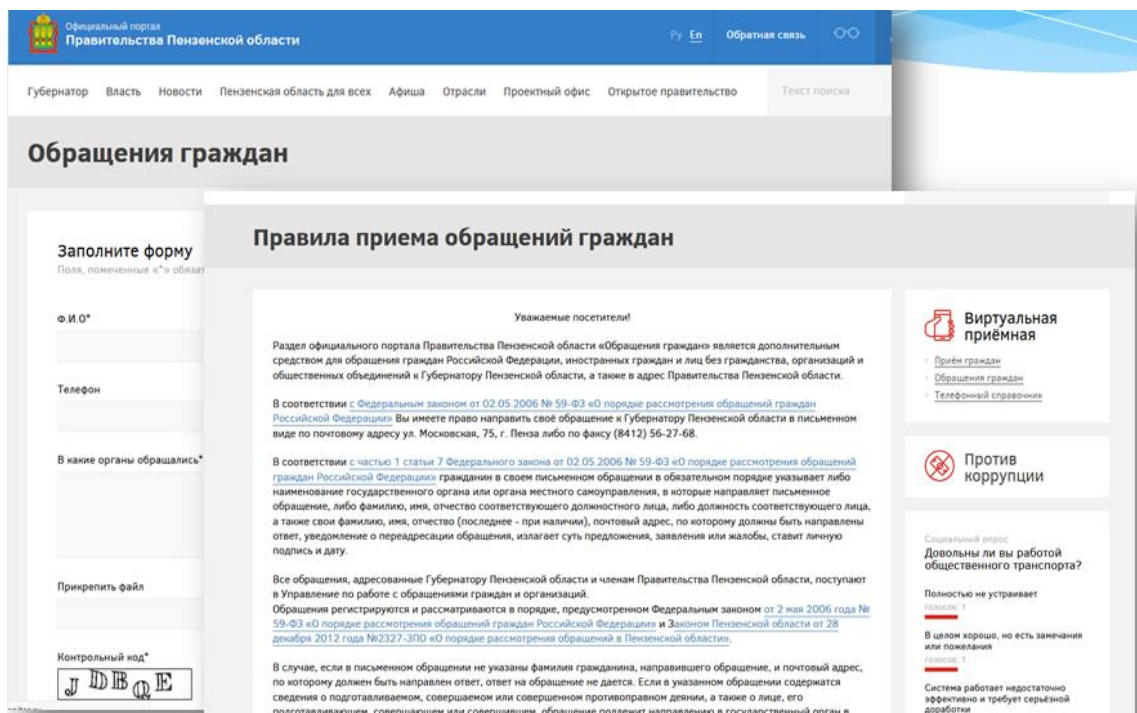


Рис. 1. Виртуальная приемная на портале Правительства Пензенской области

Ранее как отмечено выше было предусмотрено, что на электронное обращение ответ мог даваться как в электронной, так и в письменной форме. Гражданин при этом мог приложить необходимые дополнительные документы и материалы не только в электронной форме, но и направить их в письменном виде. В результате возникали сложности при соблюдении установленных сроков ответа на поступившие обращения.

Кроме традиционных заявлений, жалоб и предложений в электронном виде от гражданина или от организации может поступать запрос о предоставлении информации о деятельности органа власти. Такие сведения нужны для того, чтобы ни граждане, ни организации не нарушали законы, оставались законопослушными. Право на бесплатный доступ к такой информации закреплено Федеральным законом «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» [11]. Сам порядок предоставления информации по электронному каналу (в том числе) определен Федеральным законом «Об обеспечении доступа к информации о деятельности государственных органов и органов местного самоуправления» [12].

Важно отметить, что информацию о деятельности органов власти граждане могут найти и на сайтах органов власти, требования к содержанию которой определены федеральными законами [11, 12].

Одним из наиболее современных нормативных актов по работе с обращениями граждан является Указ Президента РФ от 17.04.2017 № 171 [13]. В соответствии с этим указом все органы власти всех уровней загружают ежемесячно в федеральную информационную систему всю информацию по работе с электронными обращениями, а именно сами обращения и принятые по ним решения. Это дает возможность Администрации Президента РФ отслеживать и анализировать результаты рассмотрения всех обращений граждан. Количество электронных обращений постоянно увеличивается (рис. 2).



Рис. 2. Количественные показатели обращений граждан в Правительство Пензенской области

Проблемы взаимодействия граждан и чиновников изменяются с учетом изменения технологий и наработкой практического опыта обработки электронных обращений.

В настоящее время необходима своевременная регистрация и обработка все возрастающего количества электронных обращений граждан и подготовка ответов на них в установленные сроки. При этом четко должны соблюдаться требования всех нормативных актов.

Библиографический список

1. О порядке рассмотрения предложений, заявлений и жалоб граждан : указ Президиума Верховного Совета СССР № 2534-VII от 12.04.1968.
2. Об утверждении Указа Президиума Верховного Совета СССР «О порядке рассмотрения предложений, заявлений и жалоб граждан : закон СССР № 2830-VII от 26.06.1968.
3. Типовое положение о ведении делопроизводства по предложениям, заявлениям и жалобам граждан в государственных органах, на предприятиях, в учреждениях и организациях, утверждено постановлением Госкомитета СССР по науке и технике, Госкомитета СССР по стандартизации и ГАУ при Совете министров СССР № 463/162/248 от 30.11.1981.
4. Типовой регламент взаимодействия федеральных органов исполнительной власти, утвержден постановлением Правительства РФ № 30 от 19.01.2005.
5. Типовой регламент внутренней организации федеральных органов исполнительной власти, утвержден постановлением Правительства РФ № 452 от 28.07.2005.
6. О порядке рассмотрения обращений граждан Российской Федерации : федер. закон № 59-ФЗ от 02.05.2006 .
7. О персональных данных : федер. закон № 152-ФЗ от 27.07.2006.
8. Об Информационной Системе «Веб-Портал Правительства, Исполнительных органов государственной власти и органов местного самоуправления муниципальных образований Пензенской области» : постановление Правительства Пензенской области № 639-Пп от 30.08.2013 .
9. О порядке рассмотрения обращений в Пензенской области : закон Пензенской области № 2327-ЗПО от 28.12.2012.

10. О внесении изменений в Федеральный закон «О порядке рассмотрения обращений граждан Российской Федерации» : федер. закон № 355-ФЗ от 27.11.2017.
11. Об информации, информационных технологиях и о защите информации : федер. закон № 149-ФЗ от 27.07.2006.
12. Об обеспечении доступа к информации о деятельности государственных органов и органов местного самоуправления : федер. закон № 8-ФЗ от 09.02.2009 (с посл. изм.).
13. О мониторинге и анализе результатов рассмотрения обращений граждан и организаций : указ Президента РФ № 171 от 17.04.2017.

УДК 004

М. А. Чепасов, Р. С. Кулаков

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ БЛОКЧЕЙНА В ОБРАЗОВАНИИ

Аннотация. Рассматриваются возможности по использованию блокчейна в рамках образовательного процесса. Анализируются его достоинства и недостатки, уделяется внимание существующим проблемам.

Сегодня технология блокчейна находит все большее применение в различных отраслях [1, 2].

Блокчейн представляет из себя цепочку блоков, содержащую внутри некоторую полезную информацию и реализует следующие принципы:

- децентрализация и распределенность;
- безопасность и защищенность;
- открытость и прозрачность;
- неизменность уже записанного.

Одной из сфер для активной интеграции блокчейна, является сфера хранения документов и их контроля. Здесь особенно важно иметь гарантии того, что данными манипулировать никто не сможет и перезаписать их не получится. Более того, всем желающим доступна информация о том, кто добавил ту или иную запись в систему. Такой подход может использоваться не только для удостоверений личности или документов на имущество, ведь для сферы образования он пригоден не меньше. При этом задача документирования является важной в различных отраслях, включая образование и науку [3–5].

Известен случай, когда экс-глава Yahoo подал фальшивые документы об окончании учебного учреждения в Стоунхилле. Многие тогда осудили отдел кадров компании за то, что те должным образом не проверили своего директора.

Единственным методом такой проверки могла стать лишь отправка запроса в учебное заведение, что требует существенных затрат ресурсов.

С целью исследования этой немаловажной проблемы, работники Массачусетского Института Технологий (МИТ) провели исследование и продемонстрировали, как можно записывать данные о наличии документа об образовании в блокчейн криптовалюты биткоин и управлять ими.

Для этого исследователи из МИТ начали с MachineLearning работать над проектом, который назвали Blockcerts. Выпускник должен сначала прислать открытый ключ своему учебному заведению, которое использует для хэширования доку-

мента свой ключ и записывает его в блокчейн. Таким образом, любой желающий сможет убедиться в достоверности сертификата в будущем.

МИТ и MachineLearning сразу нашли поддержку своего проекта Blockcerts в лице Школы Искусств Чикаго, Йельского и Стэнфордского университетов. Однако возможностью использования блокчейна заинтересовались не только лучшие университеты США. Подобные инициативы, но в рамках других проектов, встречаются также в Европе.

Первым учебным заведением, которое официально утвердило использования блокчейна для хранения документов, стал Университет Никосии.

Варианты использования блокчейна системой образования не ограничены только хранением документов в базе данных. Блокчейн мог бы упростить работу бухгалтерии. Факт хозяйственной жизни отражается в одинаковой оценке по дебету одного и кредиту другого счета. Это одна из первых истин, которую изучают будущие бухгалтеры уже более 500 лет.

Блокчейн обладает важным для бухгалтерской работы свойством. Информации, созданной в блокчейне, можно доверять, даже если доверие к контрагенту отсутствует. Транзакция осуществляется только если она одобрена обеими сторонами. Впоследствии эта информация защищена от изменений.

Как было замечено, блокчейн в образовании – это новые способы воплощения необходимых бюрократических операций. Внедрение технологии позволит изменить обучение специалистов и сократит рабочее время сотрудников, что позволит направить его на поиск методов повышения грамотности учеников.

Но есть и сугубо отрицательные стороны внедрения блокчейн в повседневную жизнь.

1. Сложность системы приводит к тому, что пользователям трудно оценить ее преимущества

Хотя революционный характер блокчейна очевиден, чтобы понять криптографические принципы, на которых он построен, нужно потратить некоторое время на чтение документации. Эксперты говорят об исключении посредника из традиционных финансовых отношений, – больше не нужен клиринг платежей или их экспертиза на предмет мошенничества, – но на практике банки неплохо справляются с этой функцией. Но есть вопрос: существует ли сейчас спрос на такие радикальные перемены, как полная перестройка отрасли финансовых услуг?

2. Блокчейн может быть медленным и громоздким

Из-за сложности системы, построенной на блокчейне, из-за используемого шифрования и распределенного характера сети, транзакции в ней могут обрабатываться медленно – по сравнению с «традиционными» платежными системами, то есть с передачей наличных или платежом с помощью кредитной карты. Проводка биткоин-транзакции может занять несколько часов. Дело в том, что блокчейн – это всего лишь компьютерный файл, доступ к которому по мере роста его размера и увеличения сети компьютеров, которые к нему обращаются, становится все медленнее.

3. Финансовая индустрия не заинтересована в развитии блокчейна.

Несмотря на огромный интерес к внедрению блокчейна со стороны финансовой индустрии, ее представители были бы рады, если бы он никогда не появлялся. Банки получают огромную прибыль от посреднических услуг, получая свой процент от миллионов клиентов. Еще в 2015 году один из бывших руководителей банка Barclays (LSE:BARC) назвал интерес и кажущийся энтузиазм финансистов к блокчейну циничным, заявив, что он связан с желанием контролировать или даже блокировать развитие новой технологии.

Перспективы использования блокчейна в образовании выглядят как многообещающе, так и неоднозначно.

Библиографический список

1. Воронов, М. П. Blockchain – основные понятия и роль в экономике / М. П. Воронов, В. П. Часовских // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 9-1. – С. 30–35.
2. Кузнецова, В. П. Блокчейн в образовании / В. П. Кузнецова, И. А. Бондаренко // Россия: тенденции и перспективы развития. – 2018. – № 13-1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/blokcheyn-v-obrazovanii>
3. Финогеев, А. Г. Структура электронной образовательной среды с использованием гетерогенных сетей для доступа к информационным ресурсам / А. Г. Финогеев, В. А. Маслов, А. А. Финогеев // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2011. – № 1 (17). – С. 106–116.
4. Финогеев, А. Г. Гетерогенное информационное пространство для поддержки учебного процесса на базе технологий беспроводной связи / А. Г. Финогеев, В. А. Маслов, А. А. Финогеев // Информатизация образования и науки. – 2011. – № 1 (9). – С. 44–55.
5. Неворотова, Е. А. Некоторые информационные подходы к изучению ботанических коллекций (на примере пензенского гербария им. и. и. Спрыгина) / Е. А. Неворотова, В. А. Маслов // Природное наследие России : сб. науч. ст. Междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию национального заповедного дела и Году экологии в России / под ред. Л. А. Новиковой. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2017. – С. 308–310.

УДК 351.9

Н. Н. Шокорова, А. В. Щепеткова

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ТЕХНОЛОГИИ РЕАЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСИ В РОССИИ

Аннотация. Рассмотрены технологии реализации простой и усиленной электронных подписей. Приведены примеры использования электронных подписей при оказании государственных услуг, межведомственном электронном взаимодействии, электронном документообороте, в гражданских правоотношениях.

Внедрение информационных технологий практически во все сферы деятельности привело к работе с данными и документами, представленными в цифровом формате. Оптимизация работы с документами всегда играла главенствующую роль в деятельности организации. Безбумажный документооборот предполагает экономию времени, денежных средств и ресурсов. Подписание документов в электронном виде делает прозрачным процесс движения документов и, кроме того, взаимодействие внутри организации становится проще.

В России, одним из основных нормативных актов, регулирующих отношения в области использования электронных подписей при совершении гражданско-правовых сделок, оказания государственных и муниципальных услуг, выполнении государственных и муниципальных функций, совершении иных юридически значимых действий, является Федеральный закон «Об электронной подписи» [1]. В соответствии со ст. 5 данного закона электронная подпись может быть двух видов: простая и усиленная, а усиленная – может быть неквалифицированной и квалифицированной.

Технология применения простой электронной подписи реализуется путем выполнения между участниками электронного взаимодействия хотя бы одного из следующих условий:

- простая электронная подпись содержится в самом документе,
- ключ простой электронной подписи формируется в соответствии с правилами, установленными оператором информационной системы и в созданном или отправленном электронном документе содержится информация, указывающая на лицо, от имени которого был создан или отправлен электронный документ.

В настоящее время в качестве ключа простой электронной подписи используется код подтверждения, высылаемый на электронную почту или в виде SMS на номер телефона лица, от имени которого будет создаваться и отправляться электронный документ.

Подобная технология применения простой электронной подписи реализуется на портале предоставления государственных услуг. Зарегистрировавшись на портале государственных услуг и, имея доступ к сети Интернет, из личного кабинета можно отправить электронное сообщение или пакет электронных документов от физического лица в налоговую инспекцию, поликлинику, ГИБДД, ПФР и другие организации, представленные на портале государственных услуг.

Кроме того, простая электронная подпись используется во внутреннем электронном документообороте между сотрудниками организации. В данном случае, администратором системы электронного документооборота (СЭД) создаются логины и пароли для лиц, участвующих в электронном взаимодействии. Примером такой системы является СЭД DIRECTUM, используемой в Пензенском государственном университете.

Усиленная электронная подпись применяется в случаях, когда в соответствии с действующим законодательством, электронный документ должен быть подписан руководителем государственного (муниципального) учреждения (или уполномоченным им лицом) и заверен печатью.

Технология применения усиленной электронной подписи реализуется путем выполнения следующих условий между участниками электронного взаимодействия:

- усиленная электронная подпись получена в результате криптографического преобразования с использованием ключа электронной подписи и идентифицирует отправителя электронного сообщения,
- усиленная электронная подпись подтверждает, что с момента подписания электронный документ не изменялся,
- усиленная квалифицированная электронная подпись должна быть подтверждена сертификатом ключа от аккредитованного удостоверяющего центра или доверенного лица аккредитованного удостоверяющего центра.

Усиленная электронная подпись используется в системах межведомственного электронного взаимодействия (СМЭВ) и электронного документооборота в органах власти [2–4]. Например, усиленная квалифицированная электронная подпись применяется для:

- использования в банковских системах;
- декларирования товаров и услуг в таможенной деятельности;
- кадастровой регистрации объектов недвижимости;
- регистрации сделок с объектами недвижимости;
- участия в государственных закупках на электронных аукционах;
- предоставления налоговой и бухгалтерской отчетности в налоговые органы;
- предоставления статистической и иной отчетности в государственные органы;

– предоставления информации работодателями в Пенсионный фонд России, фонды социального страхования.

В частных гражданских правоотношениях электронная подпись применяется для:

- заключения онлайн-договоров;
- подписания актов приема-передачи исполненных работ;
- работы в системе клиент-банк;
- оформления трудовых отношений с удаленными работниками.

Таким образом, на современном этапе развития информационных технологий электронная подпись является эффективным инструментом передачи и получения информации с помощью Интернета. Технологии применения электронной подписи зависят от вида электронной подписи.

Библиографический список

1. Об электронной подписи : федер. закон № 63-ФЗ от 06.04.2011.
2. Методические рекомендации по разработке электронных сервисов и применению технологий электронной подписи при межведомственном электронном взаимодействии. Версия 2.5.5. – URL: http://filling-form.ru/blank_zayav/76232/index.html (дата обращения: 05.02.2020).
3. Шалыганова, О. С. К вопросу использования систем электронного документооборота в деятельности субъектов органов исполнительной власти / О. С. Шалыганова, Н. Н. Шокорова // Современные технологии документооборота в бизнесе, производстве и управлении : сб. ст. XVIII Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза : ПДЗ, 2018. – С. 118–120.
4. Маслов, В. А. Сравнительный анализ систем электронного правительства по предоставлению государственных и муниципальных услуг в регионах Приволжского федерального округа / В. А. Маслов, Т. А. Чувашова // Россия: тенденции и перспективы развития : сб. тр. конф. / отв. ред. В. И. Герасимов. – Пенза, 2018. – С. 491–493.

УДК 351.9

А. В. Щепеткова, Н. Н. Шокорова

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ПРАВОВАЯ РЕГЛАМЕНТАЦИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ПОДПИСЕЙ ЗА РУБЕЖОМ

Аннотация. Рассмотрены нормативные акты и стандарты использования электронных подписей в США и странах Евросоюза, а также вопросы применения электронных подписей за рубежом с использованием облачных сервисов цифровых подписей.

Электронное взаимодействие затрагивает вопросы правового регулирования использования электронных подписей в отдельных организациях, между партнерами и клиентами. Впервые законы об электронных подписях были приняты в США, сначала на уровне отдельных штатов, потом на федеральном уровне, а затем в Европе (Германии, Италии, Франции, Швеции и др.) [1].

Директива «Об общих условиях использования электронных подписей в Сообществе» [2], принятая ЕС в 1999 году, была направлена на обеспечение единообразия понимания и взаимного признания такого понятия, как «электронная под-

пись» европейскими странами. В данном документе были выделены виды электронных подписей: простые и продвинутые (усиленные). Простые подписи в Директиве представлены как данные в электронной форме, которые логически совмещены с другими электронными данными или прилагаются к ним и служат для их опознавания. Для усиленных электронных подписей требовалось выполнение следующих условий:

- электронная подпись уникальным образом должна быть связана со стороной, подписавшей документ,
- электронная подпись должна иметь способность идентифицировать сторону, подписавшую документ,
- электронная подпись должна создаваться с использованием средств, которыми сторона, подписавшая документ, в состоянии самостоятельно поддерживать и контролировать,
- электронная подпись должна иметь связь с данными в документе, чтобы последующие изменения в документе, могли быть опознаваемы.

Данная Директива регламентировала именно общие правила использования электронных подписей, что приводило к различным недоразумениям по электронному подписанию документов и судебным тяжбам.

В период с 1999 г. по 2019 г. за рубежом появился обширный свод законодательных норм и правил использования электронных подписей в коммерческом обороте и в деятельности государственных органов.

Так в 2001 г. был разработан Типовой закон ЮНСИТРАЛ «Об электронных подписях» [3]. В нем были предложены практические стандарты оценки технической надежности электронных подписей. Например, ст. 6 данного закона регламентирует, что «электронная подпись считается надежной для установленной цели и удовлетворяет требованиям, если:

- данные для создания электронной подписи в том контексте, в котором они используются, связаны с подписавшим и ни с каким другим лицом;
- данные для создания электронной подписи в момент подписания находились под контролем подписавшего и никакого другого лица;
- любое изменение, внесенное в электронную подпись после подписания, поддается обнаружению».

Кроме того, одной из целей юридического требования в отношении наличия подписи заключается в гарантировании целостности информации, к которой она относится, чтобы любое изменение этой информации после момента подписания, поддавалось обнаружению.

С развитием информационных и облачных технологий, появлением облачных сервисов, постепенно за рубежом стали вырабатываться единые стандарты для электронного документооборота и технологий применения электронных подписей. В странах Евросоюза с 1 июля 2016 года действует стандарт eIDAS (electronic Identification, Authentication and trust Services) для электронных сервисов. Этот стандарт регламентирует идентификацию и аутентификацию владельцев электронных подписей, использующих электронные сервисы. Необходимость разработки стандарта была вызвана тем, что за рубежом активно используются облачные технологии для электронного взаимодействия и электронной коммерции. Существуют DSS-сервисы, позволяющие обмениваться электронными документами, подписанными электронной подписью. DSS (Digital Signing Service) – это масштабируемая платформа с поддержкой развертывания цифровых подписей. Данный сервис не только позволяет осуществлять электронное взаимодействие, подписывая электронной подписью любые документы, но и выдачу сертификата подписи. Аутентификация каждого отдельно взятого конечного пользователя осуществляется в учетной записи API.

Учетная запись API может быть настроена как на уровне организации-клиента, так и на партнерском уровне для отдельных пользователей. Для подписи документов в приложении облачного сервиса цифровых подписей должна быть аутентификация для входа пользователя в корпоративную учетную запись организации или личную учетную запись.

Аналогичный стандарт для облачных сервисов цифровых подписей был принят в США (стандарт 21 CFR 11).

Подводя итог, отметим, что зарубежное законодательство от таких понятий как простая электронная подпись и усиленная электронная подпись постепенно переходит к раскрытию такого обобщенного понятия, как облачная электронная подпись. В связи с этим будут и дальше разрабатываться нормативные акты, регулирующие вопросы электронного взаимодействия в приложениях облачных сервисов цифровых подписей.

Библиографический список

1. Электронная подпись. Электронная коммерция в России и за рубежом. – URL: https://ozlib.com/881970/pravo/elektronnaya_podpis
2. Directive №1999/93/EC Directive on a Community framework for electronic signatures.
3. Типовой закон об электронных подписях : принят Комиссией ООН, утв. резолюцией Генеральной Ассамблеи ООН № A/56/588 от 24.01.2002.
4. Облачные сервисы цифровых подписей. – URL: <https://habr.com/ru/company/globalbalsign/blog/353084>

УДК 005.92+004.91

Е. А. Ускова, А. В. Ермолаева

Поволжский институт управления
им. П. А. Столыпина – филиал РАНХиГС, г. Саратов, Россия

КОМПЕТЕНЦИИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ И МУНИЦИПАЛЬНЫХ СЛУЖАЩИХ В СФЕРЕ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫМИ ДОКУМЕНТАМИ

Аннотация. На сегодняшний день использование систем электронного документооборота представляется наиболее оптимальным и эффективным во всех областях, в том числе и в государственном управлении. Качество использования всех возможностей современных систем электронного документооборота зависит, в первую очередь, от компетенции служащих. Поэтому крайне важно, чтобы в органах власти постоянно проводились мероприятия по повышению цифровой грамотности служащих, умению их обращаться с электронными документами.

В настоящее время в рамках общей цифровизации процессов управления возрастает роль системы электронного документооборота. Электронные документы становятся ключевой формой взаимодействия как между органами власти и отдельными их структурами, так и между органами власти и гражданами. Теоретические основы построения системы электронного документооборота и принятые на сего-

дняшний день регламентные нормы должны быть реализованы на практике. В современных условиях в процесс управления документированной информацией вовлечены в той или иной степени все государственные служащие [1]. В связи с этим становится актуальным изучение процессов расширения модели компетенций государственных гражданских служащих для обеспечения их соответствия вызовам цифровой среды, а также степени готовности госслужащих к цифровой трансформации [2]. Иными словами, сегодня необходимо полностью пересмотреть подход к отбору кадров для работы в органах власти различных уровней, для того, чтобы кадры могли соответствовать запросам и требованиям цифровой современности.

Министерством труда разработаны подходы к оценке профессиональных качеств и навыков государственных и муниципальных служащих, которые содержатся в «Методическом инструментарии по установлению квалификационных требований для замещения должностей государственной гражданской службы (Версия 3.2)». Данный инструментарий носит рекомендательный характер и является базой для разработки требований к профессиональным навыкам и умениям в условиях каждого конкретного органа власти. В частности, «Методический инструментарий» содержит требования к функциональным знаниям и умениям служащего, включающие: навык предоставления государственных услуг в электронной форме; осуществление исполнительно-распорядительных и обеспечивающих функций, среди которых – ведение делопроизводства, электронного документооборота и архивного дела. Однако требования к организации работы с электронными документами совпадают с требованиями к организации работы с бумажными документами и не раскрываются более широко.

Характерно, что и в нормативных актах регионов не содержится указаний, предъявляемых к государственным и муниципальным служащим в области цифровых компетенций. Так, например, в законе Рязанской области [3], имеется лишь общее указание на необходимость «осуществления исполнительно-распорядительных и обеспечивающих функций». Этим же отличается и Закон Саратовской области [4], в котором имеется перечень квалификационных требований, однако и он не содержит упоминания навыков цифровой компетенции. Анализ правовых положений других регионов в отношении квалификационных требований государственных и муниципальных служащих лишь подтвердил данную тенденцию: описываются лишь общие компетенции и навыки, которыми должен обладать служащий без углубленного рассмотрения требований цифровых знаний.

В настоящее время имеются различные подходы к решению данной проблемы. Так, например, предлагается установление общих требований к цифровой грамотности государственных и муниципальных служащих, которые условно объединяются в группу «цифровые навыки». В нее включены две подгруппы – цифровые компетенции и цифровая безопасность. Первая подгруппа включает в себя следующие направления: поиск информации, использование цифровых устройств, использование функционала социальных сетей, производство мультимедийного контента, синхронизация устройств. Вторая группа состоит из таких направлений, как: защита персональных данных, культура поведения, репутация, этика, хранение информации, создание резервных копий и т.д. [5]. Между тем, умение создавать электронные документы и работать с ними входит в общее направление цифровой грамотности любого государственного и муниципального служащего. Однако данным вопросам и в теории и на практике уделяется недостаточное внимание.

Для решения данной проблемы необходимо пересмотреть должностные регламенты и инструкции в части требований к компетенциям служащих органов власти в сфере управления электронными документами. Необходимо закрепить требования к цифровым компетенциям на трех уровнях: базовом, продвинутом и

специальном. Это позволит обеспечить унифицированный подход к формированию требований к претендентам на должности государственной гражданской службы [6]. Ключевым фактором оценки должно стать умение государственного служащего создавать, обращаться и передавать электронные документы, а также знание законодательства, регулирующего данную область.

Таким образом, освоение компетенций в сфере управления электронными документами является обязательной составной частью комплексного подхода в решении задач цифровизации и, в конечном итоге, положительным условием, напрямую влияющим на уровень цифрового развития в государстве в целом.

Библиографический список

1. Ермолаева, А. В. Организация документационного обеспечения деятельности региональных органов управления в условиях цифровой экономики / А. В. Ермолаева // Отечественные архивы. – 2019. – № 5. – С. 21–29.
2. Васильева, Е. В. Развитие цифровых компетенций государственных гражданских служащих Российской Федерации / Е. В. Васильева, В. Н. Пуляева // Бизнес-информатика. – 2018. – № 20. – С. 27–34.
3. О государственной гражданской службе Рязанской области : закон Рязанской области № 46-ОЗ от 1 июня 2005 года (с изм. на 21 декабря 2019 года) // Рязанские ведомости. – 2005. – № 117–118.
4. О государственной гражданской службе Саратовской области : закон Саратовской области № 15-ЗСО от 02.02.2005 // Неделя области. – 2005. – № 7 (125).
5. Берман, Н. Д. К вопросу о цифровой грамотности / Н. Д. Берман // Russian Journal of Education and Psychology. – 2017. – № 3. – С. 29–32.
6. Петров, М. Государство как платформа. (Кибер) государство для цифровой экономики. Цифровая трансформация / М. Петров, В. Буров, М. Шклярук, А. Шаров. – Москва : Центр стратегических разработок, 2018. – 276 с.

АНАЛИТИЧЕСКИЕ И ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

УДК 004.8

В. С. Андреев

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

РЕШЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОСЕТЕЙ

Аннотация. Нейросеть – математическая модель и ее программное или аппаратное воплощение, построенная по принципу организации и функционирования сетей биологических нейронов – нервных клеток живого организма. Понятие возникло при изучении протекающих в мозге процессов и при попытке их смоделировать [1]. Будут рассмотрены способы решения *NP* полной задачи коммивояжера с помощью нейронных сетей. В классической постановке данной задачи коммивояжер должен объехать N городов и вернуться обратно, каждый из городов он посещает лишь раз, так, чтобы общая длина его маршрута была минимальной [2].

Для решения поставленной задачи с применением нейросети Хопфилда [3] потребуется закодировать маршрут активациями нейронов и таким образом подобрать связи, соединяющие эти нейроны, чтобы энергия сети оказалась связана с полной маршрутной длиной Хопфилд и Танк предоставили для решения данной задачи способ, описанный ниже рассмотрим сеть, состоящую из $N \times N$ бинарных нейронов, состояния которых мы обозначим $v_{ia} \in \{0,1\}$ ($i = 1, \dots, N; a = 1, \dots, N$) где каждый индекс i кодирует город, а индекс a – кодирует номер этого города в проходимом пути. Если обозначить через d_{ij} расстояние между i -м и j -м городами, решение задачи коммивояжера сводится к доведению целевой функции до минимума $L(v) = \frac{1}{2} \sum_{i,j,a}^{i \neq j} d_{ij} v_{ia} (v_{ja-1} + v_{ja+1})$ при дополнительных условиях $\sum_a v_{ia} = 1 (\forall i)$ и $\sum_i v_{ia} = 1 (\forall a)$ первое из них означает, что любой город в проходимом пути встречается лишь один раз, а второе – что путь проходит через все города.

Осмысленному решению будет соответствовать стационарное состояние сети, в котором лишь N нейронов сети будут активными (v_{ia}) и в каждом столбце и в каждой строке матрицы $||v_{ia}||$ будет находиться только один единичный элемент.

После того, как целевая функция, приводимая к минимуму, для задачи коммивояжера построена, можно определить, какие связи в нейросети Хопфилда следует выбрать, таким образом, чтобы функционал энергии состояния в ней совпал с этой функцией. Для этого достаточно приравнять выражение для $E(V)$ к энергии рекуррентной сети: $E(v) = \frac{1}{2} \sum_{i,j}^{i \neq j} \sum_{a,b}^{a \neq b} w_{iajb} v_{ia} v_{ib} + \sum_{i,a} v_{ia} \vartheta_{ia}$. Так, нахождение значений синоптических связей в сети выглядит следующим образом:

$$w_{iajb} = -d_{ij}(\delta_{a-1b} + \delta_{a+1b})\gamma\delta_{a\beta} - \gamma\delta_{ij}$$

и значений порогов нейронов ϑ_{ia} . Общее число весов, построенных в нейронной сети – порядка N^3

Применение нейронных сетей на практике с высокой эффективностью, для оптимизации возможно, если вычислительные затраты у соответствующей модели растут не так быстро, с ростом размерности задачи. Таким образом, для задачи коммивояжера затраты времени при эмуляции сети растут как N^5 , так как любой N^2 нейронов имеет порядка N^3 синаптических весов. Особый подход Лина и Кернигана [6] масштабирует вычислительные затраты как $N^{2.2}$. Фритцке и Вильке предложили систему нейронной сети очень близкую к сети Кохонена, для которой затраты возрастают лишь линейно с размерностью задачи [4].

Фритцке и Вильке разработали целый класс самоорганизующихся (и обучаемых с учителем) сетей со структурой, способной к изменению, такие как Растущие Клеточные Структуры, Растущий Нейронный Газ и Растущие Сетки. Первые и были использованы ими для решения задачи коммивояжера (и других задач комбинаторной оптимизации).

Растущая клеточная структура для задачи коммивояжера является сначала кольцом из трех ячеек нейронов. Каждый из нейронов характеризуется двумерным вектором w_i , который определяет его положение на плоскости. Каждому из нейронов в этом кольце присваивается своя величина погрешности ε_i , которая изначально считается нулевой. Дальнейшие действия включают в себя всего две элементарные операции: смещение и добавление нового нейрона. Эти операции очень близки к применяемым в модели Кохонена. Отличие заключается в том, что в последней радиус определения соседства и параметр адаптации уменьшаются со временем.

Смещение:

1. выбирается случайный город C ;
2. определяется победивший нейрон w_* , ближайший к этому городу;
3. положение этого нейрона и его двух ближайших в кольце соседей смещается в сторону выбранного города на определенную долю расстояния до него.

Добавление нового нейрона.

С течением времени после нескольких циклов смещений накапливается информация, на основании которой принимается решение о месте, куда добавляется новый нейрон. Каждый раз, когда для случайно выбранного города C определяется ближайший к нему нейрон w_* , локальная ошибка для последнего ε_{i*} получает приращение $\|w_* - C\|$. Большое значение данной ошибки служит указанием на то, что соответствующий нейрон лежит в области, где отношение (число нейронов)/(число городов) невелико. Именно в эти области добавляются новые нейроны, поскольку для получения правильного осмысленного маршрута около каждого города должен находиться свой ближайший нейрон. Маршрут и определяется путем перехода вдоль кольца к нейрону, являющимся ближайшим к некоторому городу. Алгоритм поиска оптимального маршрута, использующий две описанные операции, формулируется следующим образом:

1. Инициализация: генерируется кольцевая структура, которая состоит из трех нейронов, расположенных на плоскости случайным образом.

2. Далее следует фиксированное число p_d шагов распространения. На каждом из этих шагов пересчитывается значение локальной ошибки ε_{i*} .

3. Определяется "наихудшее" звено в кольце, связывающее два нейрона i_1 и i_2 , для которых сумма $\varepsilon_{i_1} + \varepsilon_{i_2}$ максимальна. Новый нейрон добавляется в середину этого звена связывающего нейроны i_1 и i_2 , и его ошибка становится равной величине $\varepsilon_{inew} = \frac{1}{3}\varepsilon_{i_1} + \frac{1}{3}\varepsilon_{i_2}$. Тем временем значения ошибок для нейронов i_1 и i_2 уменьшается так, чтобы суммарная ошибка осталась прежней: $\varepsilon_{i_1} = \frac{2}{3}\varepsilon_{i_1}$, $\varepsilon_{i_2} = \frac{2}{3}\varepsilon_{i_2}$

4. Если для любых двух городов ближайшие к ним нейроны различны между собой, то маршрут найден. В противоположном случае возвращаемся к шагу 1 [5].

Очевидно, что решение задачи может быть найдено не раньше чем число нейронов в кольце достигнет количества городов N . В действительности для его достижения требуется сеть с $2N-3N$ нейронами. Исходя из данного наблюдения, согласно которому число итераций имеет порядок $O(N)$, можно оценить общую сложность алгоритма. На шаге 1 требуется проверка всех нейронов для поиска самого близкого к выбранному городу. Она производится N раз и, поскольку это число постоянно, общее количество проверок также имеет порядок $O(N)$. На втором этапе требуется проверить каждое звено цепи, для поиска того, у которого суммарная ошибка концевых нейронов будет. Так как количество звеньев равно числу нейронов, то количество действий опять имеет порядок $O(N)$. На третьем этапе для каждого города необходимо найти ближайший нейрон, что, как минимум, требует $O(N)$ действий. Таким образом, так как шаги 1–3 требуют по меньшей мере $O(N)$ операций, а цикл повторяется $O(N)$ раз, то временная сложность алгоритма как минимум равна $O(N^2)$. Пространственная сложность алгоритма составляет $O(N)$, так как необходимо резервировать память для N городов, $O(N)$ нейронов и некоторых локальных переменных.

Для улучшения квадратичной временной сложности алгоритма, описанного выше, Фритцке и Вильке модифицировали шаги 1–3. Они учли, что согласно численным экспериментам вначале кольцевая структура нейронов быстро распределяется по всей области размещения городов, и затем с ростом числа нейронов изменения приобретают локальный характер. Такое поведение натолкнуло их на идею заменить глобальный поиск нейрона-победителя на шаге 1 приближенной локальной процедурой. А именно: для каждого города запоминается тот нейрон, который наиболее часто оказывался к нему ближайшим, и если город выбран вновь, то поиск ближайшего к нему нейрона ограничивается этим нейроном и его ближайшими по кольцу соседями вплоть до порядка k . Поскольку k есть константа, то сложность поиска оказывается в этом случае $O(N)$.

Библиографический список

1. Джейн, А. К. Введение в искусственные нейронные сети / Анил К. Джейн, Жианчанг Мао, К. М. Моуддин // Открытые системы. – 1997. – URL: <https://web.archive.org/web/20051031213746/http://www.osp.ru/os/1997/04/16.htm>
2. Левитин, А. В. Метод грубой силы: Задача коммивояжера / А. В. Левитин // Алгоритмы. Введение в разработку и анализ. – Москва : Вильямс, 2006. – Гл. 3. – С. 159–160.
3. Hopfield, J. J. Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities / J. J. Hopfield // Proceedings of National Academy of Sciences. – 1982. – Vol. 79, № 8. – P. 2554–2558.
4. Fritzke, B. FLEXMAP -A Neural Network For The Traveling Salesman Problem With Linear Time And Space Complexity / Bernd Fritzke, Peter Wilke. – URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.53.4286&rep=rep1&type=pdf>
5. Каширина, И. Л. Применение растущей нейронной сети для решения квадратичной задачи о назначениях / И. Л. Каширина // Вестник Воронежского государственного университета. Сер.: Системный анализ и информационные технологии. – 2007. – № 1.
6. Kernighan, B. W. An efficient heuristic procedure for partitioning graphs / B. W. Kernighan, S. Lin // The Bell System Technical Journal. – 1970. – URL: <http://www.cs.utexas.edu/~pingali/CS395T/2009fa/papers/kl.pdf>

В. Н. Ашанин, С. Е. Ларкин

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ВИРТУАЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ УПРАВЛЯЕМЫХ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ

Аннотация. Предложен лабораторный стенд для исследования управляемых выпрямителей виртуальной микропроцессорной системой, позволяющей повысить точность задания угла открытия ключевого элемента при снятии характеристик одно- и двухполупериодных управляемых выпрямителей.

Для регулирования скорости вращения двигателей постоянного тока, современных систем радиоэлектронной аппаратуры и вторичных цепей энергосистем используются регулируемые преобразователи силовой электроники АС/DC, основу которых составляют управляемые выпрямители переменного тока. Для их исследования обычно применяются дорогостоящие стенды.

Электрическая цепь задания фазы открытия ключевых элементов в них реализуется фазосдвигающей цепью на аналоговых элементах, вследствие чего при исследовании таких выпрямителей возникают существенные трудности. Это объясняется тем, что предусмотренный для этого датчик фазы так же аналоговый и имеет малую чувствительность, а точность открытия ключей осуществляется визуально с помощью осциллографа. В этой связи, снятие регулировочной характеристики управляемого выпрямителя становится не измерительной, а больше демонстрационной задачей, и, как показывает практика, сравнение полученных данных с расчетными вовсе теряет смысл. Поэтому создание стенда для исследования управляемых выпрямителей с высокими метрологическими характеристиками является актуальной задачей.

Проанализировав существующие реализации лабораторных стендов [1–5] была поставлена авторами задача реализовать виртуальный микропроцессорный лабораторный стенд по исследованию управляемых выпрямителей, который должен позволить:

- исследовать одно- и двухполупериодные управляемые выпрямители со снятием необходимых характеристик, причем экспериментальные данные должны соответствовать расчетным;
- диапазон угла открытия ключей от 0 до 180 градусов;
- точность задания угла открытия ключей должна быть не ниже одного градуса.

Разработанная схема виртуального лабораторного стенда для исследования управляемых выпрямителей приведена на рис. 1.

Элемент управления ключами реализован на микроконтроллере AT90S8535 фирмы ATMEL. Программирование осуществлялось на языке Assembler в среде отладки программ AVR микроконтроллеров AVRStudio4, а моделирование – в программе автоматизированного проектирования электронных схем Proteus 7.7.

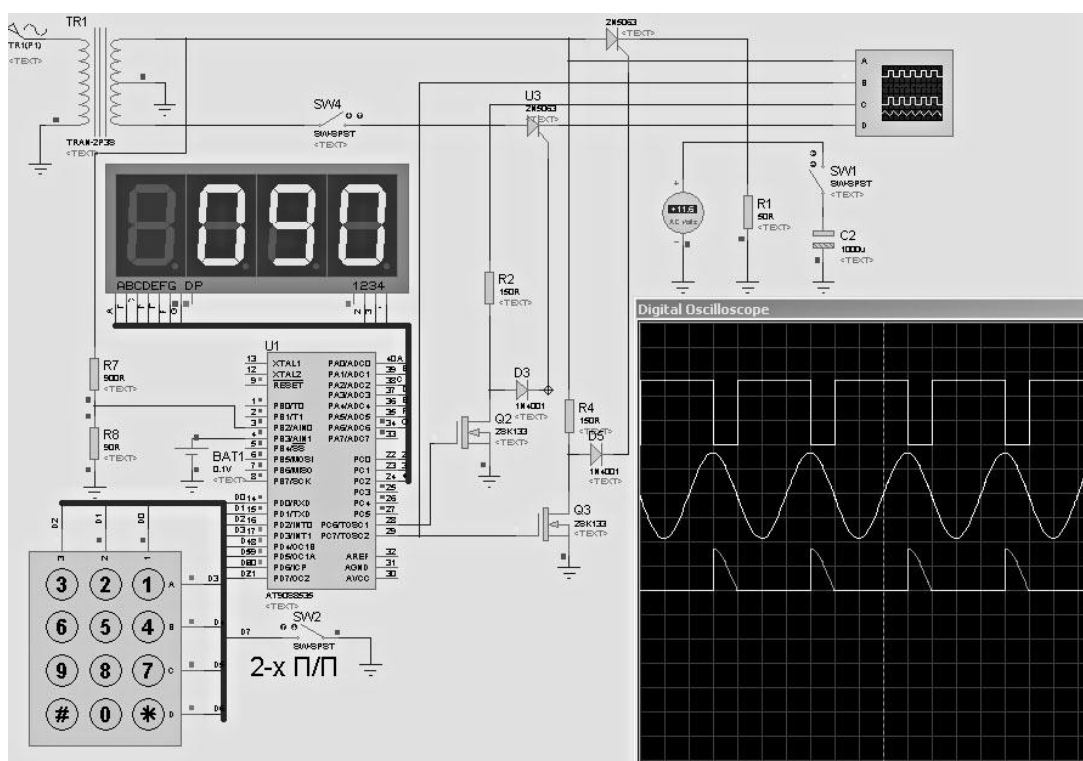


Рис. 1. Лабораторный стенд исследования управляемых выпрямителей

Переключатели SW2 и SW4 позволяют изменить программное обеспечение и схему с одно- на двухполупериодную соответственно. Задание требуемого угла открытия тиристоров производится с клавиатуры. Ввод набранного значения производится по нажатию клавиши #. Сброс неправильно набранного значения осуществляется нажатием клавиши *. Переключатель SW1 подключает фильтрующий конденсатор к выходу выпрямителя, что позволяет оценить коэффициент пульсаций одно- и двухполупериодных выпрямителей как без, так и с подключенным конденсатором.

Проведенные исследования подтвердили высокие метрологические характеристики виртуального лабораторного стенда, позволяющие сопоставлять экспериментальные и теоретические данные.

Библиографический список

1. Гельман, М. В. Преобразовательная техника : учеб. пособие / М. В. Гельман, М. М. Дудкин, К. А. Преображенский. – Челябинск : Изд. центр ЮУрГУ, 2009. – 425 с.
2. Гельман, М. В. Преобразовательная техника : учеб. пособие к лабораторным работам / М. В. Гельман, М. М. Дудкин, Н. М. Сапрунова, О. Г. Терещина. – Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 161 с.
3. Лаврентьев, В. В. Тиристоры в устройствах промышленной электроники : метод. указания / В. В. Лаврентьев, В. Н. Атаманов ; под ред. А. Б. Красовского. – Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1997. – 16 с.
4. Преобразовательная техника : учеб. пособие по циклу лабораторных работ дисциплины «Преобразовательная техника» / сост.: А. А. Лопатин, В. Б. Молодецкий, А. В. Казанцев. – Красноярск : ИПЦ ПИ СФУ, 2007. – 51 с.
5. Коновалов, Б. И. Основы преобразовательной техники : учеб.-метод. пособие / Б. И. Коновалов, В. С. Мишуров. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2016. – 58 с.

И. Ю. Балашова

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

МОДЕЛЬ И АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О НАЗНАЧЕНИЯХ С ПРИОРИТЕТАМИ

Аннотация. Сформулирована задача о назначениях с дополнительным требованием учета приоритетов. Рассмотрена математическая модель задачи. Предложен алгоритм решения, основанный на классических методах решения задачи о назначениях и учитывающий требование приоритета выделенных назначений.

Задача о назначениях – одна из фундаментальных задач линейного программирования. В классической постановке задается n работ и n исполнителей. Любой исполнитель может быть назначен на выполнение любой (но только одной) работы, но с неодинаковыми затратами. Нужно распределить работы так, чтобы выполнить работы с минимальными затратами. Эффективными методами решения задачи о назначениях являются венгерский метод или метод Мака.

Задача о назначениях широко используется в производственных и сервисных системах и имеет множество интерпретаций. В частности, математическая модель этой задачи позволяет формально описать и провести количественный анализ таких ситуаций, как распределение тендеров по претендентам на выполнение [1], подбор персонала на вакантные должности [2], распределение целей между огневыми средствами [3] и др. Однако часто прикладные задачи содержат дополнительные условия, которые приводят к обобщению математической модели. Для обобщенных моделей задачи о назначениях классические методы решения, такие, как венгерский метод или метод Мака, зачастую не применимы, что требует разработки особых подходов к нахождению оптимального решения.

Пусть в силу определенных обстоятельств (например, особенностей технологии производства, приоритете производителя продукции при отборе контрагентов для заключения договора поставки, наличия преимущественного права предоставления вакантной должности и др.) для некоторых работ определено подмножество предпочтительных исполнителей. Содержательная постановка такой задачи имеет вид:

Имеется n работ и m исполнителей. Для определенности положим $m > n$, что описывает наличие конкуренции. Известны затраты c_{ij} на выполнение i -м исполнителем j -й работы ($i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$). Каждый исполнитель может быть назначен только на одну работу, каждая работа может быть выполнена только одним исполнителем. Некоторые назначения имеют приоритет перед другими. Требуется распределить работы так, чтобы они были исполнены с минимальными затратами и с учетом приоритета назначений.

На множествах исполнителей и работ установим бинарное отношение приоритета $R = \{(i, j) \mid \text{назначение } (i, j) \text{ имеет приоритет}\}$. Введем в рассмотрение матрицу затрат $Z_{m \times n}$, связанную с отношением R таким образом:

$$z_{ij} = \begin{cases} c_{ij}, & \text{если } (i, j) \in R, \\ c_{ij} + M, & \text{если } (i, j) \notin R, \end{cases}$$

где M – достаточно большое положительное число.

Введение матрицы $Z_{m \times n}$ обосновано следующими соображениями. Классические методы решения задачи о назначениях основаны на идее выбора в каждой строке матрицы затрат минимального элемента. Неизвестная x_{ij} , такая, что $(i, j) \notin R$, будет «штрафоваться» путем ввода в целевую функцию выражения $(c_{ij} + M)x_{ij}$, что обеспечит учет приоритета выделенных назначений. Вместе с тем очевидно, что положения оптимального выбора среди назначений, не имеющих приоритета, не изменятся, т.к. к соответствующим элементам матрицы затрат добавляем одно и то же число M . Теоретически применение штрафа требует, чтобы $M \rightarrow \infty$. Однако с точки зрения практических вычислений величина M должна быть конечной и, вместе с тем, достаточно большой, но при этом не слишком большой, чтобы не уменьшить точность вычислений. В [4] показано, что в качестве штрафа для задачи с квадратной матрицей затрат размером $n \times n$ можно взять число $M > n \cdot \max_{(i,j) \in R} c_{ij}$. Для определенности будем полагать $M = 2m \cdot \max_{(i,j) \in R} c_{ij}$.

Математическая модель задачи о назначениях с приоритетами имеет вид:

$$f(X) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n z_{ij} x_{ij} \rightarrow \min ,$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = 1, \quad j = \overline{1, n},$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq 1, \quad i = \overline{1, m},$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}, \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n}.$$

где
$$z_{ij} = \begin{cases} c_{ij}, & \text{если } (i, j) \in R, \\ c_{ij} + M, & \text{если } (i, j) \notin R. \end{cases}$$

Приведение предложенной модели к закрытой форме позволит решить задачу классическими методами. Вычислительная схема алгоритма решения задачи о назначениях с приоритетами венгерским методом или методом Мака имеет вид:

1) Найти размер штрафа $M = 2m \cdot \max_{(i,j) \in R} c_{ij}$.

2) Построить матрицу затрат $Z_{m \times n}$ такую, что

$$z_{ij} = \begin{cases} c_{ij}, & \text{если } (i, j) \in R, \\ c_{ij} + M, & \text{если } (i, j) \notin R, \end{cases}$$

3) Привести задачу к закрытой модели, для чего задать матрицу затрат $Q = (q_{ij})_{m \times m}$ следующим образом:

$$q_{ij} = \begin{cases} z_{ij}, & i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}; \\ 0, & i = \overline{1, m}, j = \overline{n+1, m}. \end{cases}$$

4) Решить венгерским методом или методом Мака следующую задачу о назначениях:

$$f(\mathbf{X}) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m q_{ij} x_{ij} \rightarrow \min,$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = 1, \quad j = \overline{1, m}.$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = 1, \quad i = \overline{1, m}.$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}, \quad i, j = \overline{1, p}.$$

Следует отметить, что при одной и той же матрице затрат необходимость учета приоритета назначений в общем случае увеличивает значение целевой функции.

Библиографический список

1. Колпакова, Т. А. Моделирование процесса принятия решений при проведении тендеров / Т. А. Колпакова // Системы обработки информации. – 2014. – № 2 (118). – С. 228–232.
2. Малюгина, О. А. Использование задачи о назначениях при решении проблемы формирования штатов / О. А. Малюгина, Г. Д. Чернышова // Вестник Воронежского государственного университета. – 2010. – № 8. – С. 141–148.
3. Липлянин, А. Ю. Методика учета важности цели при решении задачи распределения летательных аппаратов между огневыми средствами / А. Ю. Липлянин, А. С. Шеин, А. В. Хижняк // Доклады БГУИР. – 2017. – № 2. – С. 77–83.
4. Медведева О. А. Модели и алгоритмы решения многокритериальных задач о назначениях с дополнительными ограничениями : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Медведева О. А. – Воронеж, 2013. – 18 с.

УДК 519.22

В. С. Безяев, П. П. Макарычев, А. А. Тарасов

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННОЙ МЕРЫ РАССТОЯНИЯ

Аннотация. Обсуждается постановка и решение задачи кластерного анализа с использованием представления данных об объектах в виде множества R^n упорядоченных последовательностей $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ из вещественных чисел.

Введение. При проведении кластерного анализа объекты множества $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_i, \dots, q_m\}$ могут быть представлены в виде арифметических векторов. Например, $\mathbf{q}_i = (x_i^1, x_i^2, \dots, x_i^j, \dots, x_i^n)$. Элементами векторов являются значения признаков, характеризующие свойства объектов. При этом признаки имеют различные единицы измерения. В связи с этим равенство векторов $\mathbf{q}_i = \mathbf{q}_k$ в арифметическом пространстве может иметь место только в случае если [1, 2]:

$$x_i^1 = x_k^1, x_i^2 = x_k^2, \dots, x_i^j = x_k^j, \dots, x_i^m = x_k^m. \quad (1)$$

Одной из подзадач кластерного анализа является выбор меры сходства (близости) между объектами. Мера сходства двух объектов (векторов) $d = |\mathbf{q}_i - \mathbf{q}_k|$ должна отвечать следующим условиям [3, 4]:

$$\begin{aligned} d(\mathbf{q}_i, \mathbf{q}_k) &\geq 0 \text{ для всех } \mathbf{q}_i, \mathbf{q}_k; \\ d(\mathbf{q}_i, \mathbf{q}_k) &= 0 \text{ тогда и только тогда, когда } \mathbf{q}_i = \mathbf{q}_k; \\ d(\mathbf{q}_i, \mathbf{q}_k) &= d(\mathbf{q}_k, \mathbf{q}_i); \\ d(\mathbf{q}_i, \mathbf{q}_k) + d(\mathbf{q}_k, \mathbf{q}_g) &\geq d(\mathbf{q}_i, \mathbf{q}_g). \end{aligned} \quad (2)$$

В настоящее время применение в кластерном анализе находят различные меры сходства, в том числе *метрика Миньковского, расстояния Евклида, Хемминга, Чебышева, и другие* [1]. Проблема состоит в том, что перечисленные меры сходства не отвечает требованиям (1, 2) одновременно. Это обусловлено тем, что бессмысленно вычислять расстояние в n -мерном арифметическом пространстве между объектами с признаками (координатами), измеренными с использованием различных единиц измерения. В данной статье рассматривается кластерный анализ данных с учетом различий в типах измерительных шкал [5].

Постановка задачи. Предположим, что задано множество объектов $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_i, \dots, q_m\}$, представленных в арифметическом пространстве размерности R^n . Положение начала координат в арифметическом пространстве определяется нулевыми метками использованных измерительных шкал [3]. В пространстве R^n можно ввести расстояние по Хеммингу на основе модифицированной меры расстояния:

$$d(\mathbf{q}_i, \mathbf{q}_k) = d(\mathbf{q}_k, \mathbf{q}_i) = \sum_{j=1}^n \lambda_j |x_i^j - x_k^j| \quad (3)$$

где $\lambda_j = 1/\max(x^j)$ – весовой коэффициент признака x^j , $\max(x^j)$ – максимум значения признака j на всем множестве объектов Q .

Безразмерная величина $\lambda_j |x_i^j - x_k^j|$, характеризующая сходство объектов по признаку x^j , принимает значение на интервале $[0, 1]$. При выполнении неравенства $d(\mathbf{q}_i, \mathbf{q}_k) \leq \varepsilon$, где ε – заданная малая величина, объекты рассматриваются как «ближайшие соседи» и размещаются в одном кластере.

Решение задачи. Рассмотрим решение задачи кластерного анализа, взятой из обзора [1], невзвешанным центроидным методом. Данные о деятельности 8 компаний (признаки) представлены в таблице: доходы компаний в миллионах рублей (Доход); капитализация в мл. долларов (Кап), число поставщиков (Пос); организация электронной торговли (Энер): 0 – нет, 1 – да; деятельность в секторе энергетики, деятельность в секторе промышленного производства (Пром), деятельность в секторе торговли (Торг).

В соответствие с таблицей $n = 7$ весовые коэффициенты признаков, характеризующих компании, можно определить следующим образом:

$$\lambda_1 = 0,034; \lambda_2 = 0,017; \lambda_3 = 0,2; \lambda_4 = 0,2; \lambda_5 = 0,33; \lambda_6 = 0,33; \lambda_7 = 0,5.$$

На **первом** этапе определяется мощность множества объектов $N_1 = m = 8$ и задается кластер, в котором размещаются все объекты $C_1 = \{\mathbf{q}_i | \mathbf{q}_i \in Q, i = 1, 2, \dots, m\}$. Выбирается мера сходства (3) и создается пустой кластер $C_2 = \emptyset$, мощность которого $N_2 = 0$.

Таблица

Номер	Доход	Кап	Пос	ЭТ	Энер	Пром	Торг
1	19,0	43,7	2	0	1	0	0
2	29,4	36,0	3	0	1	0	0
3	23,9	38,0	3	0	0	1	0
4	18,4	27,9	2	1	1	0	0
5	25,7	22,3	3	1	0	1	0
6	23,9	30,2	4	1	0	0	1
7	27,2	58,0	5	1	0	0	1
8	12,1	16,9	2	1	0	1	0

Последовательно из кластера C_1 выбираются объекты

$$\mathbf{q}_i = (x_i^1, x_i^2, \dots, x_i^j, \dots, x_i^n), i = 1, 2, \dots, m.$$

и оценивается расстояние от этого объекта до всех остальных:

$$s_{i,k} = d(\mathbf{q}_i - \mathbf{q}_k), k = 1, 2, \dots, m. \quad (4)$$

В результате проведенных вычислений формируется матрица расстояний между объектами заданного множества:

$$S_0 = [s_{j,k}]. \quad (5)$$

Из всех значений элементов матрицы S выбирается элемент с минимальным значением. Затем определяются индексы объектов, расположенных наиболее близко:

$$s_{j,k} = \min(S), (j, k) = \text{match}(s_{j,k}, S) \quad (6)$$

где $\text{match}(s_{j,k}, S)$ – функция определения значений индексов j, k .

Объекты $\mathbf{q}_i, \mathbf{q}_k$ удаляются из кластера $C_1 : C_1 = (C_1 \setminus \mathbf{q}_j) \setminus \mathbf{q}_k$. Пополняется кластер $C_2 : C_2 = \emptyset \cup \mathbf{q}_j \cup \mathbf{q}_k$. Формируется представитель $\tilde{\mathbf{q}}_j$ кластера C_2 в кластере C_1 , координаты которого рассчитываются по правилу:

$$\tilde{x}_j^i = (x_j^i + x_k^i) / 2, i = 1, 2, \dots, n. \quad (7)$$

Представитель $\tilde{\mathbf{q}}_j$ размещается в кластере $C_1 : C_1 = C_1 \cup \tilde{\mathbf{q}}_j$ и с использованием выражений формируется матрица S_1 размерности $(m-1) \times (m-1)$. Находятся элементы с минимальным значением меры близости. В общем случае возможно три ситуации. Первая ситуация – в кластере C_1 найдено минимальное расстояние между двумя объектами исходного множества. Вторая ситуация – в кластере C_1 найдено минимальное расстояние между объектом и представителем кластера C_2 . Третья ситуация – найдено минимальное расстояние между двумя представителями кластеров, например C_2 и C_3 . Во всех ситуациях решение находится с использованием формул (4, 5, 6, 7).

Результат решения задачи. Выполнен кластерный анализ данных из таблицы, приведенной выше, с использованием двух метрик:

$$\sum_{j=1}^n |x_i^j - x_k^j|, \sum_{j=1}^n \lambda_j |x_i^j - x_k^j|.$$

При использовании первой метрики сформированы кластеры $C_1 = \{1, 2, 3, 4, 5, 7\}$, $C_2 = \{6\}$, $C_3 = \{8\}$, второй метрики. $C_1 = \{1, 2, 4\}$, $C_2 = \{3, 5, 8\}$, $C_3 = \{6, 7\}$.

Выводы. Введение весовых коэффициентов существенно влияет на результат кластерного анализа. При использовании второй метрики состав компаний в кластерах совпадает с составом компаний в секторах экономики, что, по мнению авторов, подтверждает эффективность применения модифицированной меры расстояния. Наилучшие значения признаков у компаний, работающих в секторе экономики.

Библиографический список

1. Миркин, Б. Г. Методы кластер-анализа для поддержки принятия решений: обзор: препринт WP7/2011/03 / Б. Г. Миркин // Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». – Москва : Высш. шк. экономики, 2011. – 88 с.
2. Сокэл, Р. Р. Кластер-анализ и классификация: предпосылки и классификация / Р. Р. Сокэл // Классификация и кластеризация / под ред. Дж. Вэн. Райзиа. – Москва : Мир, 1980. – С. 7–19.
3. Безяев, В. С. Теоретические основы принятия решений : учеб. пособие / В. С. Безяев ; под ред. д-ра техн. наук, проф. П. П. Макарычева. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2014. – 186 с.
4. Мандель, И. Д. Кластерный анализ / И. Д. Мандель. – Москва : Финансы и статистика, 1988. – 176 с.
5. Барсегян, А. А. Технологии анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP / А. А. Барсегян, М. С. Куприянов, В. В. Степаненко, И. И. Холод. – 2-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2007. – 384 с.

УДК 519.6

И. В. Бойков, А. И. Бойкова

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

МЕТОД ЛОКАЛЬНЫХ ПОПРАВК В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКЕ И НЕЙРОМАТЕМАТИКЕ

Аннотация. Рассмотрен вопрос применения метода локальных поправок при решении задач математической физики. Предварительно задачи математической физики сводятся к системам алгебраических уравнений. Показано, что алгоритм решения систем алгебраических уравнений, построенный на основе метода локальных поправок, может быть использован при обучении нейронных сетей и на его основе могут быть построены нейронные сети для решения интегральных уравнений Фредгольма первого рода.

Метод локальных поправок широко используется при решении систем линейных и нелинейных алгебраических уравнений, к которым приводят вариационные и проекционные методы решения уравнений математической физики.

Особенно широко метод локальных поправок применяется при решении обратных задач гравиразведки [1–6], при решении сингулярных и гиперсингулярных интегральных уравнений [7]. В работе [8] он был использован при решении задачи синтеза фрактальных антенн.

Достоинствами этого метода является простота реализации и малый объем вычислений.

Изложим этот метод на примере линейаризованной обратной задачи гравиметрии для контактной поверхности, которая описывается [9] интегральным уравнением в свертках вида

$$\frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{x(\tau)h d\tau}{(\tau-t)^2 + h^2} = f(t), \quad (1)$$

где h – глубина залегания контактной поверхности, функция $y = h - x(t)$ – описывает верхнюю границу гравитирующего тела, $f(t)$ – поле силы тяжести на поверхности Земли. Здесь используется декартова система координат с осью z , направленной вниз.

Требуется, располагая информацией об исходных данных h и $f(t)$, $-\infty < t < \infty$, определить функцию $x(t)$.

Аппроксимируем уравнение (1) системой алгебраических уравнений [2]

$$\frac{h_1}{\pi} \sum_{k=-\infty}^{\infty} x_k \frac{h}{(k-l)^2 h_1^2 + h^2} = f_l, l = \overline{-\infty, \infty}, \quad (2)$$

$x_k = x(kh_1)$, $f_k = f(kh_1)$, h_1 – параметр дискретизации.

Систему (2) можно записать в более удобном виде

$$\frac{1}{\pi} \sum_{k=-\infty}^{\infty} x_k \frac{a}{(k-l)^2 + a^2} = f_l, l = \overline{-\infty, \infty}, \quad (3)$$

где $a = h / h_1$.

Конечномерной аппроксимацией системы (3) является следующая система

$$\frac{1}{\pi} \sum_{k=-N}^N x_k \frac{a}{(k-l)^2 + a^2} = f_l, l = \overline{-N, N}. \quad (4)$$

Замечание. Доказательства однозначной разрешимости систем уравнений (3), (4) дано в [2, 6].

Простейшая модификация метода локальных поправок заключается в следующем.

Пусть $x^m = (x_{-N}^m, \dots, x_{-1}^m, x_0^m, x_1^m, \dots, x_N^m)$ – результат m -й ($m = 1, 2, \dots$) итерации.

Соответственно, x^0 – начальное приближение.

На $m+1$ шаге находим максимальное значение невязки:

$$\varepsilon_{m+1} = \max_{-N \leq j \leq N} |f_j - f_j^m|,$$

где

$$f_j^m = \frac{1}{\pi} \sum_{k=-N}^N x_k^m \frac{a}{(k-j)^2 + a^2}, j = \overline{-N, N}.$$

Пусть значение ε_{m+1} достигается при $j = l^*$ и этот параметр является единственным, на котором это значение достигается.

Тогда (см. [2]) следующий шаг итерационного процесса заключается в следующем:

1) полагаем

$$x_j^{m+1} = x_j^m, j \neq l^*; \quad (5)$$

2) составляем уравнение для нахождения поправки:

$$\frac{1}{\pi} \sum_{k=-N}^N x_k^{m+1} h_{kl}^* = f_l^*. \quad (6)$$

Здесь $h_{kl} = a / ((k-l)^2 + a^2)$, $k, l = \overline{-N, N}$.

Из (5) и (6) следует, что

$$\frac{1}{\pi} x_{l^*}^{m+1} h_{l^*l^*}^* + \frac{1}{\pi} \sum_{k=-N, k \neq l^*}^N x_k^m h_{kl}^* = f_{l^*}^*.$$

Следовательно,

$$\frac{1}{\pi} x_{l^*}^{m+1} h_{l^*l^*}^* - \frac{1}{\pi} x_{l^*}^m h_{l^*l^*}^* + \frac{1}{\pi} \sum_{k=-N}^N x_k^m h_{kl}^* = f_{l^*}^*$$

и поправка равна

$$x_{l^*}^{m+1} - x_{l^*}^m = \pi (f_{l^*}^* - f_{l^*}^m).$$

Более общие алгоритмы метода локальных поправок предложены в [3]. В частности, рассматриваются случаи, когда максимальная погрешность достигается в нескольких точках; когда на l^* компоненту правой части $(f_{l^*}^m)$ наибольшее влияние оказывает компонента $x_{i^*}^m$ ($i^* \neq l^*$). Для реализации этих алгоритмов приходится решать системы нелинейных уравнений.

Поэтому представляет интерес построение модификации метода локальных поправок, требующей только линейных операций. Можно показать, что по числу арифметических операций эта модификация сопоставима с методом Гаусса.

Для определенности рассмотрим систему уравнений

$$\sum_{l=1}^N h_{kl} x_l = f_k, k = 1, 2, \dots, N.$$

Пусть в результате m -й итерации максимальное значение невязки равно

$$\varepsilon_{m+1} = \max_{1 \leq j \leq N} |f_j^m - f_j|,$$

причем оно достигается при $j = l^*$.

Тогда находится индекс k^* такой, что $|h_{k^*l^*}^*| = \max_k |h_{kl}^*|$. Если значений, реализующих ε_{m+1} несколько, то выбирается значение, реализующее $\min_{1 \leq k \leq N} |k - l^*|$.

Тогда на $m+1$ шаге итерационного процесса имеем

$$x_k^{m+1} = x_k^m, k \neq k^*$$

$$x_{k^*}^{m+1} = x_{k^*}^m + (f_{l^*}^m - f_{l^*}^m) / h_{k^*l^*}.$$

Рассмотрим случай, когда максимальная невязка достигается одновременно при нескольких индексах, например, l_1^* и l_2^* :

$$\varepsilon_{m+1} = \max_{1 \leq j \leq N} |f_j^m - f_j| = |f_{l_1^*}^m - f_{l_1^*}| = |f_{l_2^*}^m - f_{l_2^*}|.$$

Тогда $m+1$ шаг итерационного процесса заключается в следующем:

1) полагаем

$$x_j^{m+1} = x_j^m, j \neq l_1^*, j \neq l_2^*;$$

2) составляем уравнение для нахождения поправки:

$$\frac{1}{\pi} \sum_{k=1}^N x_k^{m+1} h_{lk} = f_l, l = \overline{1, N}.$$

Здесь $h_{kl} = a / ((k-l)^2 + a^2)$, $k, l = \overline{1, N}$.

Из последних двух выражений имеем

$$\frac{1}{\pi} x_{l_1^*}^{m+1} h_{l_1^*l_1^*} + \frac{1}{\pi} x_{l_2^*}^{m+1} h_{l_1^*l_2^*} + \frac{1}{\pi} \sum_{k=1, k \neq l_1^*, l_2^*}^N h_{l_1^*k} x_k^m = f_{l_1^*}.$$

$$\frac{1}{\pi} x_{l_1^*}^{m+1} h_{l_2^*l_1^*} + \frac{1}{\pi} x_{l_2^*}^{m+1} h_{l_2^*l_2^*} + \frac{1}{\pi} \sum_{k=1, k \neq l_1^*, l_2^*}^N h_{l_2^*k} x_k^m = f_{l_2^*}.$$

Тогда

$$\frac{1}{\pi} h_{l_1^*l_1^*} (x_{l_1^*}^{m+1} - x_{l_1^*}^m) + \frac{1}{\pi} h_{l_1^*l_2^*} (x_{l_2^*}^{m+1} - x_{l_2^*}^m) + \sum_{k=1}^N h_{l_1^*k} x_k^m = f_{l_1^*}.$$

$$\frac{1}{\pi} h_{l_2^*l_1^*} (x_{l_1^*}^{m+1} - x_{l_1^*}^m) + \frac{1}{\pi} h_{l_2^*l_2^*} (x_{l_2^*}^{m+1} - x_{l_2^*}^m) + \sum_{k=1}^N h_{l_2^*k} x_k^m = f_{l_2^*}.$$

Эта система эквивалентна следующей

$$\frac{1}{\pi} h_{l_1^*l_1^*} \Delta_{l_1^*}^m + \frac{1}{\pi} h_{l_1^*l_2^*} \Delta_{l_2^*}^m = \Delta f_{l_1^*},$$

$$\frac{1}{\pi} h_{l_2^*l_1^*} \Delta_{l_1^*}^m + \frac{1}{\pi} h_{l_2^*l_2^*} \Delta_{l_2^*}^m = \Delta f_{l_2^*},$$

где $\Delta_{l_i^*}^m, i = 1, 2$, – искомые поправки,

$$\Delta f_{l_i^*} = f_{l_i^*} - \sum_{k=1}^N h_{l_i^*k} x_k^m, i = 1, 2.$$

Аналогично, если максимальная погрешность достигается в m точках, то приходим к системе из m уравнений с m неизвестными.

Намного более сложная ситуация возникает при применении метода локальных поправок к нелинейным уравнениям. В этом случае даже при одном максимуме приходится решать нелинейные уравнения [3]. Продемонстрируем это на следующем примере.

Рассмотрим нелинейное интегральное уравнение Фредгольма первого рода

$$\int_0^1 h(t, \tau, x(\tau)) d\tau = f(t). \quad (7)$$

Замечание. Мы рассматриваем уравнение Фредгольма 1 рода, т.к. его решение является некорректной задачей и здесь в наибольшей степени должна проявиться эффективность нейронной сети.

Аппроксимируем уравнение (7) системой нелинейных алгебраических уравнений

$$\frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} h(t_l, t_k, x_k) = f_l, l = 0, 1, \dots, N-1,$$

где $t_k = k / N$, $k = 0, 1, \dots, N$, $x_k = x(t_k)$, $k = 0, 1, \dots, N$.

Пусть $x^0 = (x_0^0, x_1^0; \dots; x_{N-1}^0)$ – начальное приближение.

Как и в линейном случае, вначале найдем наибольшую невязку:

$$\varepsilon_1 = \max_{0 \leq l \leq N-1} |f_l - f_l^0|,$$

где

$$f_l^0 = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} h(t_l, t_k, x_k^0).$$

Пусть эта невязка достигается при одном значении параметра l , равном l^* .

Тогда, повторяя рассуждения проведенные в линейном случае, приходим к уравнению для определения следующей поправки:

$$h(t_{l^*}, t_{l^*}, x_{l^*}^1) - h(t_{l^*}, t_{l^*}, x_{l^*}^0) = f_{l^*} - \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} h(t_{l^*}, t_k, x_k^0). \quad (8)$$

Решив уравнение (8), получаем следующее (первое) приближение итерационного процесса

$$x^1 = (x_0^1, x_1^1, \dots, x_{N-1}^1),$$

где $x_j^1 = x_j^0$ при $j \neq l^*$; $x_{l^*}^1$ – результат решения уравнения (8).

Аналогично строятся следующие итерации.

Нетрудно видеть, что в случае, если максимальная погрешность достигается при m значениях t_k , $k = 0, 1, \dots, N-1$, то нахождение поправок сводится к решению системы из m нелинейных уравнений с m неизвестными. При решении этих систем, кроме вычислительных трудностей, может возникнуть проблема с неединственностью решения.

Поэтому возникает необходимость в модификации метода локальных невязок при решении нелинейных уравнений.

В качестве одной из модификаций рассмотрим следующий метод.

Обозначим через δ модуль пробного сигнала. Отметим, что так как рассматриваются нелинейные системы уравнений, то величина δ значительно влияет на быстроту сходимости метода.

Обозначим через $x^0 = (x_0^0, x_1^0, \dots, x_{N-1}^0)$ начальное приближение. Предположим вначале, что максимальная погрешность

$$\varepsilon_1^* = \max_{0 \leq l \leq N-1} \left| f_l - \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} h(t_l, t_k, x_k^0) \right|$$

достигается при единственном значении параметра l , равным l^* .

Рассмотрим несколько вычислительных схем.

Вычислительная схема первого уровня.

Подадим на вход системы (8) последовательность, состоящую из $2N$ пробных сигналов

$$z_i = (0, \dots, 0, \delta, 0, \dots, 0), i = 0, 1, \dots, N-1,$$

$$z_{N+i} = (0, \dots, 0, -\delta, 0, \dots, 0), i = 0, 1, \dots, N-1.$$

Определим значение j^* , при котором сигнал z_{j^*} оказывает наибольшее влияние на погрешность ε_1^* .

В качестве первого приближения берем вектор

$$x^1 = (x_0^1, x_1^1, \dots, x_{2N-1}^1),$$

где $x_i^1 = x_i^0, i \neq j^*$,

$$x_{j^*}^1 = x_{j^*}^0 + \delta, \text{ если } 0 \leq j^* \leq N-1, \text{ или } x_{j^*}^1 = x_{j^*}^0 - \delta,$$

если $N \leq j^* \leq 2N-1$.

Переходим к следующему шагу.

Обозначим через ε_1^* максимальную погрешность

$$\varepsilon_2^* = \max_{0 \leq l \leq N-1} \left| f_l - \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} h(t_l, t_k, x_k^1) \right|.$$

Если $\varepsilon_2^* \geq \varepsilon_1^*$, то возвращаемся к первому шагу и полагаем

$$x_i^1 = x_i^0, i \neq j^*,$$

$$x_{j^*}^1 = x_{j^*}^0 + \delta/2, \text{ если } 0 \leq j^* \leq N-1 \text{ или } x_{j^*}^1 = x_{j^*}^0 - \delta/2, \text{ если } N \leq j^* \leq 2N-1.$$

Этот цикл продолжается до тех пор, пока не будет достигнуто неравенство $\varepsilon_2^* < \varepsilon_1^*$.

После этого переходим ко второй и последующим итерациям.

Вычислительная схема второго уровня.

Вычислительная схема второго уровня строится аналогично вычислительной схеме первого уровня. Различие заключается в том, что исследуется реакция вычислительной схемы при подаче на вход двух видов пробных сигналов. Подаются пробные сигналы вида (z_i) , $i = 0, 1, \dots, 2N-1$, и пробные сигналы (z_i, z_j) , $i, j = 0, 1, \dots, 2N-1, i \neq j$.

Замечание. Так как реализация вычислительной схемы второго уровня требует достаточно большого числа арифметических операций, то ее следует проводить только в тех случаях, когда максимальная погрешность достигается при нескольких значениях параметра l . Пусть, например, на первом шаге итерационного процесса максимальное значение ε_1^* достигается при параметре l равном l_1^* и l_2^* .

Пусть наибольшее влияние на компоненту $f_{l_1^*}$ имеет сигнал $z_{j_1^*}$, а на компоненту $f_{l_2^*}$ – сигнал $z_{j_2^*}$.

Тогда представляет интерес исследование влияния на погрешность первой итерации сигналов $(0, \dots, 0, \pm\delta, 0, \dots, \pm\delta, 0, \dots, 0)$, в которых отличные от нуля компоненты $\pm\delta$, находятся на j_1^* и j_2^* местах.

Выше метод локальных поправок описан как вычислительный метод. Однако, как нетрудно видеть, этот метод полностью соответствует структуре нейронной сети с конкурентным обучением [10] и может быть реализован на трехслойной нейронной сети.

Библиографический список

1. Пруткин, И. Л. О приближенном решении трехмерных обратных задач гравиметрии и магнитометрии методом локальных поправок / И. Л. Пруткин // Известия АН СССР. Физика Земли. – 1983. – Т. 1. – С. 53–58.
2. Бойков, И. В. Метод локальных поправок в задачах аналитического продолжения / И. В. Бойков // Геофизический журнал. – 1995. – Т. 17, № 1. – С. 42–49.
3. Бойков, И. В. О применении метода локальных поправок к приближенному решению обратных задач гравиметрии / И. В. Бойков // Физика Земли. – 1996. – № 3. – С. 86–90.
4. Мартышко, П. С. Применение метода локальных поправок для структурных задач магнитометрии / П. С. Мартышко, В. А. Пьянков, А. Л. Рублев // Геофизика. – 2010. – № 4. – С. 3–8.
5. Муравина, О. М. Метод локальных поправок при плотностном моделировании строения литосферы / О. М. Муравина, В. Н. Глазнев // Глубинное строение, геодинамика, тепловое поле земли, интерпретация геофизических полей : материалы конф. Восьмые науч. чтения памяти Ю. П. Булашевича (г. Екатеринбург, 14–18 сентября 2015 г.). – Екатеринбург : Изд-во Институт геофизики им. Ю. П. Булашевича УрО РАН, 2015. – С. 249–252.
6. Бойков, И. В. Приближенные методы решения прямых и обратных задач гравиразведки / И. В. Бойков, А. И. Бойкова. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2013. – 510 с.
7. Бойков, И. В. О приближенном решении сингулярных интегральных уравнений с ядрами Коши и Адамара методом локальных поправок / И. В. Бойков, А. А. Горланов // Оптимальные методы вычислений и их применение к обработке информации : межвуз. сб. науч. тр. – Пенза : Изд-во ПензГТУ, 1996. – Вып. 12. – С. 3–18.
8. Бойков, И. В. Об одном численном методе синтеза фрактальных антенн / И. В. Бойков, П. В. Айкашев // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Физико-математические науки. – 2017. – № 1. – С. 51–67.
9. Гравиразведка / под ред. Е. А. Мудрецов, К. Е. Веселова. – Москва : Недра, 1990. – 607 с.
10. Хайкин, С. Нейронные сети / С. Хайкин. – Москва : Вильямс, 2006. – 1104 с.

Н. Ю. Кудряшова, Е. С. Фролов

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПА СЖИМАЮЩИХ ОТОБРАЖЕНИЙ К РЕШЕНИЮ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ФРЕДГОЛЬМА

Аннотация. Исследуется и реализуется применение принципа сжимающих отображений к решению интегральных уравнений Фредгольма второго рода. Приближенное решение строится методом последовательных приближений.

Ряд вопросов, связанных с существованием и единственностью решений уравнений того или иного типа, можно сформулировать в виде вопроса о существовании и единственности неподвижной точки при некотором отображении соответствующего метрического пространства в себя. Среди различных критериев существования и единственности неподвижной точки при такого рода отображениях один из простейших и в то же время наиболее важных – так называемый принцип сжимающих отображений.

Пусть R – метрическое пространство. Отображение A пространства R в себя называется сжимающим отображением или сжатием, если существует такое положительное число $\alpha < 1$, что для любых двух точек $x, y \in R$ выполняется неравенство

$$\rho(Ax, Ay) \leq \alpha \rho(x, y). \quad (1)$$

Точка x называется неподвижной точкой отображения A , если $Ax = x$. Иначе говоря, неподвижные точки – это решения уравнения $Ax = x$.

Сформулируем теперь сам принцип сжимающих отображений: всякое сжимающее отображение, определенное в полном метрическом пространстве R , имеет одну и только одну неподвижную точку [1, с. 75].

Применим принцип сжимающих отображений к интегральным уравнениям Фредгольма второго рода, которые имеют вид

$$y(x) = \lambda \int_a^b K(x, s) y(s) ds + f(x), \quad (2)$$

где $K(x, s)$ (так называемое ядро) и $f(x)$ – данные функции, $y(x)$ – искомая функция, а λ – произвольный параметр.

Предположим, что $K(x, s)$ и $f(x)$ непрерывны при $a \leq x \leq b$, $a \leq y \leq b$ и, следовательно, $|K(x, s)| \leq M$. Рассмотрим отображение $g = Af$ полного пространства $C[a, b]$ в себя, задаваемое формулой

$$g(x) = \lambda \int_a^b K(x, s) y(s) ds + f(x).$$

Имеем

$$\rho(g_1, g_2) = \max |g_1(x) - g_2(x)| \leq |\lambda| M (b - a) \max |f_1(x) - f_2(x)|.$$

Следовательно, при $|\lambda| < \frac{1}{M(b-a)}$ отображение A – сжимающее.

Из принципа сжимающих отображений заключаем, что для всякого λ , удовлетворяющего условию $|\lambda| < \frac{1}{M(b-a)}$, уравнение Фредгольма имеет единственное непрерывное решение, которое можно найти методом последовательных приближений.

Метод последовательных приближений заключается в представлении решения $y(x)$ уравнения (2) в виде ряда по степеням λ [2, с. 611]:

$$y(x) = \varphi_0(x) + \lambda \varphi_1(x) + \dots + \lambda^n \varphi_n(x) + \dots \quad (3)$$

Подставляя его в уравнение и приравнявая коэффициенты при одинаковых степенях λ , получим:

$$\left\{ \begin{array}{l} \varphi_0(x) = f(x), \\ \varphi_1(x) = \int_a^b K(x, s) \varphi_0(s) ds, \\ \varphi_2(x) = \int_a^b K(x, s) \varphi_1(s) ds, \\ \dots\dots\dots \\ \varphi_n(x) = \int_a^b K(x, s) \varphi_{n-1}(s) ds, \\ \dots\dots\dots \end{array} \right. \quad (4)$$

За приближенное решение можно принять n -ю частичную сумму ряда.

$$Y_n(x) = \sum_{i=0}^n \lambda^i \varphi_i(x).$$

Если $|f(x)| \leq N$, то

$$|\varphi_1(x)| \leq NM(b-a), \quad |\varphi_2(x)| \leq NM^2(b-a)^2, \dots, \quad |\varphi_n(x)| \leq NM^n(b-a)^n, \dots$$

Отсюда

$$|y(x) - Y_n(x)| = \left| \sum_{k=n+1}^{\infty} \lambda^k \phi_k(x) \right| \leq N \sum_{k=n+1}^{\infty} (|\lambda| M(b-a))^k = \frac{N(|\lambda| M(b-a))^{n+1}}{1 - |\lambda| M(b-a)}. \quad (5)$$

Это и дает оценку погрешности приближенного решения.

Применим метод последовательных приближений к решению следующего интегрального уравнения

$$y(x) = \frac{1}{2} \int_0^1 x s^2 y(s) ds + e^x - \frac{x}{2}(e-2), \quad (6)$$

где $K(x, s) = xs^2$, $f(x) = e^x - \frac{x}{2}(e-2)$, $\lambda = \frac{1}{2}$, точным решением которого является функция $y(x) = e^x$. Все интегралы из системы (3) вычислялись с помощью квадратурной формулы Чебышева.

$$\int_a^b f(x) dx = \frac{b-a}{N} \sum_{i=1}^N f(x_i),$$

где $x_i = \frac{b+a}{2} + \frac{b-a}{2}t_i$ и t_i ($i=1,2,\dots,N$) – узлы квадратурной формулы, расположенные на отрезке $[-1,1]$. Результаты, полученные при $n=10$, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты приближенного решения уравнения (6)

Контрольная точка	Точное значение	Приближенное значение	Погрешность
0,00387	1,00388	1,00388	0,000000000007812
0,14901	1,16069	1,16069	0,000000000300685
0,28920	1,33536	1,33536	0,000000000583574
0,43333	1,54239	1,54239	0,000000000874410
0,57746	1,78151	1,78151	0,000000001165246
0,71766	2,04962	2,04962	0,000000001448134
0,86280	2,36978	2,36978	0,000000001741008

В данной работе было исследовано применение метода последовательных приближений к решению интегрального уравнения Фредгольма второго рода. Численный метод был запрограммирован на языке C#, результаты решения модельных примеров доказали его точность и эффективность.

Библиографический список

1. Колмогоров, А. Н. Элементы теории функций и функционального анализа / А. Н. Колмогоров, С. В. Фомин. – Изд. четвертое, перераб. – Москва : Наука, 1976. – 543 с.
2. Березин, И. С. Методы вычислений / И. С. Березин, Н. П. Жидков. – Москва : Государственное издательство физико-математической литературы, 1959. – Т. 2. – 620 с.

УДК 519.8

П. П. Макарычев

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ О НАЗНАЧЕНИЯХ МЕТОДОМ ЦЕЛОЧИСЛЕННОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Аннотация. Обсуждается постановка и решение задач о назначениях методом целочисленного программирования. Условия решения задач различаются отношением количества работ и количества исполнителей, объединением работ и исполнителей в группы.

Введение. Значительная часть задач поиска оптимальных решений может быть решена методом целочисленного программирования [1, 2]. К задачам целочисленного программирования относятся и задачи о назначениях. В каноническом виде

задача о назначениях формулируется следующим образом. Требуется найти минимум целевой функции, характеризующей общие затраты ресурсов на выполнение m работ группой из n исполнителей:

$$F(\mathbf{A}, \mathbf{X}) \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$\mathbf{A} = [a_{i,j} \in \mathbf{R}; i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m], \quad (2)$$

$$\mathbf{X} = [x_{i,j} \in \{0, 1\}; i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m], \quad (3)$$

где $F()$ – целевая функция; $\mathbf{A}$ – матрица затрат ресурсов; $\mathbf{R}$ – множество вещественных чисел; $\mathbf{X}$ – матрица назначений.

Поиск минимума целевой функции $F()$ требуется осуществить при следующих ограничениях:

$$b_i = \sum_{j=1}^m x_{i,j} = 1; d_j = \sum_{i=1}^n x_{i,j} = 1; n = m. \quad (4)$$

Решение канонической задачи $\mathbf{X}$ при заданной матрице затрат ресурсов $\mathbf{A}$ независимо от используемого математического пакета (электронной таблицы) имеет вид [3]:

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 25 & 22 & 30 & 24 & 31 & 22 & 24 \\ 32 & 23 & 14 & 34 & 30 & 23 & 34 \\ 35 & 34 & 32 & 31 & 28 & 24 & 31 \\ 36 & 27 & 14 & 24 & 30 & 30 & 33 \\ 35 & 25 & 30 & 22 & 50 & 45 & 37 \\ 34 & 33 & 26 & 14 & 19 & 33 & 38 \\ 34 & 27 & 39 & 37 & 37 & 23 & 29 \end{bmatrix}.$$

В матрице $\mathbf{A}$ ресурсы исполнителей, назначенные для выполнения всех запланированных работ ($m = 7$), выделены полужирным шрифтом.

Первая задача. Количество исполнителей больше работ ($n = 7, m = 6$). В этом случае в каждой строке матрицы находим максимальное значение и размещаем в 7 столбце матрицы $\mathbf{A}$:

$$a_{i,7} = \max(a_{i,1}, a_{i,2}, \dots, a_{i,6}).$$

При решении задачи используется система ограничений (4). В результате матрица исходных данных $\mathbf{A}$ и матрица назначений $\mathbf{X}$ приобретают следующий вид:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 25 & 22 & 30 & 24 & 31 & 22 & 31 \\ 32 & 23 & 14 & 34 & 30 & 23 & 34 \\ 35 & 34 & 32 & 31 & 28 & 24 & 35 \\ 36 & 27 & 14 & 24 & 30 & 30 & 36 \\ 35 & 25 & 30 & 22 & 50 & 45 & 50 \\ 34 & 33 & 26 & 14 & 19 & 33 & 34 \\ 34 & 27 & 39 & 37 & 37 & 23 & 39 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

Так как седьмая работа введена условно и $x_{7,7} = 1$, то исполнителю с номером 7 работа назначается условно и не выполняется.

Вторая задача. Количество работ больше числа исполнителей $n = 6$, $m = 7$. В этом случае в каждом столбце матрицы **A** находим максимальное значение и размещаем в 7 строке матрицы:

$$a_{7,j} = \max(a_{1,j}, a_{2,j}, \dots, a_{6,j}).$$

При решении задачи используется система ограничений (4). В результате матрица исходных данных **A** и матрица назначений **X** приобретают следующий вид:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 25 & 22 & 30 & 24 & 31 & 22 & \mathbf{24} \\ 32 & 23 & 14 & 34 & 30 & \mathbf{23} & 34 \\ 35 & 34 & 32 & 31 & \mathbf{28} & 24 & 31 \\ 36 & 27 & \mathbf{14} & 24 & 30 & 30 & 33 \\ 35 & \mathbf{25} & 30 & 22 & 50 & 45 & 37 \\ 34 & 33 & 26 & \mathbf{14} & 19 & 33 & 38 \\ 36 & 34 & 32 & 34 & 50 & 45 & 38 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{X} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

Так как исполнитель с номером 7 введен условно и $x_{7,1} = 1$, то первая работа условно назначается 7 исполнителю и не выполняется.

Третья задача ($n = 4$, $m = 7$). Назначаемые исполнителям работы должны быть объединены в группы. Первому исполнителю требуется назначить 2 работы, второму – 3 работы, третьему и четвертому по 1 работе. В соответствии с назначениями система ограничений имеет вид:

$$b_1 = \sum_{j=1}^m x_{1,j} = 2; b_2 = \sum_{j=1}^m x_{2,j} = 3; b_3 = \sum_{j=1}^m x_{3,j} = 1, b_4 = \sum_{j=1}^m x_{4,j} = 1;$$

$$d_j = \sum_{i=1}^n x_{i,j} = 1.$$

Решение задачи о назначениях имеет вид:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} \mathbf{25} & 22 & 30 & 24 & 31 & 22 & \mathbf{24} \\ 32 & \mathbf{23} & \mathbf{14} & 34 & 30 & \mathbf{23} & 34 \\ 35 & 34 & 32 & 31 & \mathbf{28} & 24 & 31 \\ 36 & 27 & 14 & \mathbf{24} & 30 & 30 & 33 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

Четвертая задача ($n = 7$, $m = 4$). Для выполнения каждой работы формируется группа исполнителей. Для выполнения первой работы формируется группа из 2 исполнителей, второй работы – группа из трех исполнителей, третьей и четвертой – по одному исполнителю. При этом система ограничений в задаче имеет вид:

$$b_i = \sum_{j=1}^m x_{i,j} = 1;$$

$$d_1 = \sum_{i=1}^n x_{i,1} = 2; d_2 = \sum_{i=1}^n x_{i,2} = 3; d_3 = \sum_{i=1}^n x_{i,3} = 1, d_4 = \sum_{i=1}^n x_{i,4} = 1.$$

Решение задачи при условии $n = 7$, $m = 4$ имеет следующий вид:

$$A = \begin{bmatrix} 25 & 22 & 30 & 24 \\ 32 & 23 & 14 & 34 \\ 35 & 34 & 32 & 31 \\ 36 & 27 & 14 & 24 \\ 35 & 25 & 30 & 22 \\ 34 & 33 & 26 & 14 \\ 34 & 27 & 39 & 37 \end{bmatrix}, \quad X = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

Выводы. Метод линейного целочисленного программирования является эффективным средством решения задач о назначениях с различными видами ограничений. Решение задач этим методом поддерживается различными программными средствами, включая математические пакеты Mathcad, Matlab, Maple и другие, электронные таблицы Excel. В связи с этим интерес представляет постановка и решение задач, отличающихся формами задания целевой функции и ограничений.

Библиографический список

1. Шевченко, В. Н. Линейное и целочисленное программирование / В. Н. Шевченко, Н. Ю. Золотых. – Нижний Новгород : Изд-во Нижегород. гос. ун-та им. Н. И. Лобачевского, 2004. – 154 с.
2. Вентцель, Е. С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология / Е. С. Вентцель. – Москва : Наука, 1988. – 208 с.
3. Безяев, В. С. Теоретические основы принятия решений : учеб. пособие / В. С. Безяев ; под ред. д-ра техн. наук, проф. П. П. Макарычева. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2014. – 186 с.

УДК 00-004

И. Г. Сергина

АО «НПП «Рубин», г. Пенза, Россия

СПОСОБЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ КОНЕЧНОГО АВТОМАТА

Аннотация. Приведены различные способы представления конечного автомата. Дано определение абстрактному автомату. Рассмотрены признаки, классифицирующие абстрактный автомат, и приведен наглядный рисунок. Рассмотрены не только классические способы представления конечного автомата, но и представление через линейный бинарный граф и гиперразмерный вектор.

Абстрактным автоматом называют модель, описываемую пятиместным кортежем:

$$A = (X, Y, S, f_y, f_s),$$

где первые три компонента – непустые множества:

- X – множество входных сигналов,
- Y – множество выходных сигналов,
- S – множество состояний.

Два последних компонента кортежа – характеристические функции:

f_y – функция выходов;

f_s – функция переходов из одного состояния в другое.

Если множества X , Y , S – конечные, то такой автомат называют конечным автоматом. Если хотя бы одно из перечисленных множеств не является конечным, то такой автомат называют бесконечным.

Рассмотрим признаки, классифицирующие автоматы. На рисунке 1 представлены абстрактные автоматы, представленные по трем квалифицированным признакам [1].



Рис. 1. Классификация абстрактных автоматов

1. По определенности характеристических функций.

В автоматах полностью определенных областью определения функций f_s и f_y является множество всех пар $(s_i, x_k) \in S \times X$, где $s_i \in S$, $x_k \in X$. В автоматах частично определенных либо обе характеристические функции, либо одна из них имеют областью определения строгое подмножество декартова произведения $S \times X$. Таким образом, характеристические функции подобных автоматов определены не для всех пар (s_i, x_k) .

2. По однозначности функции переходов.

В детерминированных автоматах выполняется условие однозначности переходов: если АА находится в некотором состоянии $s_i \in S$, то под воздействием произвольного входного сигнала $x_k \in X$ автомат может перейти в одно и только одно состояние $s_j \in S$, причем ситуация $s_i = s_j$ вовсе не исключается. В автоматах вероятностных при воздействии одного и того же входного сигнала возможны переходы из состояния s_i в различные состояния из множества S с заданной вероятностью.

3. По устойчивости состояний:

В устойчивых автоматах выполняется условие устойчивости: если автомат под воздействием входного сигнала $x_k \in X$ оказался в состоянии $s_i \in S$, то выход из него и переход в иное состояние возможен только при поступлении на вход автомата другого сигнала $x_z \in X$, $x_z \neq x_k$. Если условие устойчивости не выполняется хотя бы для одного состояния $s_j \in S$, то такой автомат называют неустойчивым.

Конечный автомат можно представлять перечислением элементов множеств X , Y , S , с указанием отношения между ними, или путем словесного описания его функционирования. При анализе и синтезе конечных автоматов используются стандартные формы представления: таблицы, графы и матрицы.

В таблице переходов состояние автомата располагается по строкам, а по столбцам – символы входного алфавита. Клетки таблицы заполняют состояния, в которые переходит автомат под действием входных символов, а также символы выходного алфавита, соответствующие реакции автомата на входной символ.

Граф автомата (граф состояний) строится так, что его вершины соответствуют состояниям, а направленные дуги обозначаются как дизъюнкции входов, под воздействием которых совершается переход из одного состояния в другое по направлению дуги.

Матрица переходов представляет собой квадратную таблицу, в которой номера строк и столбцов соответствуют номерам состояний. Клетка матрицы на пересечении i -й строки и j -го столбца заполняется дизъюнкцией пар «вход-выход», которая приписана дуге графа исходящей из i -й в j -ю вершину. При отсутствии такой ветви клетка заполняется нулем или остается свободной.

Также конечный автомат можно задать линейным бинарным графом [2]. Для задания автомата необходимо выразить его функции переходов и действия. Требуется осуществить преобразование: вместо задания функций переходов и действия для автомата в целом определим эти функции в каждом состоянии. Каждая из таких функций может быть выражена с помощью некоторого линейного бинарного графа. Переменными этих графов являются входные переменные автомата, а множеством значений – все возможные пары (новое состояние, действие). Таким образом автомат в целом задается упорядоченным набором линейных бинарных графов.

Конечный автомат можно задать гиперразмерным вектором (HDR вектором). HDRV (High-Dimensional Random Vectors) это одно из возможных представлений данных, при котором разрядность и порядок данных не сильно влияет на результат. Основную роль при таком представлении играют отношения между объектами, а не сами объекты [3].

HD-вектор содержит в себе состояние, переходные условия. Гиперпространственное представление целевого состояния автомата обновляется каждый раз, когда новый переход состояния создается (или обновляется) путем объединения всех ранее существующих HD-векторов, представляющих переходы состояний. [4] Использование гипервекторов будет более эффективно, чем простое векторное представление за счет большей устойчивости гипервекторов к многократным преобразованиям [5].

Библиографический список

1. Гуренко, В. В. Введение в теорию автоматов : учеб. пособие / В. В. Гуренко. – Москва, 2013. – С. 5.
2. Данилов, В. Р. Метод представления автоматов линейными бинарными графами для использования в генетическом программировании / В. Р. Данилов, А. А. Шалыто // Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. – 2011. – № 2 (72). – С. 55.
3. Трусов, Е. В. HDR-векторы и их применение в самообучающихся сетях / Е. В. Трусов, Д. А. Трокоз // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. Всерос. межвуз. науч.-практ. конф. – Пенза, 2017. – С. 117.
4. Osipov, E. Associative Synthesis of Finite State Automata Model of a Controlled Object with Hyperdimensional Computing / E. Osipov, D. Kleyko, A. Legalov // Conference: 43rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON).

5. Пащенко, Д. В. Использование алгебры гиперразмерных векторов для эвристического представления данных при обучении широких нейронных сетей / Д. В. Пащенко, Д. А. Трокоз, А. И. Мартышкин, М. П. Синев // Проблемы управления и моделирования в сложных системах. – Самара, 2019. – С. 301–305.

УДК 004.032.26

Д. А. Стенькин, В. И. Горбаченко

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ СЕТЕЙ РАДИАЛЬНЫХ БАЗИСНЫХ ФУНКЦИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ, ОПИСЫВАЮЩИХ ПРОЦЕССЫ В КУСОЧНО-ОДНОРОДНОЙ СРЕДЕ

Аннотация. Предложен алгоритм решения задач, описывающих кусочно-однородные среды, на сетях радиальных базисных функций, обучаемых адаптированным методом Левенберга – Марквардта. Получены аналитические выражения для параметров алгоритма. Результаты решения модельной задачи показали эффективность предложенного алгоритма.

Лишь некоторые задачи, описываемые дифференциальными уравнениями в частных производных, удается решить аналитически. В большинстве случаев уравнения решаются численно методами конечных разностей и конечных элементов. Новым направлением в решении краевых задач является бессеточный метод, реализуемый на специфическом виде нейронных сетей – сетях радиальных базисных функций (СРБФ) [1–2]. Такой метод не требует построения сетки и позволяет получить приближенное дифференцируемое аналитическое решение в произвольных точках области.

СРБФ содержит два слоя. Первый слой с помощью радиальных базисных функций (РБФ) [1, 2] производит нелинейное преобразование входного вектора (в нашем случае – координат точки, в которой находится решение) в пространство большей размерности, чем размерность входного вектора. Второй слой реализует взвешенное суммирование выходов РБФ. Параметры СРБФ настраиваются в процессе обучения СРБФ, представляющем минимизацию суммы квадратов ошибок сети на некотором, как правило, случайном наборе пробных точек. После обучения СРБФ позволяет находить решение в произвольных точках области решения задачи.

При использовании СРБФ обычно рассматривают задачи, описывающие процессы в однородных средах [1, 2]. Но многие практически чрезвычайно важные задачи, например, моделирование нефтяных месторождений [3–4], моделирование фильтрации подземных вод [5] требуют рассмотрения кусочно-однородных сред. Известно моделирование с использованием СРБФ процессов в кусочно-однородных средах с использованием конечно-разностной аппроксимации дифференциальных операторов в задаче. Далее с использованием СРБФ решается задача с конечно-разностными операторами [6–7]. Но при таком подходе вносится погрешность разностной аппроксимации.

Рассмотрим решение задачи, описывающей процессы в кусочно-однородной среды на примере модельной задачи, описываемой уравнением

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\sigma_i(x, y) \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\sigma_i(x, y) \frac{\partial u}{\partial y} \right) = f(x, y), \quad (x, y) \in \Omega, \quad i = 1, 2,$$

$$u(x, y) = p(x, y), \quad (x, y) \in \partial\Omega$$

где Ω – расчетная область; $\partial\Omega$ – граница расчетной области; $f = \sin(2\pi x_1) \cdot \sin(\pi x_2)$, $p = 0$, σ_i – функция, описывающая свойства среды. Расчетной областью является квадрат 1×1 , при $x = 0,5$ разделенный вертикальной линией на две подобласти с различными постоянными значениями σ_i , $i = 1, 2$.

На границе сопряжения сред должны выполняться условия сопряжения

$$u_1|_S = u_2|_S, \quad \sigma_1 \frac{du_1}{dx} \Big|_S = \sigma_2 \frac{du_2}{dx} \Big|_S.$$

Задача распадается на две задачи для каждой среды с учетом условия сопряжения сред. Предлагается итерационный алгоритм решения этих двух задач, состоящий из внешнего и внутреннего цикла. Во внешнем цикле производится пересчет условий сопряжения сред. Во внутренних циклах с помощью СРБФ последовательно решаются задачи для сред 1 и 2 при зафиксированных условиях сопряжения. Функционалы ошибки для задачи 1 имеет вид (аналогичный вид имеет функционал для задачи 2)

$$J_1 = \sum_{i=1}^{N_1} [L_1 u_1(\mathbf{x}_{1i}) - f_1(\mathbf{x}_{1i})]^2 + \lambda_1 \sum_{j=1}^{K_1} [B_1 u_1(\mathbf{x}_{1j}) - p_1(\mathbf{x}_{1j})]^2 + \\ + \lambda_3 \sum_{j=1}^T [u_1(\mathbf{x}_{Sj}) - u_2(\mathbf{x}_{Sj})]^2 + \lambda_4 \sum_{j=1}^T \left[\sigma_1 \frac{\partial u_1(\mathbf{x}_{Sj})}{\partial x} - \sigma_2 \frac{\partial u_2(\mathbf{x}_{Sj})}{\partial x} \right]^2,$$

где L_1 – дифференциальный оператор; B_1 – оператор граничных условий; N_1 – количество пробных точек внутри области решения; K_1 – количество пробных точек, на границе области; T – количество пробных точек и границе сопряжения сред – T ; $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ – штрафные множители; $\mathbf{x}_{1i}$, $\mathbf{x}_{1j}$ и $\mathbf{x}_{Sj}$ – координаты пробных точек внутри, на границе области и на границе сопряжения сред.

Для обучения СРБФ используем предложенную в [8] адаптацию для СРБФ метода Левенберга-Марквардта. Если ввести вектор θ параметров СРБФ, составленный из весов и параметров РБФ, то коррекция этого вектора на шаге (итерации) k производится по формуле

$$\theta^{(k+1)} = \theta^{(k)} + \Delta\theta^{(k+1)},$$

в которой вектор поправки параметров $\theta^{(k)}$ находится из решения системы линейных алгебраических уравнений

$$(\mathbf{J}_{k-1}^T \mathbf{J}_{k-1} + \mu_k \mathbf{E}) \Delta\theta^{(k)} = -\mathbf{g}_{k-1},$$

где $\mathbf{J}_{k-1}$ и $\mathbf{J}_k$ – матрицы Якоби, вычисленные в $k-1$ и k итерациях; $\mathbf{E}$ – единичная матрица; μ_k – параметр регуляризации, изменяющийся на каждом шаге обучения, $\mathbf{g} = \mathbf{J}^T \mathbf{e}$ – вектор градиента функционала по вектору параметров θ ; $\mathbf{e}$ – вектор ошибок во внутренних, граничных пробных точках и пробных точках на границе сопряжения сред.

Матрица Якоби представляет собой матрицу производных вектора ошибок $\mathbf{e}$ по элементам вектора параметров. С учетом дифференцируемости РБФ и структуры СРБФ были получены аналитические выражения для матрицы Якоби. Дифференциальные операторы функционалов ошибок также были вычислены аналитически. В качестве РБФ использовались функции Гаусса. Значение функционала ошибки, равное 0.0001, достигается в среднем за 12 итераций. График численного решения показан на рис. 1.

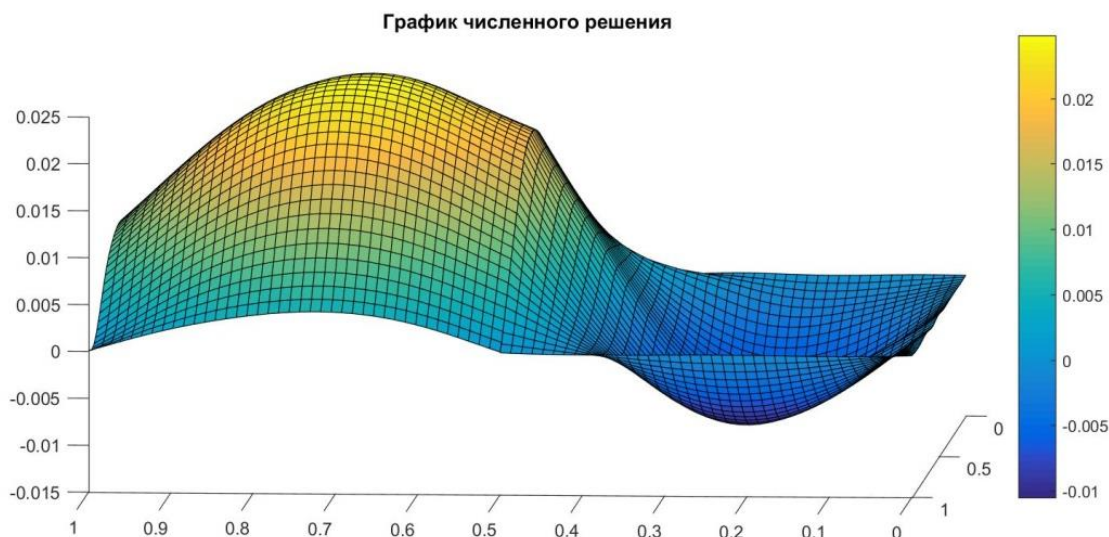


Рис. 1. График численного решения

Таким образом, предложенный алгоритм обеспечивает эффективное приближенное аналитическое решение задачи для кусочно-однородных сред.

Библиографический список

1. Yadav, N. An Introduction to Neural Network Methods for Differential Equations / N. Yadav, A. Yadav, M. Kumar. – Springer, 2015. – 115 p.
2. Горбаченко, В. И. Решение краевых задач математической физики с помощью сетей радиальных базисных функций / В. И. Горбаченко, М. В. Жуков // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 2017. – Т. 57, № 1. – С. 133–143.
3. Азиз, Х. Математическое моделирование пластовых систем / Х. Азиз, Э. Сеттари. – Москва : Недра, 1982. – 407 с.
4. Соколов, В. С. Моделирование разработки нефтяных и газовых месторождений / В. С. Соколов. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2014. – 146 с.
5. Лукнер, Л. Моделирование геофильтрации / Л. Лукнер, В. М. Шестаков. – Москва : Недра, 1976. – 407 с.
6. A generalised finite difference scheme based on compact integrated radial basis function for flow in heterogeneous soils / D. Ngo-Cong, C. M. T. Tien, T. Nguyen-Ky, D.-A. An-Vo, N. Mai-Duy, D. V. Strunin, T. Tran-Cong // International Journal for Numerical Methods in Fluids. – 2017. – Vol. 85, № 7. – P. 404–429.
7. Piret, C. The Radial Basis Functions Method for Improved Numerical Approximations of Geological Processes in Heterogeneous Systems / C. Piret, N. Dissanayake, J. S. Gierke, B. Fornberg // Mathematical Geosciences. – 2019. – DOI 10.1007/s11004-019-09820-w.
8. Горбаченко, В. И. Моделирование объектов с распределенными параметрами на нейронных сетях / В. И. Горбаченко, М. М. Алкезуини // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2019. – № 4 (32). – С. 50–64.

А. Н. Тында, Н. В. Мойко

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

АППРОКСИМАЦИЯ РЕШЕНИЙ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ СО СТЕПЕННО-ЛОГАРИФМИЧЕСКИМИ ОСОБЕННОСТЯМИ

Аннотация. Рассматриваются вопросы исследования решений и построения численных методов для интегральных уравнений с ядрами, имеющими особенности смешанного степенно-логарифмического типа.

Рассмотрим интегральное уравнение вида

$$\frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_a^x c(x-t)(x-t)^{\alpha-1} \ln^\beta \frac{\gamma}{x-t} \varphi(t) dt = f(x), a < x < b. \quad (1)$$

Здесь $[a, b]$ – конечный отрезок вещественной оси, $\alpha > 0, -\infty < \beta < \infty, \gamma > b - a$.

Впервые вопросы разрешимости в замкнутой форме интегральных уравнений со степенно-логарифмическими особенностями с переменным верхним пределом рассматривались В. Вольтерра. Для теоретического исследования свойств решений уравнения (1) естественно применять аппарат дробного интегрального и дифференциального исчисления [1]. Дробные производные и интегралы имеют множество приложений в математике, химии и физике [1, 4, 5].

Точные решения частных случаев уравнения вида (1) при различных ограничениях на ядро $c(x-t)$ и показатели α и β могут быть выражены в терминах специальных функций Вольтерра.

Аналитические решения. Рассмотрим оператор свертки $(I_{a+}^{\alpha, \beta} \varphi)$ и соответствующее уравнение

$$(I_{a+}^{\alpha, \beta} \varphi)(x) \equiv \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_a^x (x-t)^{\alpha-1} \ln^\beta \frac{\gamma}{x-t} \varphi(t) dt = f(x), a < x < b, \quad (2)$$

а также уравнение более общего вида

$$\frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_a^x (x-t)^{\alpha-1} \sum_{k=0}^m A_{mk} \ln^k(x-t) \varphi(t) dt = f(x), a < x < b, \alpha > 0, \quad (3)$$

с постоянными коэффициентами A_{mk} .

Пусть сначала $m = 1$:

$$\frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_a^x (x-t)^{\alpha-1} [\ln(x-t) + A] \varphi(t) dt = f(x), \alpha > 0. \quad (4)$$

К обеим частям этого уравнения применим оператор

$$(J_{a+}^h g)(x) = \int_a^x v_h(x-t) g(t) dt, \quad (5)$$

где J_{a+}^h – дробный интеграл Римана-Лиувилля, $v_h(x) = (d/dx)v(xe^h)$ – специальная функция Вольтерра, и положим $h - \psi(\alpha) = A$ в интегральных тождествах для функ-

ций Вольтерра (см. [1], § 32, п. 1). Тогда уравнение (4) разрешимо вместе с уравнением

$$\frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_a^x (x-t)^{\alpha-1} \varphi(t) dt = - \int_a^x v_h(x-t) f(t) dt. \quad (6)$$

Единственное решение последнего уравнения, а следовательно, и уравнения (4) выражается формулой $\varphi(x) = -(D_{a+}^\alpha J_{a+}^h f)(x)$ [1].

Рассмотрим теперь уравнение (3) для случая $m = 2$:

$$\frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_a^x (x-t)^{\alpha-1} [\ln^2(x-t) + A_{21} \ln(x-t) + A_{20}] \varphi(t) dt = f(x), \alpha > 0 \quad (7)$$

(без ограничения общности полагаем $A_{22} = 1$). Применяя дифференцирование и элементарные преобразования к интегральным тождествам для функций Вольтерра, получим

$$\begin{aligned} & \int_0^x t^{\alpha-1} \{ \ln^2 t + [h_2 + h_1 - 2\psi(\alpha)] \ln t + [h_2 - \psi(\alpha)][h_1 - \psi(\alpha)] - \\ & - \psi'(\alpha) \} v_{h_2}(x-t) dt = -x^{\alpha-1} [\ln x + h_1 - \psi(\alpha)], \alpha > 0. \end{aligned} \quad (8)$$

Допустим теперь, что постоянные h_1, h_2 связаны с постоянными A_{21}, A_{20} равенствами

$$h_1 + h_2 - 2\psi(\alpha) = A_{21}, \quad [h_1 - \psi(\alpha)][h_2 - \psi(\alpha)] - \psi'(\alpha) = A_{20}, \quad (9)$$

а $J_{a+}^{h_1}, J_{a+}^{h_2}$ – операторы (5) с $h = h_1$ и $h = h_2$ соответственно. Применив к обеим частям уравнения (7) сначала оператор $J_{a+}^{h_2}$, а затем оператор $J_{a+}^{h_1}$, найдем согласно (8, 9), что

$$\frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_a^x (x-t)^{\alpha-1} \varphi(t) dt = (-1)^2 (J_{a+}^{h_1} J_{a+}^{h_2} f(t))(x). \quad (10)$$

Отсюда вытекает, что уравнение (7) разрешимо вместе с последним уравнением и его единственное решение имеет вид

$$\varphi(x) = (-1)^2 (D_{a+}^\alpha J_{a+}^{h_1} J_{a+}^{h_2} f)(x).$$

Таким образом, по индукции делаем вывод: при выполнении определенных условий связи постоянных $h_1, \dots, h_m$ с постоянными $A_{mm} = 1, A_{m,m-1}, \dots, A_{m0}$, уравнение (3) разрешимо вместе с уравнением $I_{a+}^\alpha \varphi = (-1)^m J_{a+}^{h_1} \dots J_{a+}^{h_m} f$ и его единственное решение имеет вид $\varphi = (-1)^m D_{a+}^\alpha J_{a+}^{h_1} \dots J_{a+}^{h_m} f$.

В частности, при $\alpha = 1$ единственное решение уравнения (3) с чисто логарифмическим ядром имеет вид $\varphi(x) = (-1)^m \frac{d}{dx} J_{a+}^{h_1} \dots J_{a+}^{h_m} f$.

Однако, данный аппарат построения решения трудно применим на практике, поэтому требуется разработка эффективных методов численного решения уравнений с такого вида особенностями.

Численное решение. Рассмотрим уравнение общего вида со степенно-логарифмической особенностью ядра

$$\frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_a^x c(x,t) (x-t)^{\alpha-1} \ln^\beta \frac{\gamma}{x-t} \varphi(t) dt = f(x), \quad a < x < b. \quad (11)$$

Для численного решения уравнения (11) применим сначала метод аддитивного выделения особенности ядра, а затем сплайн-коллокационную технику, подобно тому как это сделано в работе [3]. При этом для вычисления несобственных

интегралов вида $\int_a^t \frac{\ln^\beta\left(\frac{\gamma}{t-s}\right)}{(t-s)^\alpha} ds$ применяется подход, описанный в [2].

Решения уравнений вида (11), вообще говоря, неустойчивы, а задача их обращения относится к некорректным. Поэтому на правую часть уравнения (11) следует накладывать более жесткие ограничения (должна быть представима в виде дробного интеграла от функций из множества X , к которому относится ядро уравнения). Для устойчивости необходимо требовать чтобы не $\|f\|_X \rightarrow 0$ влекло $\|\phi\|_X \rightarrow 0$, а условие $\|D_{a+}^\alpha f\|_X \rightarrow 0$ влекло $\|\phi\|_X \rightarrow 0$, где D_{a+}^α – дробная производная Римана-Лиувилля [1].

Модельная задача. В качестве модельного рассмотрим следующее уравнение

$$\frac{1}{\Gamma(0,5)} \int_0^t \frac{s \ln\left(\frac{1}{t-s}\right)}{\sqrt{t-s}} x(s) ds = -\frac{32}{35\Gamma(0,5)} \ln(t) t^{\frac{7}{2}} + \frac{11264}{3675\Gamma(0,5)} t^{\frac{7}{2}}, t \in [0,1],$$

с точным решением $x(t) = t^2, t \in [0,1]$, $\Gamma(\alpha)$ – гамма-функция.

Результаты вычислений с погрешностью в норме $C[0,1]$ приведены в следующей таблице:

N	Погрешность в узлах	Погрешность на отрезке
10	0,000499	0,000458
20	0,000256	0,000245
30	0,000178	0,000184
40	0,000148	0,000158
50	0,000118	0,000147
100	7,44e-05	7,58e-05
150	6,03e-05	6,18e-05
200	5,33e-05	5,48e-05

Библиографический список

1. Самко, С. Г. Интегралы и производные дробного порядка и некоторые их приложения / С. Г. Самко, А. А. Килбас, О. И. Маричев. – Минск : Наука и техника, 1987. – 688 с.
2. Тында, А. Н. Оптимальные методы решения интегральных уравнений Вольтерра и их приложения : дис. ... канд. физ.-мат. наук / Тында А. Н. – Пенза, 2004.
3. Тында, А. Н. Смешанный сплайн-коллокационный метод решения слабосингулярных интегральных уравнений Вольтерра / А. Н. Тында // Труды СВМО. – 2005. – Т. 7, № 1. – С. 351–358.
4. Diethelm, K. An algorithm for the numerical solution of differential equations of fractional order / K. Diethelm // Elec. Transact. Numer. Anal. – 1997. – № 5. – P. 1–6.
5. Diethelm, K. Analysis of Fractional Differential Equations / K. Diethelm, N. J. Ford // J. Math. Anal. Appl. – 2002. – № 265. – P. 229–248.

А. Н. Тында, Н. В. Мойко

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

К ВОПРОСУ АППРОКСИМАЦИИ РЕШЕНИЙ СЛАБОСИНГУЛЯРНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ПЕРВОГО РОДА

Аннотация. Объектом исследования является слабосингулярное интегральное уравнение I рода. Приведены некоторые известные теоретические свойства его решений, полученные с использованием аппарата дробного дифференциального и интегрального исчисления, построен эффективный численный метод и представлены численные результаты его работы.

Рассмотрим следующее интегральное уравнение I рода

$$\int_a^x \frac{u(x,t)}{(x-t)^{1-\alpha}} \varphi(t) dt = f(x), \quad 0 < \alpha < 1. \quad (1)$$

Перепишем уравнение (1) в операторном виде (при условии $u(x, x) \neq 0$):

$$\Gamma(\alpha) I_{a+}^{\alpha} [u(t, t) \varphi(t)] + T\varphi = f,$$

где I_{a+}^{α} – оператор дробного интегрирования Римана-Лиувилля ([1], стр. 41);

$$T\varphi = \int_a^x \frac{u(x, y) - u(y, y)}{(x-y)^{1-\alpha}} \varphi(y) dy,$$

Обращая далее оператор дробного интегрирования I_{a+}^{α} , получаем уравнение

$$u(x, x) \varphi(x) + \frac{\alpha \pi}{\sin \alpha \pi} \int_a^x K(x, s) \varphi(s) ds = D_{a+}^{\alpha} f, \quad (2)$$

где

$$K(x, s) = \int_s^x \frac{u(x, s) - u(t, s)}{(t-s)^{1-\alpha} (x-t)^{1+\alpha}} dt = \frac{1}{x-s} \int_0^1 \frac{u(x, s) - u(s + \xi(x-s), s)}{\xi^{1-\alpha} (1-\xi)^{1+\alpha}} d\xi,$$

$D_{a+}^{\alpha} f$ – аналог дробной производной Маршо (см. [1], с. 180). Здесь $|K(x, s)| \leq c(x-s)^{\lambda-1}$ при $\lambda > \alpha$.

Теорема 1. ([1]) Пусть $u(x, t)$ удовлетворяет условию

$$|u(x_1, t) - u(x_2, t)| \leq A |x_1 - x_2|^{\lambda}, \quad \lambda > \alpha,$$

$u(x, x)$ непрерывна на $[a, b]$, $u(x, x) \neq 0$, $a \leq x \leq b$. Для $f(x) \in I_{a+}^{\alpha}(L_p)$, $p \geq 1$ исходное уравнение равносильно уравнению Вольтерра II рода

$$\varphi(x) + \int_a^x A(x, s) \varphi(s) ds = g(x),$$

где $g(x) = \frac{1}{u(x, x)} (D_{a+}^{\alpha} f)(x)$, а ядро $A(x, s) = \frac{\alpha \pi K(x, s)}{\sin(\alpha \pi) u(x, x)}$ имеет слабую особенность.

Поэтому уравнение однозначно разрешимо в $L_p(a, b)$ для любых $f(x) \in I_{a+}^{\alpha}(L_p)$.

Численная схема. Для построения приближенного метода решения уравнения (1) на отрезке $[a, b]$ используем подход работы [2] и преобразуем исходное уравнение (1) к эквивалентному виду:

$$\varphi(x) \int_a^x \frac{u^*(x, t)}{(x-t)^{1-\alpha}} dt = f(x) + \int_a^x \frac{u^*(x, t)}{(x-t)^{1-\alpha}} [\varphi(t) - \kappa(x)] dt, \quad (3)$$

где $u^*(x, t) = -u(x, t)$. Теперь подынтегральная функция в правой части не имеет особенностей, а вычисление интеграла в левой части выполняется с необходимой точностью.

Разобьем отрезок $[a, b]$ на N участков узлами $x_k = a + (b-a) \left(\frac{k}{N} \right)^v$, $k = 0, 1, \dots, N$.

Здесь v – показатель неравномерности сетки, зависящий от свойств гладкости точного решения. Обозначив $S(x) = \int_a^x U^*(x, t) dt$, $U^*(x, t) = \frac{u^*(x, t)}{(x-t)^{1-\alpha}}$, имеем

$$\varphi(x)S(x) = f(x) + \int_{x_{k-1}}^x U^*(x, t) [\varphi(t) - \varphi(x)] dt + \int_a^{x_{k-1}} U^*(x, t) [\varphi(t) - \varphi(x)] dt,$$

Разобьем каждый из N участков $[t_{k-1}, t_k]$ на $r-1$ частей узлами

$$x_k^j = \frac{x_k + x_{k-1}}{2} + \frac{x_k - x_{k-1}}{2} y_j, \quad j = 1, 2, \dots, r-2, \quad x_k^0 = x_{k-1}, \quad x_k^{r-1} = x_k,$$

где y_j – нули полинома Лежандра степени $r-2$. На каждом k -м участке ищем решение в виде полинома:

$P_k^{r-1}(x) = \sum_{i=0}^{r-1} c_{k,i} (x - x_{k-1})^i$. Приближенное решение уравнения представляет собой непрерывный сплайн $P_N(x)$, составленный из таких полиномов. Коэффициенты $c_{k,i}$ сплайна $P_N(x)$, находим из системы уравнений:

$$P_k^{r-1}(x_k^j)S(x_k^j) = f(x_k^j) + \int_{x_{k-1}}^x U^*(x_k^j, t) [P_k^{r-1}(t) - P_k^{r-1}(x_k^j)] dt + \int_a^{x_{k-1}} U^*(x_k^j, t) [P_N(t) - P_k^{r-1}(x_k^j)] dt.$$

Заменяя в последнем уравнении интегралы специальными квадратурными формулами типа Гаусса, учитывающими особенности, перейдем к явному виду системы относительно неизвестных $c_{k,i}$, нахождение которых позволяет получить $P_N(x)$ на каждом участке разбиения.

Устойчивость решений. Известно, что решения интегральных уравнений первого рода могут быть неустойчивы, и задача обращения таких уравнений относится к некорректным. Это связано с тем, что оператор, порожденный левой частью уравнения, отображает рассматриваемое пространство решений не на все это пространство, а на его узкую часть. Поэтому обратный оператор не ограничен. Поэтому необходимо оценивать близость решений и близость правых частей в разных метриках (близость правых частей должна быть в более сильной метрике).

Пусть $u(x, t)$ удовлетворяет условиям теоремы 1. Тогда решение уравнения в любом из пространств $L_p(a, b)$ существует, единственно и удовлетворяет оценке:

$\|\varphi\|_p \leq c \|D_{a+}^\alpha f\|_p$, где постоянная c не зависит от $f \in I_{a+}^\alpha(L_p)$ (класс функций, представимых в виде дробного интеграла от функций из L_p).

Модельная задача. В качестве модельной задачи рассмотрим уравнение

$$\int_0^x \frac{(2t+x)}{\sqrt{x-t}} \varphi(t) dt = \frac{55}{64} \pi x^4, \quad x \in [0;1], \quad (4)$$

точным решением уравнения (4) является функция $\varphi(x) = x^{5/2}$.

Результаты вычислений приведены в следующей таблице:

N	$\varepsilon_{в_узлах}$	$\varepsilon_{на_отрезке}$
10	0,000935	0,00096
30	0,000366	0,000423
50	0,000233	0,000269
70	0,00017	0,000195
90	0,000134	0,000155
110	0,000111	0,000128

Библиографический список

1. Самко, С. Г. Интегралы и производные дробного порядка и некоторые их приложения / С. Г. Самко, А. А. Килбас, О. И. Маричев. – Минск : Наука и техника, 1987. – 688 с.
2. Тында, А. Н. Смешанный сплайн-коллокационный метод решения слабосингулярных интегральных уравнений Вольтерра / А. Н. Тында // Труды СВМО. – 2005. – Т. 7, № 1. – С. 351–358.
3. Diethelm, K. Analysis of Fractional Differential Equations / K. Diethelm, N. J. Ford // J. Math. Anal. Appl. – 2002. – № 265. – P. 229–248.
4. Diethelm, K. An algorithm for the numerical solution of differential equations of fractional order / K. Diethelm // Elec. Transact. Numer. Anal. – 1997. – № 5. – P. 1–6.

УДК 519.64

А. А. Шалдаева, Н. Ю. Кудряшова

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ОБ ОДНОМ ЧИСЛЕННОМ МЕТОДЕ РЕШЕНИЯ ВЫРОЖДЕННОГО СИНГУЛЯРНОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ

Аннотация. Приводится численный метод решения вырожденного сингулярного интегрального уравнения.

В настоящее время теорию и приближенные методы решения сингулярных интегральных уравнений нормального типа можно считать полностью исследованными, они подробно описаны в работах [2–9]. Но существует отдельный класс

сингулярных интегральных уравнений, для которого не построены численные методы решения. В данной работе на примере модельной задачи будет рассмотрен приближенный метод решения вырожденного сингулярного интегрального уравнения следующего вида

$$a(t)x(t) + \frac{b(t)}{\pi i} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{x(\tau)d\tau}{\tau - t} = f(t), \quad (1)$$

где $a^2(t) - b^2(t) \equiv 0$, $t \in [\alpha, \beta]$ и $x(t) = u^*(t)$, где $u^*(t)$ – заданная функция при $t \in [\alpha_1, \beta_1] \subset [\alpha, \beta]$.

В работе [1] приведены доказательства единственности и устойчивости решения уравнения (1). Решение данного уравнения будем искать в классе функций $E(a, b)$, который введен в работе [1], и где значения функции на множестве $(-\infty, \infty)$ удовлетворяют условию Гельдера H_α , $0 < \alpha \leq 1$, и принимают на некотором интервале, входящего в основной, заранее известные значения.

Пусть в уравнении (1) $t \in [-1, 1]$. Тогда для удобства от уравнения (1) перейдем к уравнению с ядром Гильберта

$$a(e^{is})x(e^{is}) - \frac{b(e^{is})}{2\pi i} \int_0^{2\pi} x(e^{i\sigma}) \operatorname{ctg} \frac{\sigma - s}{2} d\sigma - \frac{b(e^{is})}{2\pi} \int_0^{2\pi} x(e^{i\sigma}) d\sigma = f(e^{is}). \quad (2)$$

Введя некоторые обозначения, перейдем к уравнению следующего вида

$$z(s) - \frac{1}{2\pi i} \int_0^{2\pi} z(\sigma) \operatorname{ctg} \frac{\sigma - s}{2} d\sigma - \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} z(\sigma) d\sigma = f(z), \quad (3)$$

где $z(s) = a(s) + ib(s)$, $f(s) = f_1(s) + if_2(s)$.

Уравнение (3) имеет бесконечное число решений. Приближенное решение данного уравнения будем искать в виде

$$z_n(s) = \sum_{k=0}^{2n} z_k \psi_k(s), \quad (4)$$

где $\psi_k(s) = \frac{1}{2n+1} \frac{\sin \frac{2n+1}{2}(s-s_k)}{\sin \frac{s-s_k}{2}}$, $k = \overline{0, 2n}$.

Модельная задача

Рассмотрим уравнение

$$2x(t) - \frac{1}{\pi i} \int_{-1}^1 \frac{x(\tau)d\tau}{\tau - t} = \frac{3}{t}, \quad t \in [-1, 1]. \quad (5)$$

От (5) перейдем к уравнению

$$2z(s) - \frac{1}{2\pi i} \int_0^{2\pi} z(\sigma) \operatorname{ctg} \frac{\sigma - s}{2} d\sigma - \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} z(\sigma) d\sigma = 3g(z). \quad (6)$$

Приближенное решение уравнения (6) будем искать в виде (4), где предполагаем что n – четное число. Кроме того, неизвестные $z_k(s)$, $k = \overline{0, 2n}$ в (4) определим методом механических квадратур по узлам $s_k = \frac{2\pi k}{2n+1}$.

Так как решение уравнения (6) ищется в классе функций $E(0, 2\pi)$, то предположим, что решение уравнения (6) известно в первом квадранте:

$$z^*(s) = e^{-is}, s \in \left[0, \frac{\pi}{2}\right]. \quad (7)$$

В результате переходим к системе уравнений следующего вида

$$\begin{cases} -\frac{1}{(2n+1)i} \sum_{l=n/2+1}^{2n} z_l \gamma_{k-l} - \frac{1}{2n+1} \sum_{l=n/2+1}^{2n} z_l = 3g_k - 2z_k + \frac{1}{(2n+1)i} \sum_{l=0}^{n/2} z_l \gamma_{k-l} + \frac{1}{2n+1} \sum_{l=0}^{n/2} z_l, & k = \overline{0, \frac{n}{2}}, \\ 2z_k - \frac{1}{(2n+1)i} \sum_{l=n/2+1}^{2n} z_l \gamma_{k-l} - \frac{1}{2n+1} \sum_{l=n/2+1}^{2n} z_l = 3g_k + \frac{1}{(2n+1)i} \sum_{l=0}^{n/2} z_l \gamma_{k-l} + \frac{1}{2n+1} \sum_{l=0}^{n/2} z_l, & k = \overline{\frac{n}{2}+1, 2n}. \end{cases} \quad (8)$$

где $\gamma_{k-l} = \begin{cases} \operatorname{tg} \frac{s_k - s_l}{4}, & (k-l) - \text{четная}, \\ \operatorname{ctg} \frac{s_l - s_k}{2}, & (k-l) - \text{нечетная}. \end{cases}$

Так как в системе уравнений (8) $n/2$ значения z_k полагаются известными, тогда она имеет размер $(2n+1) \times (2n+1 - n/2)$. Полученную систему обозначим через

$$K_n z_n = g_n. \quad (9)$$

Умножим систему (9) слева на сопряженную матрицу K_n^* , и решим полученную систему методом Гаусса. Результаты решения модельной задачи (5) при $n = 10$ представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты решения модельной задачи (5)

Точное решение	Приближенное решение	Погрешность
-0,2225-0,9749i	-0,4034-1,1491i	-0,1809-0,1741i
-0,5000-0,8660i	-0,7381-1,0196i	-0,2381-0,1536i
-0,7330-0,6801i	-1,0059-0,7996i	-0,2729-0,1194i
-0,9009-0,4338i	-1,2133-0,4922i	-0,3123-0,0583i
-0,9888-0,1490i	-1,3108-0,1500i	-0,3219-0,0009i
-0,9888+0,1490i	-1,3177+0,2089i	-0,3289+0,0595i
-0,9009+0,4338i	-1,2072+0,5541i	-0,3063+0,1202i
-0,7330+0,6801i	-1,0158+0,8496i	-0,2827+0,1695i
-0,5000+0,8660i	-0,7332+1,0751i	-0,2332+0,2091i
-0,2225+0,9749i	-0,4150+1,2032i	-0,1925+0,2283i
0,0747+0,9972i	-0,0573+1,2289i	-0,1321+0,2317i
0,3653+0,9308i	0,2681+1,1395i	-0,0971+0,2086i
0,6234+0,7818i	0,5781+0,9479i	-0,0453+0,1660i
0,8262+0,5633i	0,7801+0,6454i	-0,0460+0,0821i
0,9555+0,2947i	0,9758+0,2255i	0,0202-0,0692i

Если предположить, что в классе функций $E(0, 2\pi)$ решение уравнения (6) известно только в одной точке, например в z_0 , то результаты решения модельной задачи также являются удовлетворительными и

$$\sqrt{\sum_{k=0}^{2n+1-\frac{n}{2}} \left(|\operatorname{Re}(z_k)|^2 + |\operatorname{Im}(z_k)|^2 \right)} = 3,7887 \text{ при } n=10.$$

Однако если искать решение уравнения не в классе функций $E(0, 2\pi)$, то есть если предположить, что решение не известно ни в одной точке, то погрешность модельной задачи получается значительно больше и

$$\sqrt{\sum_{k=0}^{2n+1-\frac{n}{2}} \left(|\operatorname{Re}(z_k)|^2 + |\operatorname{Im}(z_k)|^2 \right)} = 4,5337 \text{ при } n=10.$$

Кроме того, данное уравнение решалось в классе функций $E(0, 2\pi)$ в предположении, что известно решение в разных частях области, например, в последнем квадранте или в нескольких точках середины области. Решение модельных примеров продемонстрировало высокую эффективность предложенной вычислительной схемы.

Библиографический список

1. Бойков, И. В. К вопросу о единственности решений вырожденных сингулярных интегральных уравнений / И. В. Бойков, Н. Ю. Кудряшова, А. А. Шалдаева // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Физико-математические науки. – 2020. – № 1.
2. Мухелишвили, Н. И. Сингулярные интегральные уравнения / Н. И. Мухелишвили. – Москва : Наука, 1966. – 707 с.
3. Иванов, В. В. Теория приближенных методов и ее применение к численному решению сингулярных интегральных уравнений / В. В. Иванов. – Киев, 1968. – 288 с.
4. Гохберг, И. Ц. Уравнения в свертках и проекционные методы их решения / И. Ц. Гохберг, И. А. Фельдман. – Москва : Наука, 1971. – 352 с.
5. Белоцерковский, С. М. Численные методы в сингулярных интегральных уравнениях / С. М. Белоцерковский, И. К. Лифанов. – Москва : Наука, 1985. – 256 с.
6. Лифанов, И. К. Метод сингулярных интегральных уравнений и численный эксперимент / И. К. Лифанов. – Москва : ТОО «Янус», 1995. – 520 с.
7. Mikhlin, S. G. Singulare Integraloperatoren / S. G. Mikhlin, S. Prossdorf. – Berlin : Acad. Verl., 1980. – 514 s.
8. Prossdorf, S. Numerical Analysis for Integral and Related Operator Equations / S. Prossdorf, B. Silbermann. – Berlin : Acad. Verl., 1991. – 544 p.
9. Бойков, И. В. Приближенное решение сингулярных интегральных уравнений / И. В. Бойков. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2004. – 316 с.
10. Бойков, И. В. Об одном исключительном случае сингулярных интегральных уравнений / И. В. Бойков // Применение вычислительных методов в научно-технических исследованиях. – Пенза, 1984. – С. 3–11.
11. Гахов, Ф. Д. Уравнения типа свертки / Ф. Д. Гахов, Ю. И. Черский. – Москва : Наука, 1978. – 296 с.

О. Э. Яремко, А. В. Семисчастнов

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

АППРОКСИМАЦИЯ ОБРАТНЫМИ КВАДРИКАМИ РЕШЕНИЯ ВЕКТОРНОЙ ЗАДАЧИ ДИРИХЛЕ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ЛАПЛАСА

Аннотация. Найдено аналитическое решение векторной задачи Дирихле в верхней полуплоскости для системы уравнений Лапласа. В качестве начального условия был выбран равномерный профиль. При этом возможно найти аналитическое решение задачи Дирихле. Был применен нейросетевой метод с алгоритмом обратного распространения ошибки. Обучение сети осуществлялось методом Левенберга – Марквардта, в качестве функции активации была выбрана обратная квадрика.

Рассмотрим векторную задачу Дирихле для системы уравнений Лапласа

$$\mathbf{u}_{yy} + \mathbf{A}^2 \mathbf{u}_{xx} = 0, y > 0, x \in R$$

с граничным условием вида

$$\mathbf{u}(0, x) = \mathbf{f}(x),$$

с матрицей коэффициентов

$$\mathbf{A}^{-2} = \begin{pmatrix} 1 & p_{12} \\ p_{21} & 1 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} l_1 & 0 \\ 0 & l_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & p_{12} \\ p_{21} & 1 \end{pmatrix},$$

и краевым условием вида

$$\mathbf{f}(x) = \begin{pmatrix} \operatorname{arctg}(x+1) - \operatorname{arctg}(x-1) \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Данное краевое условие в первой координате f_1 дает хорошее приближение равномерного профиля. Можно проверить, что решение имеет вид $\mathbf{u}(y, x) = \mathbf{v}(\mathbf{A}y, x)$. При этом $\mathbf{v}$ – решение задачи для двухкомпонентной системы уравнений Лапласа с краевым условием $\mathbf{v}(0, x) = \mathbf{f}(x)$. Легко проверить что решение модельной задачи имеет вид

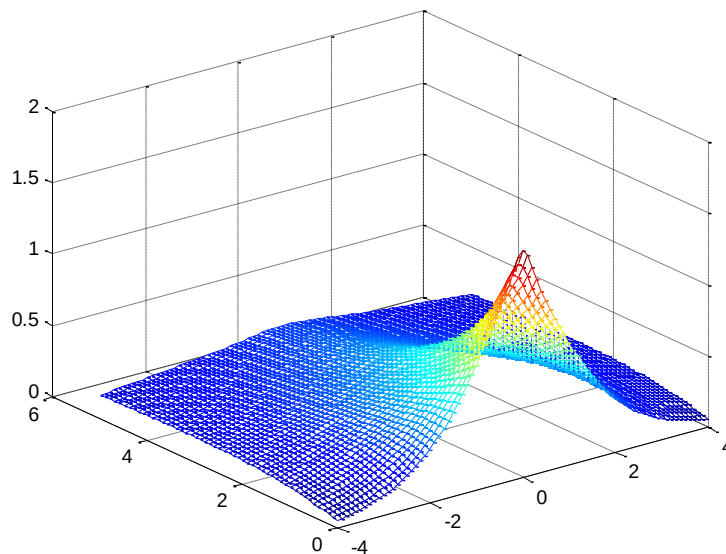
$$\mathbf{v} \equiv \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \operatorname{arctg}\left(\frac{x+1}{y+1}\right) - \operatorname{arctg}\left(\frac{x-1}{y+1}\right) \\ 0 \end{pmatrix}.$$

При этом первая координата задает угол под которым отрезок $[-1, 1]$ виден из точки $M(x, y)$. Аппроксимируем решение модельной задачи $\mathbf{v}$ взвешенной суммой обратных квадрик. Применим нейросетевой метод с алгоритмом обратного распространения ошибки. Обучение сети осуществляем методом Левенберга – Марквардта,

в качестве функции активации выбираем обратную квадратику [2]. Приведем псевдокод рассматриваемого алгоритма:

```
% Формирование целевых значений
% Аппроксимация функции из Neural Network Toolbox. User's Guide
% Массив пробных точек
% Целевой вектор T на множестве P=-2:1/6:2; имитируется погрешность измерений в 10%;

% Краевое условие  $f_1(x)$  T=(atan(P+1)-atan(P-1)).*(1+0.1*(rand(size(P))-0.5));
Параметры сети nRBF=2; % Число нейронов [x,y]=meshgrid(-4:0.1:4,0:0.1:5);
% Теоретическое и аппроксимированное решение модельной задачи
uteor= atan((x+1)./(y+1))-atan((x-1)./(y+1));
uapr=wRBF(1)*(y+aRBF(1))./((y+aRBF(1)).^2+(x-cRBF(1)).^2)+wRBF(2)*(y+aRBF(2))./((y+aRBF(2)).^2+(x-cRBF(2)).^2);
% Матрица коэффициентов взаимосвязанной задачи A^2:
l1=1; l2=5; p12=0.5; p21=-0.5; d=1/(1-p12*p21);
% Теоретическое значение первой компоненты векторной задачи Дирихле
uteor1=d*(atan((l1*x+1)./(y+1))-atan((l1*x-1)./(y+1)))-d*p12*p21*(atan((l2*x+1)./(y+1))-atan((l2*x-1)./(y+1)));
% Аппроксимация первой компоненты векторной задачи Дирихле uappr1=
*(wRBF(1)*(y+aRBF(1))./((y+aRBF(1)).^2+(l1*x-cRBF(1)).^2)+wRBF(2)*(y+aRBF(2))./((y+aRBF(2)).^2+(l1*x-cRBF(2)).^2))-d*p12*p21*(wRBF(1)*(y+aRBF(1))./((y+aRBF(1)).^2+(l2*x-cRBF(1)).^2)+wRBF(2)*(y+aRBF(2))./((y+aRBF(2)).^2+(l2*x-cRBF(2)).^2)));
% График аппроксимации первой компоненты векторной задачи Дирихле
mesh(x,y,uappr1);
```



Библиографический список

1. Яремко, О. Э. Метод радиально базисных функций в задаче Дирихле для уравнения Лапласа и его реализация в MATLAB / О. Э. Яремко, Д. А. Хозян // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике : сб. ст. XVII Междунар. науч.-техн. конф. – Пенза : ПДЗ, 2017. – С. 65–69.

УДК 517.444

О. Э. Яремко, А. В. Якушов

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ФОРМУЛА ТИПА ДАЛАМБЕРА ДЛЯ УРАВНЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ СТРУНЫ С ДВУМЯ УЧАСТКАМИ РАЗЛИЧНОЙ ПЛОТНОСТИ В КОМПЬЮТЕРНОЙ АЛГЕБРЕ МАХИМА

Аннотация. Найдены аналитические формулы для решения уравнения колебаний струны, состоящей из двух участков различной плотности. Вычислительные алгоритмы основаны на теории операторов преобразования и реализованы в системе компьютерной математики МАХИМА. Также рассмотрено обобщение результатов на случай систем уравнений гиперболического типа. Проведено сравнение результатов со случаем колебаний однородной бесконечной среды.

Рассмотрим сепаратную систему волновых уравнений на двухслойной действительной оси $I_1 = (-\infty, 0) \cup (0, \infty)$

$$u_{1tt}'' = a_1^2 u_{1xx}'', \quad x < 0, t > 0;$$

$$u_{2tt}'' = a_2^2 u_{2xx}'', \quad x > 0, t > 0;$$

по начальным условиям Коши

$$u_i(0, x, a_1, a_2, k) = f_i(x), \quad k = \lambda_2 / \lambda_1;$$

$$u_i'(0, x, a_1, a_2, k) = 0, \quad i = 1, 2; x \in I_1$$

и условиям сопряжения в точке стыка

$$u_1 = u_2, \quad \lambda_1 u_{1x}' = \lambda_2 u_{2x}', \quad x = 0, t > 0.$$

Пусть также выполнены условия согласования начальных и краевых условий

$$f_1 = f_2, \quad \lambda_1 f_{1x}' = \lambda_2 f_{2x}', \quad x = 0.$$

Примем обозначения

$$u(t, x, a_1, a_2, k) = \begin{cases} u_1(t, x, a_1, a_2, k), & x < 0; \\ u_2(t, x, a_1, a_2, k), & x > 0. \end{cases}$$

Решим задачу методом операторов преобразования [3, 4]. Представим алгоритм:

А. задаем обратный оператор преобразования, который по начальным условиям задачи Коши для волнового уравнения на двухслойной действительной оси вычисляет начальные условия для задачи Коши для волнового уравнения на действительной оси. В системе Махима алгоритм записывается в виде

$$f(x, a_1, a_2, k) := \text{if } x < 0 \text{ then } \frac{2}{1+k} f_1(a_1 x) - \frac{1-k}{1+k} f_2((-a_2)x) \text{ else } f_2(a_2 x);$$

В. из формулы Даламбера [1, 2] для однослойной задачи и находим решение задачи Коши для уравнения колебаний струны на действительной оси

$$v(t, x, a_1, a_2, k) := \frac{1}{2} (f(x+t, a_1, a_2, k) + f(x-t, a_1, a_2, k));$$

С. прямой оператор преобразования решению задачи Коши для действительной оси сопоставляет решение задачи Коши для двухслойной действительной оси. В системе Maxima оператор записывается в виде

$$u(t, x, a_1, a_2, k) := \text{if } x < 0 \text{ then } \frac{1+k}{2} v\left(t, \frac{x}{a_1}, a_1, a_2, k\right) + \frac{1-k}{2} v\left(t, \frac{-x}{a_1}, a_1, a_2, k\right) \\ \text{else } v\left(t, \frac{x}{a_2}, a_1, a_2, k\right),$$

Д. решение задачи Коши для двухслойной действительной оси определяется для каждой из частей, на которые прямые $x/a_1 - t = 0, x/a_1 + t = 0, x/a_2 - t = 0, x/a_2 + t = 0$ делят верхнюю полуплоскость $t > 0, -\inf < x < \inf$. Имеем формулы:

1) assume ($x < 0, x/a_1 - t < 0, x/a_1 + t < 0$);

$$u_1(t, x) = \frac{f_1(x + a_1 t) + f_1(x - a_1 t)}{2},$$

2) assume ($x < 0, x/a_1 - t < 0, x/a_1 + t > 0$);

$$u_1(t, x) = \frac{2k f_2\left(\frac{a_2 x + a_1 a_2 t}{a_1}\right) + (k+1)f_1(x - a_1 t) + (1-k)f_1(-x - a_1 t)}{2k+2},$$

3) assume($x > 0, x/a_2 - t < 0, x/a_2 + t > 0$);

$$u_2(t, x) = \frac{2f_1\left(\frac{a_1 x - a_1 a_2 t}{a_2}\right) + (k+1)f_2(x + a_2 t) + (k-1)f_2(a_2 t - x)}{2k+2},$$

4) assume($x > 0, x/a_2 - t > 0, x/a_2 + t > 0$);

$$u_2(t, x) = \frac{f_2(x + a_2 t) + f_2(x - a_2 t)}{2}.$$

Аналогично выводится формула типа Даламбера для векторного аналога уравнения колебаний струны на двухслойной действительной оси. Для решения задачи применим векторный вариант метода операторов преобразования [4]. Результат работы алгоритма: решение векторной задачи Коши для каждой из четырех частей, на которые прямые $x-t=0, x+t=0, x-t=0, x+t=0$ делят полуплоскость $t > 0, -\inf < x < \inf$, имеет вид:

1) assume ($x < 0, x-t < 0, x+t < 0$);

$$u_1(t, a_1 x) = \frac{f_1(a_1(x+t)) + f_1(a_1(x-t))}{2},$$

2) assume ($x < 0, x-t < 0, x+t > 0$);

$$u_1(t, a_1 x) = (2k+2)^{-1} \cdot (2k f_2(a_2(x+t)) + (k+1)f_1(a_1(x-t)) + (1-k)f_1(-a_1(x+t))),$$

3) assume($x > 0, x-t < 0, x+t > 0$);

$$u_2(t, a_2x) = (2k+2)^{-1} \cdot (2f_1(a_1(x-t)) + (k+1)f_2(a_2(x+t)) + (k-1)f_2(a_2(t-x))),$$

4) assume($x>0$, $x-t>0$, $x+t>0$);

$$u_2(t, a_2x) = \frac{f_2(a_2(x+t)) + f_2(a_2(x-t))}{2}.$$

Библиографический список

1. Ильин, В. А. Формула типа Даламбера для продольных колебаний бесконечного стержня, состоящего из двух участков разной плотности и разной упругости / В. А. Ильин // Доклады Академии наук. – 2009. – Т. 427, № 4. – С. 466–468.
2. Тихонов, А. Н. Уравнения математической физики : учеб. пособие / А. Н. Тихонов, А. А. Самарский. – 6-е изд., испр. и доп. – Москва : Изд-во МГУ, 1999. – 798 с.
3. Яремко, О. Э. Метод операторов преобразования для решения векторных краевых задач / О. Э. Яремко // Доклады РАН. – 2007. – Т. 415, № 1. – С. 31–35.
4. Яремко, О. Э. Метод операторов преобразования для решения краевых задач в сферически-симметричных областях / О. Э. Яремко // Доклады РАН. – 2006. – Т. 409, № 2. – С. 167–170.

УДК 519.677

Н. Н. Яремко, М. С. Шмарин

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

АНАЛИЗ МОДЕЛИ ХИЩНИК-ЖЕРТВА ЛОТКИ – ВОЛЬТЕРРА В ПРИЛОЖЕНИИ SIMULINK ИЗ MATLAB

Аннотация. Решение модели хищник-жертва Лотки – Вольтерра в аналитическом виде возможно лишь в некоторых частных случаях. Представлено решение модели в интерактивной среде Simulink для произвольного числового набора параметров. Переход от системы дифференциальных уравнений к системе интегральных уравнений приводит к представлению программ MatLab в виде блок-схемы и вызывает работу Simulink. Проведен анализ модели в зависимости от начальных данных, в частности, указаны точки бифуркации.

Модель Лотки – Вольтерра – модель взаимодействия биологических видов типа «хищник – жертва», названная в честь ее авторов [1], которые предложили модельные уравнения. Такие уравнения можно использовать для моделирования систем «хищник – жертва», «паразит – хозяин», для описания конкуренции больших и малых фирм в каком-либо бизнесе, для описания других видов взаимодействия между двумя биологическими видами.

В математической форме система Лотки – Вольтерры имеет следующий вид:

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= \alpha x - \beta xy, \\ \frac{dy}{dt} &= \gamma x - \delta xy\end{aligned}$$

где x – количество жертв; y – количество хищников; t – время, $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ – коэффициенты, отражающие взаимодействия между видами.

Как известно [2], решить аналитически в общем виде систему уравнений Лотки-Вольтерра невозможно. Поэтому, поиск численного решения и исследование модели в зависимости от величин входящих параметров представляются актуальным. В качестве инструмента имитационного моделирования в статье нами предложено использовать среду Simulink. Simulink – это графическая среда имитационного моделирования, позволяющая при помощи блок-диаграмм в виде направленных графов строить динамические модели, включая их различные виды: дискретные, непрерывные, гибридные, нелинейные, разрывные.

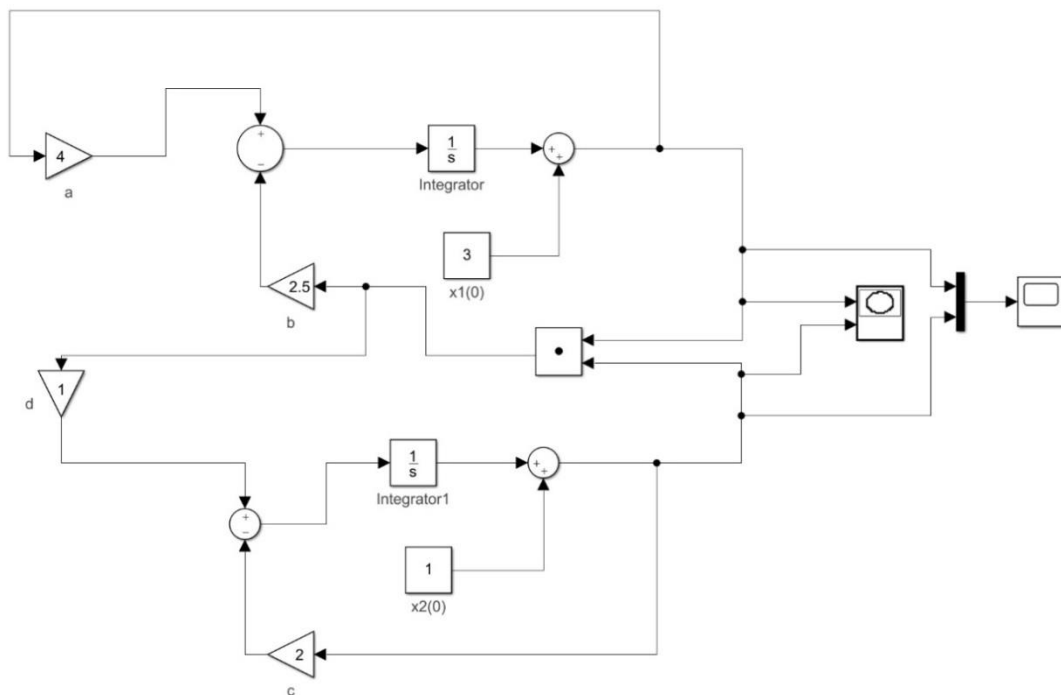
Интерактивная среда Simulink позволяет использовать готовые библиотеки блоков для моделирования биологических систем взаимодействия [3, 4]. Приложение Simulink интегрировано в среду MatLab, поэтому имеется возможность использовать встроенные алгоритмы, мощные средства обработки данных и высокоуровневую графику.

С целью использования возможностей Simulink систему уравнений Вольterra-Лотки мы преобразовали к системе интегральных уравнений вида

$$\begin{cases} x = \int_0^t x(\alpha - \beta y) dt + x_0, \\ y = -\int_0^t y(\gamma - \delta y) dt + y_0, \end{cases}$$

$$\alpha = 4, \beta = 2.5, \gamma = 2, \delta = 1, x(0) = 3, y(0) = 4$$

Была создана блок-схема для построения имитационной модели хищник-жертва. Были использованы следующие блоки: Continuous – блоки аналоговых элементов; Discontinuous – блоки нелинейных элементов; Discrete – блоки дискретных элементов; Math Operations – блоки элементов, определяющие математические операции; Model Verification – блоки проверки свойств сигнала; Sources – блоки источников сигнала.



Анализ решения позволил выяснить влияние параметров модели на динамику популяции. Численно исследованы бифуркации в системе уравнений хищник–жертва.

Библиографический список

1. Freedman, H. I. *Deterministic Mathematical Models in Population Ecology* / H. I. Freedman // Marcel Dekker. – 1980.
2. Brauer, F. *Mathematical Models in Population Biology and Epidemiology* / F. Brauer, C. Castillo-Chavez. – Springer-Verlag, 2000.
3. Ризниченко, Г. Ю. *Биофизическая динамика продукционных процессов* / Г. Ю. Ризниченко, А. Б. Рубин. – Ижевск, 2004. – 464 с.
4. Рубин, А. Б. *Кинетика биологических процессов* / А. Б. Рубин, Н. Ф. Пытьева, Г. Ю. Ризниченко. – Москва : МГУ, 1977. – 304 с.

УДК 519.688

Н. Н. Яремко, М. А. Малахов

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ВЫБОР ПРИЗНАКОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНСАМБЛЕВЫХ АЛГОРИТМОВ

Аннотация. Согласно общепринятому определению, анализ данных – это область математики и информатики, занимающаяся построением и исследованием наиболее общих математических методов и вычислительных алгоритмов, извлечения знаний из экспериментальных (в широком смысле) данных. Рассмотрен метод и подход выбора признаков машинного обучения. Показано, как ансамблевые алгоритмы выявляют наиболее значимые для модели признаки.

При работе с задачами машинного обучения не всегда понятно какие признаки важны для построения оптимальной модели. Зачастую при работе имеется большое количество входных данных, что может плохо повлиять на конечный результат модели. Поэтому в большинстве случаев перед решением задачи необходимо выбрать наиболее информативные признаки. Анализ признаков зачастую является более значимой задачей, чем улучшение точности модели или уменьшение времени обработки данных. Например, в медицине [1], выбор оптимальных признаков, может быть полезен при выявлении и прогнозировании болезни. Выявление наиболее важных признаков (например, факторов, влияющих на развитие рака у женщин) [2] может указать исследователю на причины развития болезни.

Random Forest – алгоритм машинного обучения, заключающийся в использовании ансамбля решающих деревьев, предложенный Leo Breiman и Adele Cutler [3]. Алгоритм применяется для задач классификации, регрессии и кластеризации. Основная идея заключается в использовании большого ансамбля деревьев, каждое из которых по отдельности дает не очень высокое качество классификации, но из-за их большого количества результат улучшается.

Наиболее распространенный способ построения ансамбля деревьев называется бэггинг (англ. Bagging от англ. Bootstrap aggregation):

1. В начале происходит генерация случайной выборки размером N из обучающего набора. Некоторые образцы могут попасть в выборку несколько раз, в среднем $N \left(1 - \frac{1}{N}\right)^N$ раз, а $\frac{N}{e}$ образцов могут вообще не попасть в выборку. Образцы, не попавшие в выборку, называют out-of-bag (неотобранные).

2. Далее происходит построение решающего дерева, классифицирующее образцы выборки. В ходе создания очередного узла дерева выбираются m случайных из всех M признаков, на основе которых производится разбиение. Выбор наилучшего из m признаков осуществляется различными способами (критерий Джини, критерий прироста информации).

3. Дерево строится, как правило, до исчерпания выборки (пока в листьях не окажутся представители только одного класса), но современные реализации метода предоставляют параметры, позволяющие ограничить высоту дерева, число объектов в листьях, и число объектов в выборке.

Классификация объектов производится голосованием, в котором каждое дерево ансамбля относит объект к одному из классов. Класс, за который проголосовало наибольшее число деревьев побеждает.

Техника, описанная выше, может естественным образом использоваться для оценки важности переменных. Следующий способ такой оценки был описан Breiman [4]. Обучается случайный лес на тренировочном наборе. Во время обучения для каждого набора вычисляется out-of-bag-ошибка (ошибка на неотобранных образцах). Пусть мы имеем бутстрапированную выборку X_n^l , дерева b_n . Бутстрэппинг является ничем иным, как выбором l объектов из выборки с возвращением. В результате таких манипуляций некоторые объекты выбираются несколько раз, а некоторые – ни разу. Выбор копий одного объекта в бутстрапированную выборку соответствует выставлению веса при данном объекте – соответствующее ему слагаемое несколько раз войдет в функционал, и поэтому штраф за ошибку на нем будет больше. Пусть $L(y, z)$ – функция потерь, y_i – ответ на i -м объекте обучающей выборки, тогда out-of-bag-ошибка вычисляется по следующей формуле:

$$OOB = \sum_{i=1}^l L(y_i, \frac{1}{\sum_{n=1}^N [x_i \notin X_n]} \sum_{n=1}^N [x_i \notin X_n] b_n(x_i))$$

Затем для каждого объекта такая ошибка усредняется по всему случайному лесу. Для оценки важности i -го параметра после тренировки, значения i -го параметра перемешиваются для всех записей тренировочного набора, и out-of-bag-ошибка считается повторно. Важность параметра оценивается путем усреднения по всем деревьям разности показателей out-of-bag-ошибок до и после перемешивания значений. При этом значения ошибок нормализуются на стандартное отклонение. Параметры выборок, дающие наибольшие значения, считаются наиболее важными для тренировочного набора.

Описанный алгоритм использовался для анализа различных феноменов заболелания рака шейки матки (РШМ), а также определения ключевых факторов возникновения РШМ. На рис. 1 представлена градация признаков, влияющих на развитие исследуемого заболевания.

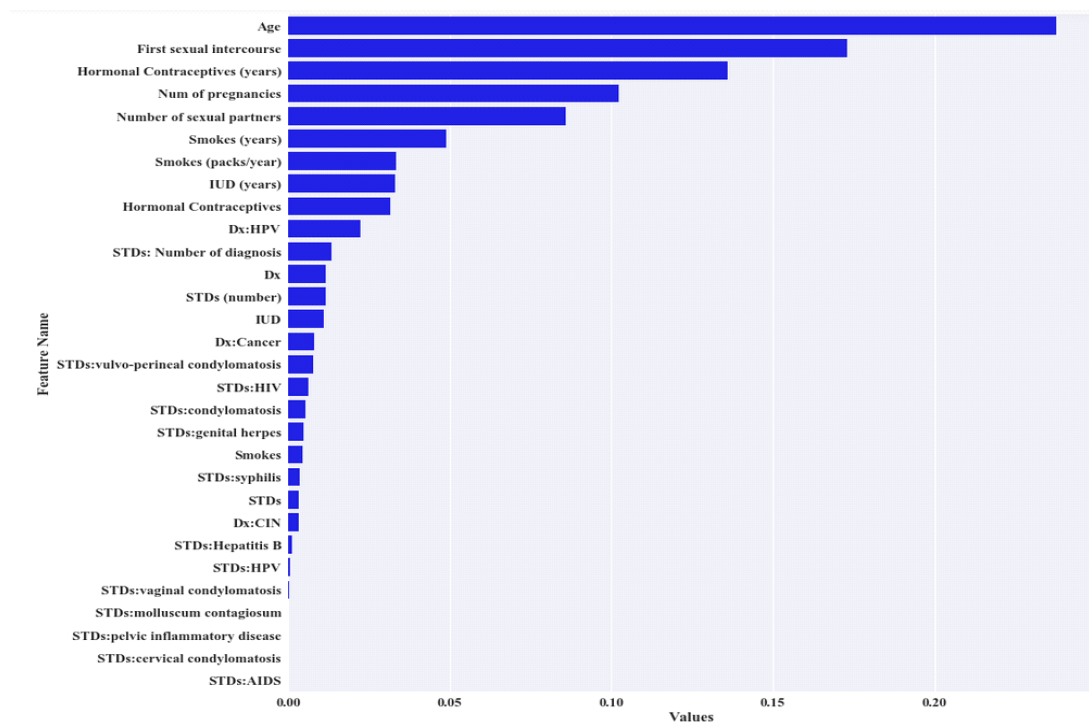


Рис. 1

Анализ данных является одним из важнейших этапов построения моделей машинного обучения. Исследование используемых данных помогает избавиться от шумовых признаков, а также улучшить качество работы модели. Имеющиеся исследования подтверждают, что ансамблевые алгоритмы эффективно справляются с данной задачей.

Библиографический список

1. Lebedev, A. V. Random Forest ensembles for detection and prediction of Alzheimer's disease with a good between-cohort robustness / A. V. Lebedev, E. Westman. – 2014. – August. – DOI 10.1016/j.nicl.2014.08.023
2. Cervical Cancer Risk Factors for Biopsy. – URL: <https://www.kaggle.com/loveall/cervical-cancer-risk-classification> (accessed: 07.04.2019).
3. Брюс, П. Практическая статистика для специалистов Data Science. 50 важнейших понятий / П. Брюс, Э. Брюс. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург 2018, 304 с.
4. Breiman, L. Machine Learning / L. Breiman. – DOI 10.1023/A:1010933404324, January 2001.

СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004.946

В. Д. Акчурина, В. Н. Князев

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ПО КУРСУ ФИЗИКИ

Аннотация. Рассмотрены актуальные вопросы разработки автоматизированной обучающей системы (АОС) по курсу физики средней школы. Предложена расширенная модель освоения учебного материала, которая позволяет учитывать его иерархическую структуру. Разработано мобильное приложение для лабораторного практикума с использованием технологии дополненной реальности. Полученные результаты используются в АОС по школьному курсу физики в рамках образовательной онлайн-платформы Experiment, выполняемой IT-компанией ООО «СЕТАП».

В современном мире наблюдается ускорение тенденций развития общества, информационных технологий и информатизации в целом, и уже сейчас они охватывают многие сферы общественной жизни, в том числе образование.

Важной задачей в сфере образования является разработка автоматизированных обучающих систем (АОС) для средней школы с применением актуальных современных информационных технологий, таких как технология дополненной реальности [1–4]. В рамках разработки АОС была предложена расширенная модель освоения учебного материала, базирующаяся на модели, описанной в работе [5]. В указанной работе используется модель освоения учебного материала, которая имеет ограничение, поскольку применяется отдельно для учебных элементов только одного уровня. В данной работе предлагается расширенная модель освоения учебного материала, лишенная приведенного ограничения и применимая для иерархической структуры учебного материала.

В состав модели освоения учебного материала входят следующие компоненты: матрицы уровней, отношений очередности и логических связей учебных элементов, строящиеся на их основе графы отношений очередности и логических связей учебных элементов. Матрицы отношений очередности и логических связей учебных элементов представляют собой квадратные матрицы, размерность которых равна количеству учебных элементов. Для заполнения матрицы логических связей учебных элементов необходимо поставить единицы в те ячейки, у которых номера строки и столбца указывают на номера логически связанных друг с другом учебных материалов. Аналогично заполняется матрица очередности, только единица ставится в том случае, если учебный элемент, номер которого указан в строке, следует изучать после элемента с номером столбца. Для определения последовательности изучения учебного материала в пошаговой процедуре необходимо построчно просуммировать значения матрицы очередности. Для более наглядного представления данных этих матриц по ним строятся графы отношений очередности и логических связей учебных элементов.

В качестве примера использования расширенной модели освоения учебного материала приведем ее применение к материалу двух связанных между собой тем школьного курса физики из раздела "Механика": "Статика" и "Колебания и волны".

Данные разделы состоят из следующих учебных элементов: 1 – Статика. Определение. 2 – Равновесие тел. Определение. 3 – Момент силы. 4 – Условие равновесия тел. 5 – Виды равновесия. 6 – Гидростатика и аэродинамика. Определение. 7 – Основные понятия. 8 – Давление жидкости и газов. 9 – Закон Паскаля. 10 – Сообщающиеся сосуды. 11 – Уравнение Бернулли. 12 – Закон Архимеда. 13 – Условия плавания тел. 14 – Гидравлические машины. 15 – Колебания и волны. Основные понятия. 16 – Механические колебания. 17 – Гармонические колебания. 18 – Резонанс. 19 – Автоколебания. 20 – Механические волны. 21 – Звуковые волны.

По этим элементам были построены граф уровней, матрица уровней учебных элементов, граф отношений очередности учебных элементов. После их построения была сформирована матрица отношений логических связей учебных элементов и на ее основе построен искомый общий граф логических связей учебных элементов, который определяет последовательность изучения материала, возможные траектории его изучения и логические связи между темами. Данные, полученные с помощью этого графа, позволяют лучше организовать ссылки в учебном материале, что, в свою очередь, позволить ученику более эффективно воспринимать учебный материал и, в случае необходимости, возвращаться к уже пройденным темам.

Кроме описанной расширенной модели освоения учебного материала в рамках данной АОС разрабатывается мобильное приложение для лабораторного практикума с использованием технологии дополненной реальности [6-8].

Главной целью данного лабораторного практикума является предоставление школьникам виртуальной площадки для проведения лабораторных работ по разделу «Кинетика». На рис. 1 представлен пример его работы.

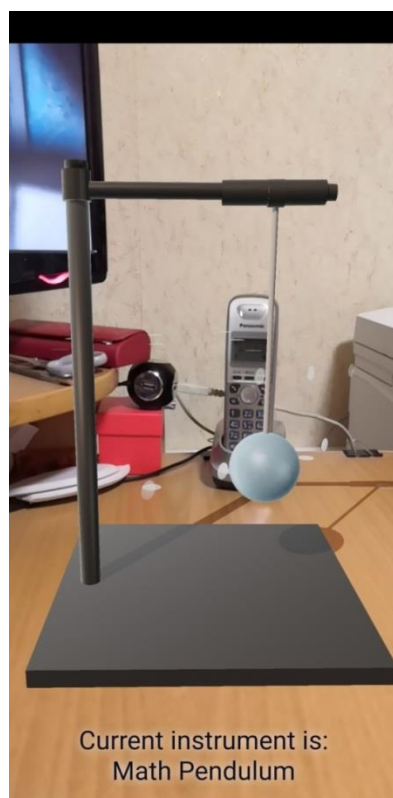


Рис. 1. Иллюстрация работы мобильного приложения для АОС по курсу физики

В результате проведенного исследования были рассмотрены актуальные вопросы разработки автоматизированной обучающей системы по школьному курсу физики с использованием технологии дополненной реальности.

Была предложена расширенная модель освоения учебного материала, которая позволит комплексно учитывать его иерархическую структуру. А также разработано мобильное приложение для лабораторного практикума с использованием технологии дополненной реальности.

Полученные результаты используются в АОС по школьному курсу физики в рамках образовательной онлайн-платформы Experiment, выполняемой IT-компанией ООО "СЕТАП".

Библиографический список

1. Тулупова, Т. В. Автоматизация проектирования обучающих систем / Т. В. Тулупова // Наукоеведение. – 2013. – № 5. – С. 1–8.
2. Аязбаев, Т. Л. Технология создания компьютерных обучающих программ / Т. Л. Аязбаев, Т. А. Галагузова // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 3, Ч. 1. – С. 76–78.
3. Иванько, А. Ф. Дополненная и виртуальная реальность в образовании / А. Ф. Иванько, М. А. Иванько, М. Б. Бурцева // Молодой ученый. – 2018. – № 37 (223). – С. 11–16.
4. Андрушко, Д. Ю. Применение технологий виртуальной и дополненной реальности в образовательном процессе: проблемы и перспективы / Д. Ю. Андрушко // Научное обозрение. – 2018. – № 6. – С. 5–10.
5. Соловов, А. В. Проектирование компьютерных систем учебного назначения : учеб. пособие / А. В. Соловов. – URL: <http://window.edu.ru/resource/488/3488> (дата обращения: 16.01.2020).
6. Князев, В. Н. Вопросы обучения курсу физики с использованием технологии дополненной реальности / В. Н. Князев, В. Д. Акчурина // Наука. Исследования. Практика : сб. избр. ст. по материалам Междунар. науч. конф. – Санкт-Петербург : ГНИИ «Нацразвитие», 2020. – Ч. 2 – С. 114–119.
7. Князев, В. Н. Вопросы разработки автоматизированной обучающей системы по школьному курсу физики с использованием технологии дополненной реальности / В. Н. Князев, В. Д. Акчурина // Технические и естественные науки : сб. избр. ст. по материалам Междунар. науч. конф. – Санкт-Петербург : ГНИИ «Нацразвитие», 2020. – С. 74–79.
8. Князев, В. Н. Разработка автоматизированной обучающей системы с использованием технологии дополненной реальности / В. Н. Князев, В. Д. Акчурина // Молодежь в науке: новые аргументы : сб. науч. работ XII Междунар. конкурса науч. работ. – Липецк : Аргумент, 2019. – Ч. 1. – С. 59–68.

УДК 004.031.42;004.62

П. И. Бинус, И. С. Шушарина, С. В. Шибанов

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ЗАПОЛНЕНИЯ БАЗ ДАННЫХ

Аннотация. На основе анализа существующих средств автоматического заполнения баз данных выделяются основные требования к реализуемой системе и ее функционал.

На этапе разработки жизненного цикла информационной системы обязательным является тестирование баз данных. Для этого необходимо большое количество тестовых данных, что сложно сделать вручную. В качестве решения данной проблемы появились средства автоматической генерации баз данных.

Основной целью является разработка системы, которая будет упрощать и ускорять процесс наполнения БД тестовыми данными. При этом должна учитываться поддержка различных СУБД реляционного типа.

Для создания конкурентоспособной системы был проведен сравнительный анализ современных инструментальных средств автоматического заполнения баз данных. Данный анализ полностью представлен в статье «Сравнительный анализ средств автоматического заполнения баз данных» [1], в которой были рассмотрены как свободно распространяемые, так и лицензированные программные продукты. В результате проведенного анализа были выделены обязательные требования к разрабатываемой системе:

- заполнение БД случайным образом посредством автоматической генерации данных на основе международных, общероссийских и отраслевых справочников и классификаторов;
- заполнение с возможностью создания таблиц;
- импорт и экспорт данных.

На основе выявленных требований новая разрабатываемая система будет включать следующие функциональные возможности:

- возможность подгрузки данных из встроенных библиотек, их автоматическое обновление;
- заполнение БД с возможностью изменения структуры;
- возможность импорта и экспорта данных в наиболее часто используемых форматах (XML, CSV, xlsx, JSON);
- подключение дополнительных справочников;
- возможность поддержки и контроля ссылочной целостности и связей между таблицами;
- резервное копирование и восстановление данных;
- взаимодействие с популярными реляционными СУБД (MS SQL Server, MySQL, PostgreSQL);

Возможность подгрузки данных из встроенных библиотек и автоматическое их обновление подразумевает, что в систему изначально будут загружены основные данные (например, списки фамилий, имен, отчеств, городов, адресов и т.п.), и БД будут заполняться на основе этих библиотек. Кроме того, будет возможным автоматическое обновление этих библиотек на основе имеющихся в глобальной сети списков.

Заполнение БД с возможностью изменения структуры включает в себя заполнение БД с возможностью добавления или удаления столбцов и таблиц.

Возможность импорта и экспорта данных в разных форматах подразумевает, что данные можно будет как получить из любой БД в любом из форматов: xlsx – форматы электронных таблиц, csv – текстовые файлы, xml, json, – так и передать в любую БД в нужном формате.

Подключение дополнительных справочников включает в себя возможность пользоваться не только встроенными библиотеками, но и самостоятельно подключать необходимые справочники. Эти справочники можно получить на основе данных международных, всероссийских, отраслевых справочников и классификаторов, с учетом национальных языков (русского и английского). Аналогично встроенным библиотекам, на основе содержимого встроенных справочников можно осуществлять формирование базы данных.

Возможность поддержки ссылочной целостности и связей между таблицами предполагает предотвращение или устранение нарушения корректности значений внешних ключей при внесении изменений в БД.

Резервное копирование и восстановление необходимо для возможности восстановления данных в непредвиденных ситуациях, для осуществления промежуточного хранения данных и повторного экспорта.

Многие рассматриваемые ранее системы ориентированы на конкретные СУБД, например, EMS DATA GENERATOR для MySQL или dbForge Studio и Red Gate SQL Data Generator для SQL Server. Предлагается создание системы с возможностью подключения к различным популярным СУБД: MS SQL Server, MySQL, PostgreSQL и с возможностью расширения этого списка. Это будет осуществляться за счет строения архитектуры, в которой все средства, взаимодействующие с СУБД находятся в отдельной библиотеке, т.е. через уровень plug-in.

Библиографический список

1. Бинус, П. И. Сравнительный анализ средств автоматического заполнения баз данных / П. И. Бинус, И. С. Шушарина // Новые информационные технологии и системы. – Пенза, 2019.
2. Форматы данных, доступные для импорта, экспорта и связывания : самоучитель MS Access. – 2002. – URL: <http://www.taurion.ru/access/3/2>
3. Плагин // Wikipedia. – 2019. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Плагин>
4. Резервное копирование // Wikipedia. – 2020. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Резервное_копирование
5. Ссылочная целостность // Wikipedia. – 2020. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Ссылочная_целостность

УДК 004.056

Г. В. Бобрышева, К. М. Помещикова

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

РИСКИ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация. Рассматриваются потенциальные риски IT-проектов и причины их возникновения, приведена их классификация, рассмотрены основные подходы и технологии оценки угроз и уязвимостей.

В настоящее время успешное развитие бизнеса невозможно без использования современных информационных технологий, разработкой и внедрением которых занимаются IT-компании.

Однако предпринимательская деятельность IT-компаний сопровождается проявлением определенных рисков при реализации IT-проектов, следствием которых являются:

- возникновение неблагоприятных ситуаций и неопределенности в процессе реализации проекта;
- материальный ущерб.

Аналитический анализ наиболее распространенных ситуаций проявления потенциальных рисков при реализации IT-проектов позволил выделить следующие основные причины их возникновения:

- отсутствие четкого понимания будущей роли информационного продукта в деятельности организации;
- ошибки при анализе и принятии ИТ-решения;
- существенные изменения в транзитивной экономике вообще или во внутренней деятельности ИТ-компании – в частности;
- невысокий уровень квалификации персонала ИТ-компании;
- использование несертифицированного программного обеспечения;
- низкая готовность компании-заказчика к необходимым изменениям в функционировании предприятия и реорганизации структуры;
- слабая материально-техническая база компании-заказчика.

Таким образом, успешность ИТ-проекта напрямую зависит от таких факторов, как время, качество и ресурсы, несоблюдение которых приводит к отклонению фактических результатов работы от запланированных:

- несоответствие заявленной цели проекта;
- нарушение сроков реализации и бюджета;
- низкое качество создаваемого продукта.

Отклонение фактических результатов от запланированных может возникнуть на любом этапе жизненного цикла ИТ-проекта и часто является следствием проявления различных рисков. Поэтому важно на всех этапах жизненного цикла ИТ-проекта своевременно выявлять все потенциальные риски и проводить комплекс мероприятий, направленных на их минимизацию.

Принятие верных решений по управлению рисками, возникающими во время разработки новой информационной технологии, основывается на выбранной классификации риска и зависит от особенности области автоматизации [1].

В общем, риски в области информационных технологий можно классифицировать следующим образом:

- технические риски;
- риски оценки сроков;
- интеграционные риски, возникающие при внедрении ИТ-решения;
- риски непринятия продукта проекта пользователями;
- коммерческие риски, связанные с выбором технологии и поставщика;
- риски несоблюдения технологии.

Одной из основных причин возникновения рисков при реализации ИТ-проектов является неготовность предприятия к их реализации. Уникальность целей проекта и отсутствие подобных практик в компании порождает неопределенность относительно выбора новых технологий, определения методов и средств достижения поставленной цели, принятия той или иной методологии. Выявление, оценка и контроль подобных рисков ситуаций требует применения специфических методов и средств управления рисками.

Обеспечение эффективного управления рисками при реализации ИТ-проектов возможно при непрерывном тщательном анализе его потенциальных рисков с учетом требований современной экономики и следовании следующим принципам:

- разбиение крупных проектов;
- привлечение специалистов в области управления проектами;
- привлечение независимых экспертов для оценки потенциальных рисков;
- детальное изучение информационных, управленческих и производственных процессов как внутри самой ИТ-компании, так и в компании заказчика информационных технологий;
- учет потенциальных рисков, связанных с организационной составляющей ИТ-проекта;
- планирование риск-менеджмента.

Соблюдение данных принципов позволит своевременно выявить факторы возникновения рисков, правильно идентифицировать их и оценить возможный ущерб от их проявления.

Для анализа потенциальных рисков IT-проектов используют различные подходы, наиболее распространенными среди которых в настоящее время являются подход, основанный на использовании технологии оценки угроз и уязвимостей, и подход, заключающийся в выборе **допустимого вида риска, который** всегда связан с затратами на подсистему информационной безопасности [2].

Технологии оценки угроз и уязвимостей основаны на применении таких методов, как:

- экспертные оценки;
- статистические данные;
- анализ факторов, влияющих на уровни угроз и уязвимостей.

Оценка угроз и уязвимостей с использованием данных методов заключается в накоплении статистических данных об имевших место происшествиях, анализе и классификации их причин, выявлении факторов, от которых они зависят. Основным недостатком такой технологии является необходимость сбора достаточно обширного статистического материала о происшествиях в рассматриваемой области для получения достоверной оценки потенциальных рисков IT-проектов.

Выбор подхода и технологии оценки угроз и уязвимостей, а также инструментария управления рисками IT-проекта в каждом конкретном случае должен основываться на предъявляемых требованиях к защите информационных ресурсов и способствовать эффективному обеспечению информационной безопасности предприятия и повышению эффективности его работы, а сам процесс управления рисками должен рассматриваться как часть общей корпоративной системы управления.

Библиографический список

1. Веретнов, В. Философия риска: от рискофобии, рискофилии к рискософии / В. Веретнов. – URL: www.klubok.net/article/2333.html (дата обращения: 20.02.2020).
2. Технологии анализа информационных рисков. – URL: www.klubok.net/article/2333.html (дата обращения: 16.02.2020).

УДК 608.2

Д. А. Борисов, В. В. Энн

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ ВОЛНОВОГО АЛГОРИТМА ЛИ В КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГРАХ ЖАНРА TD

Аннотация. Рассматривается применение и изучение волнового алгоритма Ли в компьютерной игре жанра TD (Tower Defense).

Нахождение кратчайшего пути это задача, которая возникает в различных сферах человеческой деятельности, и является очень важной. Самый короткий путь позволит сэкономить время или другие ценные ресурсы, поэтому необходимы алгоритмы для его нахождения. Одним из алгоритмов, предназначенных для нахожде-

ния кратчайшего пути, является волновой алгоритм. Волновой алгоритм дает глобальное решение, что означает, что это решение будет лучшим из возможных.

Алгоритм волновой трассировки (волновой алгоритм, алгоритм Ли) – алгоритм поиска кратчайшего пути на планарном графе [1].

Алгоритм работает на дискретном рабочем поле (ДРП), представляющем собой ограниченную замкнутую фигуру, чаще всего прямоугольную или квадратную, но не обязательно. Множество всех ячеек ДРП делят на подмножества: «проходимые» – при поиске пути их можно проходить, «непроходимые» – путь через эту ячейку запрещен, стартовую ячейку – «источник» и финишную – «приемник». Источник – ячейка, в которой зарождается волна, приемник – ячейка, в которую должна прийти волна.

Область применения волнового алгоритма достаточно широка, так как нахождение кратчайшего пути – это задача, возникающая в различных сферах деятельности человека.

Основное применение волнового алгоритма – автоматизированная трассировка печатных плат, соединительных проводников на поверхности микросхем. Другое применение волнового алгоритма – поиск кратчайшего расстояния на карте в компьютерных стратегических играх [1]. В зависимости от области применения необходимо учитывать ее особенности.

При использовании алгоритма в компьютерных играх критерии будут немного другие (aura башни, тип башни, игровое поле, время и т.д.), но, влияние этих параметров необходимо учитывать для нахождения маршрута.

Для исследования работы волнового алгоритма лучше всего подойдет игра в жанре защита башен.

Смысл игры в том, чтобы не дать врагам, под управлением компьютера, добраться из стартовой точки, до финишной, для этого пользователь ставит башни, которые уничтожают врагов. Карта при этом представляется в виде двумерной матрицы. Враги выходят группами через некоторые промежутки времени – каждый такой выход врагов будем называть волной. Таким образом, компьютер старается проложить путь, так, чтобы как можно быстрее и безопаснее добраться до финиша.

Враги и башни обычно различаются по характеристикам и цене. Когда враги побеждены, игрок зарабатывает деньги или очки, которые используются для покупки или модернизации башен. Улучшать башни можно по следующим параметрам: увеличивать урон, скорость выстрела снаряда, радиус башни, что сделает их более эффективными для борьбы с врагами. Башни начального уровня будут менее опасными для врагов, и если путь будет перекрыт, то врагам будет выгоднее пройти через эту башню, чем через улучшенную. Применение волнового алгоритма, позволяет сделать игру более трудной и интересной для прохождения, так как необходимо внимательно выбирать места, для постановки башен, так как компьютер может их просто обойти не получив урона [2]. В каждой новой волне можно изменять приоритетные направления, что сделает движение врагов более непредсказуемым.

На рис. 1 показана игра, в которой изучается алгоритм.

Проложенный путь показан желтыми квадратами. Показывается длина проложенного пути. Справа выводится карта в виде двоичной матрицы, на которой отображается стартовая (S), финишная (F) клетки, запрещенные для прохода клетки (X) и проходимые клетки, которые содержат вес. Так вес равный 0 означает, что когда волна доходит, до этой клетки, то значение следующего фронта волны увеличится только на 1, в то время, как если вес клетки равен, например, 4, то вес увели-

чится на 5. Таким образом клетки с башнями имеют вес равный 20, что позволяет проложить путь вдали от башен, но при этом если другого пути не будет, то чтобы игра не остановилась, будет проложен путь через башню. Вокруг башни вес клеток равен 4, что делает путь рядом с башнями менее предпочтительным для врагов. Башни имеющие более высокий уровень, будут иметь больший радиус и атаку, что означает, что и вес клеток вокруг них будет больше, причем в зависимости от радиуса увеличивается количество клеток вокруг башни с отличным от нуля весом.

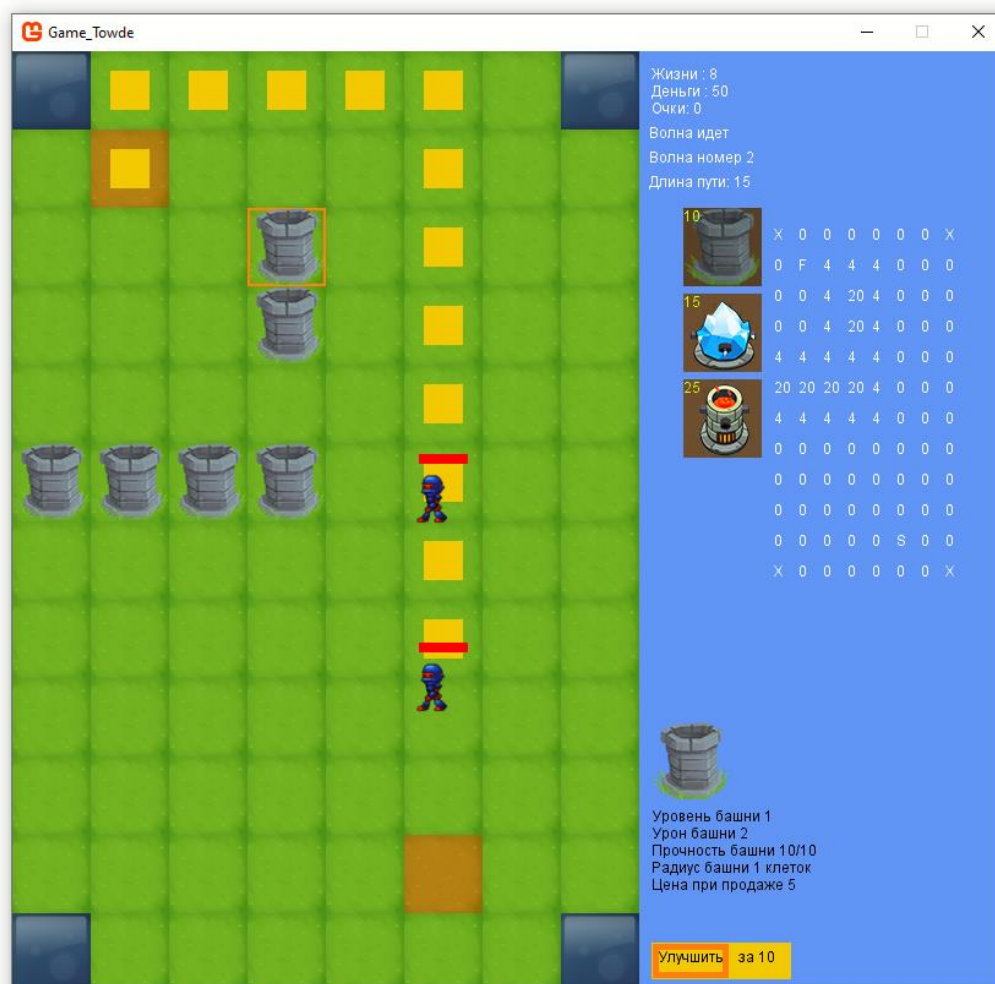


Рис. 2. Разрабатываемая игра

Визуализация алгоритма в компьютерной игре, позволяет оценить влияние элементов на длину маршрута; а матричное представление карты позволяет видеть классическую работу с матрицами в работе с алгоритмом Ли, что позволяет повысить усвоение материала по предметам, где изучается этот алгоритм.

Библиографический список

1. Деньдобренко, Б. Н. Автоматизация конструирования РЭА : учеб. для вузов / Б. Н. Деньдобренко, А. С. Малика. – Москва : Высш. шк., 1980. – 384 с.
2. Эпп, В. В. Разработка 2D компьютерных игр : метод. указания к курсовому проектированию по дисциплине «Технология разработки программного обеспечения» / В. В. Эпп. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2012. – 28 с.

И. П. Бурукина, А. Э. Привалов

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ОСОБЕННОСТИ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ В УСЛОВИЯХ ИНКЛЮЗИВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Аннотация. Рассматриваются особенности интернет-ресурсов, которые могут использоваться при инклюзивном образовании. Выделяются основные принципы доступности сайтов. Перечисляются технические средства для облегчения работы с интернет-ресурсами людей с ограниченными возможностями здоровья.

Инклюзивное образование – термин, используемый для описания процесса обучения людей с особыми потребностями. Задача инклюзивного образования – обеспечить людям с ограниченными возможностями благоприятные условия для получения образования. Чтобы задача стала конкретнее, специалисты выделяют несколько групп: люди с ментальными и психическими нарушениями, люди с нарушением опорно-двигательного аппарата и моторики, люди с нарушением слуха, люди с нарушением зрения, люди с нарушением зрения и слуха. Для каждой из этих групп обозначают свои проблемы [1].

Доступность – качество цифровой среды, характеризующее степень ее приспособленности для людей с инвалидностью. Большинство разработчиков не задумываются о доступности интернет-ресурсов, потому что сами не сталкиваются с трудностями такого рода. Однако есть люди, которым трудно работать с ресурсами, не учитывающими их особенности. Например: 4,5 % населения мира страдают дальтонизмом (это 1 из 12 мужчин и 1 из 200 женщин), 4 % страдают слабым зрением (1 из 30 человек) и 0,6 % являются слепыми (1 из 188 человек) [1].

В мировом сообществе уже давно работают над этой проблемой. На основе медицинских исследований был составлен документ Web Content Accessibility Guidelines (WCAG). В нем описаны 3 уровня доступности интернет-ресурсов и требования к каждому из них [2]. Однако разработчикам трудно разобраться в этом руководстве из-за сложных формулировок. Перевод с английского также усложняет понимание.

Основные принципы доступности сайта: воспринимаемость (люди должны иметь возможность воспринимать контент тем способом, который им доступен), понятность (контент и интерфейс должны быть понятны всем людям, в том числе и с инвалидностью), управляемость (люди должны иметь возможность взаимодействовать с интерфейсом и управлять контентом тем способом, который им доступен), надежность (интерфейс должен оставаться доступным при изменении версий продукта или операционной системы).

Вспомогательные технологии – общее название технических средств для облегчения повседневной жизни людей с инвалидностью. Программа экранного доступа или скринридер – вспомогательная технология для чтения с экрана компьютера или смартфона, предназначенная для незрячих и людей с ослабленным зрением. Скринридер озвучивает текст, элементы интерфейса, а также обеспечивает звуковой и виброотклик.

При увеличении до 200 % страница должна оставаться читаемой, функциональной и без горизонтального скролла.

Информация на сайте должна быстро находиться и иметь понятную логическую структуру. Скринридер должен считывать информацию в нужном порядке. Для его корректной работы каждый объект должен соответствовать правильному тегу. Скринридер плохо работает с модальными окнами.

Не все люди могут прочитать и правильно понять любой текст. Неродной язык, термины, особенности ментального развития и дислексия могут помешать воспринять текст. Чтобы люди легче понимали текст, нужно использовать понятные заголовки, выражающие основную мысль текста, учитывать уровень образования читателя и его знания по теме текста, не использовать фразы в переносном значении. Также нужно учитывать, что для скринридера русская буква «С» и английская «C» отличаются. Поэтому нужно следить за раскладкой, чтобы не запутать пользователя.

Одним из важнейших критериев доступности является типографика. Минимальный размер основного текста – 16px. Длина строки не должна быть слишком короткой или слишком длинной: 45–75 символов (66–оптимальное). Шрифт должен хорошо читаться, поддерживать необходимые знаки и стили, все символы должны иметь уникальную форму (О и 0 должны различаться).

Также нужно следить за цветами и контрастом. Минимальный коэффициент контрастности между текстом и фоном – 4,5:1. Цвет не должен быть единственным средством передачи информации. Например, сообщение об ошибке заполнения поля должно сопровождаться иконкой или текстом.

Пользователь должен понимать контент, включающий графики, иконки, изображения. Графику нужно использовать только для дополнения информации, а не в качестве украшения. Картинка должна быть четкой и контрастной. Графику необходимо сопровождать кратким описанием. Лучше не использовать графику, если ее можно заменить текстом. Если визуализацию нельзя представить в виде текста, нужно создать альтернативную форму для контента (например, аудио описание).

Капча возглавляет список самых сложных и частых проблем, с которыми сталкиваются слепые люди. Ее можно заменить на другие способы валидации.

Медиаконтент должен быть понятен глухим и слепым людям. Можно сопроводить видеоконтент субтитрами или транскриптом текста. На сайте не должно быть элементов, всплывающих более трех раз в секунду, чтобы избежать приступов эпилепсии у пользователей с этим заболеванием.

Формы должны сопровождаться инструкциями и подсказками, которые помогают заполнить их и исправить ошибки. Все элементы ввода должны содержать понятные лейблы-названия, которые остаются после заполнения поля. Формат данных должен быть понятен заранее. Если на экране появилась новая информация, пользователь должен об этом узнать.

Должно быть понятно, что произойдет при нажатии на кнопку или ссылку. Ссылки следует вписывать в текст так, чтобы они были частью предложения. Если нажатие приведет к скачиванию документа, нужно об этом сообщить.

Инструкции на сайте должны быть выполнимы для человека без слуха и зрения. Нужно избегать отсылок к форме, размеру, визуальному расположению или звуку.

Для мобильных устройств особенно важна область нажатия. Она должна быть не меньше 44 CSS пикселей. Кликабельные элементы нужно разделять 8-пиксельным пробелом. До основных объектов взаимодействия пользователь должен дотягиваться большими пальцами (даже на больших телефонах).

На сайте должна быть возможность удобного управления с клавиатуры. Пользователь должен понимать, где находится фокус и как он перемещается (обычно слева-направо, сверху-вниз). Человек должен иметь возможность выбрать и ак-

тивировать любой интерактивный элемент с помощью tab, пробела и стрелок. Для зрячих пользователей важно, чтобы интерактивные элементы имели видимые и привычные состояния: focus, hover, active, и visited.

Все больше российских организаций занимаются вопросом доступности интернет-ресурсов. Они предлагают отличные решения, упрощая жизнь людям. Особое значение имеет область инклюзивного образования: интернет-ресурсы дают уникальные возможности в этом направлении. Однако большая часть сайтов все еще трудна в восприятии – обнаружено 59 653 607 разных ошибок доступности на миллионе главных страниц. Разработчикам нужно больше задумываться о людях с ограниченными возможностями и не только на крупных проектах. Ведь все выигрывают от доступности ресурса.

Библиографический список

1. Colour Blindness. – URL: <http://www.colourblindawareness.org/colour-blindness>
2. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. – URL: <https://www.w3.org/Translations/WCAG20-ru>

УДК 378+004.4

Т. В. Глотова, Д. Ю. Давыдов, И. М. Лисин

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ПОДСИСТЕМА ПОСТРОЕНИЯ UML-ДИАГРАММ С ИНТЕРАКТИВНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ОБУЧЕНИЯ

Аннотация. Подчеркивается важность владения методологиями и современными средствами проектирования информационных систем. Рассматриваются вопросы проектирования подсистемы, включающей основные возможности CASE-средств моделирования и интерактивной обучающей среды для использования в учебном процессе.

Case-средства с поддержкой языка моделирования UML являются эффективным инструментом для проектирования информационных систем, используемым во многих организациях. Некоторые разработчики и программисты отказываются от этапа разработки UML-диаграмм ссылаясь на то, что этот этап занимает достаточно большой промежуток времени, а при разработке небольших информационных систем и программ этап проектирования вовсе не обязателен. Следует заметить, что документация, полученная на этапе проектирования, позволяет не только устранить недочеты в будущем, но и выявить их непосредственно перед этапом реализации. Правильно сформированная UML-документация позволяет взглянуть на проектируемую систему с разных сторон, а другим разработчикам понять суть задачи, методы и способы ее решения и сделать процесс развития системы более эффективным. Отчасти прочной отказ от использования языка UML является низкий уровень владения языком, а он должен быть языком общения между разработчиками. Поэтому так важно знание методологий проектирования систем и понимания графических нотаций, которые требуют значительных затрат от обучающихся, что отмечается в работе [1].

В настоящий момент существует большое количество CASE-средств проектирования, обеспечивающих построение UML-диаграмм. Несмотря на то, что процесс построения UML-диаграмм строго контролируется со стороны CASE-средства можно сказать, что это проверка на уровне синтаксиса, а не семантики построения диаграмм. Высокоуровневые CASE-системы выполняют процедуры верификации диаграмм, построение диаграмм и схем с применением паттернов проектирования. К сожалению, более доступные CASE-средства, используемые в учебном процессе, не имеют таких возможностей.

Поэтому интересен подход, который позволяет в процессе построения диаграмм обучать теории и методике UML-проектирования с использованием паттернов проектирования. Интерактивный процесс обучения, обеспечивает лучшее усвоение теоретической базы вместе с практическим применением. Например, рассмотрим обучение процедуре верификации диаграмм. CASE-средство пошагово поясняет принцип проверки двух диаграмм на соответствие, точно описывая алгоритм. Пользователь, поняв данный принцип, сможет избежать неточностей или несоответствий при построении диаграмм в дальнейшем и не тратить время на ее исправление. Аналогична ситуация и с паттернами проектирования, применение которых, требует определенного опыта и знаний. Одним из способов понять принцип работы паттерна – это опять же пошаговое выполнение алгоритма построения диаграммы по выбранному паттерну. На каждом этапе происходит построение определенного объекта паттерна, с описанием его необходимости и влияния на всю общую конструкцию паттерна. При этом остается открытым вопрос выбора паттерна для конкретных задач.

Помимо официально изданных программных продуктов нами был произведен мониторинг репозитория на сервисе GitHub. В результате было найдено немало проектов, посвященных теме обучения языку UML. Однако почти все найденные решения представляют собой различные вариации электронного учебника и не содержат в себе интерактивные элементы обучения. Например, проект “UML-Learning-App” [2] содержит в себе теоретическую справку, которая удобно разделена на категории, а для контроля прочитанного материала предусмотрено тестирование. При этом возможности построить какую-либо UML-диаграмму не предусмотрено. Другой проект – “JavaUML_Parser” [3] объясняет структуру и назначение паттернов, но возможности произвести построение диаграмм с применением какого-либо паттерна, как и других интерактивных элементов реализовано не было.

Проектируется нами подсистема совмещает базовые функции CASE-средства UML-проектирования с элементами интерактивного обучения. На рис. 1 представлено описание основных функций системы в виде диаграммы вариантов использования.

Разрабатываемая система содержит в себе графический редактор, который обеспечивает построение UML-диаграмм, как с нуля, с помощью инструментов создания элементов и связей, так и на основе выбранного паттерна. При выборе паттерна дается теоретическая справка о его назначении и ситуациях наиболее эффективного использования. После выбора, паттерн загружается в графический редактор, с возможностью его дальнейшего редактирования и использования. Предусмотрен процесс верификации диаграмм, который может происходить в двух режимах – обычном и учебном. В обычном режиме редактор сразу выдает результат верификации. В режиме обучения, алгоритм верификации выполняется по шагам. Система отображает списки методов и классов для каждой из диаграмм, ищет несоответствия, после чего отображает ошибки в виде уведомления, либо графически на диаграммах.



Рис. 1. Диаграмма вариантов использования

Современные CASE-средства рассчитаны на опытных пользователей уже знакомых с методологией проектирования с использованием UML. Проектируемая подсистема сочетает в себе основные возможности CASE-средств моделирования и интерактивной обучающей среды, добавление функций обучения будет полезно начинающим разработчикам и тем, кто только начинает знакомиться с языком UML.

Библиографический список

1. UML-Learning-App Репозиторий пользователя mariaandreicosmin на GitHub. – URL: <https://github.com/mariaandreicosmin> (дата обращения: 17.02.2020).
2. JavaUML_Parser Репозиторий пользователя kanghuawu на GitHub. – URL: <https://github.com/kanghuawu> (дата обращения: 17.02.2020).
3. Understanding of Class Diagrams Based on Cognitive Linguistics for Japanese Students Kaneda, Shigeo (et al.) / A. Kravets, M. Shcherbakov, M. Kultsova, T. Iijima (Eds.) // Knowledge-Based Software Engineering 11th Joint Conference, JCKBSE 2014 (Volgograd, Russia, September 17–20, 2014). – Volgograd, 2014. – P. 77–86.

УДК 378+004.4

Т. В. Глотова, Д. Н. Колесников, Г. В. Сидоров

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ПОДСИСТЕМА ПОСТРОЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ СТУДЕНТА С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ РАБОТОДАТЕЛЕЙ

Аннотация. Рассматриваются вопросы проектирования подсистемы, которая автоматизирует процесс построения индивидуальных траекторий студентов с учетом требований работодателей и обеспечивает тем самым взаимодействие университетов и работодателей с целью качественной подготовки современных специалистов.

В настоящее время требуются специалисты, которые могли бы ориентироваться как в своей профессиональной области знаний, так и в смежных областях и адаптироваться к используемым технологиям и требованиям работодателей. Для этого студент должен иметь возможность выбирать индивидуальную образовательную траекторию в соответствии с выбираемой профессией, требованиями рынка труда и личностными устремлениями. Под индивидуальной образовательной траекторией студента [1] понимается индивидуальный путь в образовании, выстраиваемый и реализуемый субъектом образовательного процесса самостоятельно при осуществлении наставником педагогической поддержки его самоопределения и самореализации; направленный на реализацию индивидуальных устремлений, выработку жизненных стратегий, формирование основ индивидуально-творческого и профессионального развития личности студента. В рамках такого подхода студенты могут выбирать элективные дисциплины, факультативные курсы, стажировки на предприятиях и в других вузах, проходить обучение дистанционно с использованием онлайн курсов [2], выбирать место прохождения производственной практики, выбирать темы и технологии для курсовых проектов, вести научно-исследовательскую деятельность [3]. Сейчас в университетах применяются электронные информационные образовательные системы, которые ведут учет успеваемости, изученных дисциплин, дополнительных курсов, научных работ студентов и реализуют многие дополнительные возможности. В Тюменском государственном университете разработана система реализации индивидуальных образовательных траекторий «Modeus» [4]. Система позволяет студенту сформировать свой собственный индивидуальный учебный план, который состоит из основных, профессиональных дисциплин и дисциплин по выбору. Дополнительные курсы сгруппированы по областям знаний. Из каждой области знаний студент должен выбрать хотя бы один курс. У каждого курса по выбору, есть свой вес и в итоге суммарный вес выбранных курсов должен быть равен 24. Студент может выбрать время лекций и практик курса. Система позволит сделать выбор курса, если в расписании занятий не будет пересечения с уже выбранными дисциплинами. В статье [5] рассматривается программная система управления образовательным процессом ИТОС (индивидуальных траекторий обучения студентов), предназначенной для автоматизации работы с основной образовательной программой (ООП) и соответствующим ей учебным планом. В системе реализован алгоритм построения и оценки всевозможных индивидуальных траекторий обучения студента с учетом согласованности дисциплин, ООП и ФГОС, а также модуль рекомендательной системы, помогающей студентам в выборе индивидуальных траекторий обучения. Система предлагает студенту образовательные траектории в зависимости от выбора им профессиональных стандартов и списка дисциплин, в которых он заинтересован и не заинтересован.

Необходимо отметить, что в составе ЭИОС Пензенского государственного университета есть сервисы формирования электронного портфолио студента [6], в котором представлена успеваемость по обязательным и элективным дисциплинам и данные, которые он может самостоятельно заполнить, например приложив сертификаты пройденных онлайн курсов и стажировок. В разделе о трудоустройстве представлены списки возможных вакансий трудоустройства с описанием требований, однако просматривать и анализировать каждую вакансию весьма трудозатратно. Возможности построения индивидуальных образовательных траекторий в ЭИОС отсутствует. На сайте [7] реализована дополнительная функция подсчета рейтинга студента, который формируется на основе оценок за предметы, курсовые работы, дополнительные факультативные занятия, практические и научные работы. Такую функцию можно использовать для подбора кандидатов на вакансии работодателей.

Проектируемая подсистема автоматизирует процесс построения индивидуальных траекторий студентов с учетом требований работодателей. Основные функции подсистемы показаны на диаграмме вариантов использования UML (рис. 1).

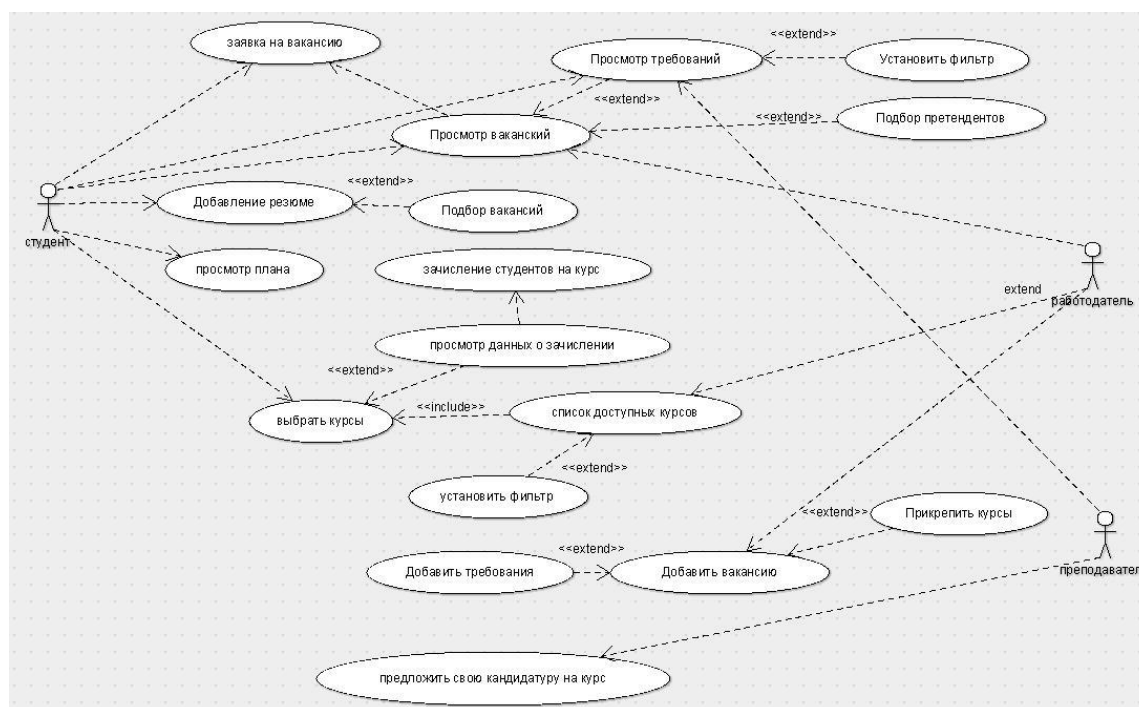


Рис. 1

Разрабатываемая нами подсистема, кроме выбора курсов и просмотра их расписания позволяет фильтровать курсы по определенным критериям для удобного поиска. Работодатель может подбирать претендентов на основе заявленных требований, добавлять новые вакансии и требования к ним. Также работодатель может рекомендовать курс, с помощью которого как он считает, студент сможет получить требуемые навыки для данной вакансии. Система позволяет студенту просматривать требования на вакансии с применением различных фильтров, добавлять резюме и на его основании подбирать вакансию и подавать заявки на вакансию. Преподаватель имеет доступ к требованиям вакансий, чтобы модифицировать содержание курса в соответствии с требованиями работодателей.

Библиографический список

1. Шапошникова, Н. Ю. Состояние проблемы реализации индивидуальных образовательных траекторий студентов в высшей школе / Н. Ю. Шапошникова // Наука о человеке: гуманитарные исследования. – 2016. – № 2 (24). – С. 105–111.
2. Individualized learning trajectories using distance education technologies / T. Glotova, M. Deev, I. Krevskiy, S. Matukin, V. Mkrttchian, E. Sheremeteva // Creativity in Intelligent Technologies and Data Science – First conference, CIT&DS 2015 (Volgograd, Russia, September 15–17, 2015), Proceedings. Springer – Communications in Computer and Information Science, 2015. – Vol. 535. – P. 778–792.
3. Кошель, В. И. Особенности реализации индивидуальных образовательных траекторий с применением асинхронной организации учебного процесса / В. И. Кошель, А. Б. Ходжаян, Н. К. Маяцкая, М. Г. Гевандова // Проблемы современного педагогического образования. – 2018. – № 61-3. – С. 129–132.

4. Все, что нужно знать про MODEUS. – URL: <https://vk.com/@tyumen.university-vse-chto-nuzhno-znat-pro-modeus> (дата обращения: 16.09.2019).
5. Программная система управления образовательным процессом ИТОС / К. В. Баталин, Н. С. Мамеев, К. Ю. Попова, И. Д. Рыжаков, Г. Э. Яхьяева // Вестник Новосибирского государственного университета. Сер.: Информационные технологии. – 2018. – Т. 16, № 4. – С. 20–30.
6. Кревский, И. Г. Поддержка персонализации обучения и взаимодействия с работодателями на основе ЭИОС университета / И. Г. Кревский, Т. В. Глотова // Проблемы управления и моделирования в сложных системах : тр. XXI Междунар. конф. – Самара, 2019. – С. 429–434.
7. Сайт Альметьевского политехнического техникума. – URL: <http://almetpt.ru/2020/site/html/students/ratingspf> (дата обращения: 10.02.2020).

УДК 004.93

Л. В. Гурьянов, Д. А. Федоров

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

О РЕАЛИЗАЦИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ОТОБРАЖЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФИГУР В ПРИВЯЗКЕ К МАРКЕРАМ СЦЕНЫ

Аннотация. Излагается результат разработки рабочего прототипа мобильного приложения для Android, позволяющего создавать и фиксировать в видеопотоке заданные пользователем геометрические фигуры на произвольных маркерах. В качестве инструмента для работы с дополненной реальностью использован ARCore.

Для работы с дополненной реальностью важно отметить три ключевые технологии, которые использует ARCore для проецирования виртуальных сцен в реальную среду:

- 1) отслеживание движения;
- 2) понимание окружающей среды;
- 3) оценка освещенности.

Построение заданных пользователем геометрических фигур не требует расчета освещенности сцены, поэтому третью технологию в данной разработке можно не рассматривать.

Для определения местоположения телефона в пространстве достаточно иметь матрицы проекции и вида. Благодаря этому имеется возможно знать точное положения смартфона в мировом пространстве сцены.

Зная местоположение поверхности можно спроецировать геометрические фигуры, которые задает пользователь, на эти поверхности.

Мобильное приложение реализует следующие основные функции (диаграмма вариантов использования приведена на рис. 1):

- 1) включение видеокамеры и отображение видеопотока с камеры телефона в приложении;
- 2) дополненная реальность – «рисование» произвольных линий на фоне изображения видеопотока с «привязкой» линий к элементам изображения;
- 3) привязка линий выполняется без использования специально и заранее сформированных маркеров.

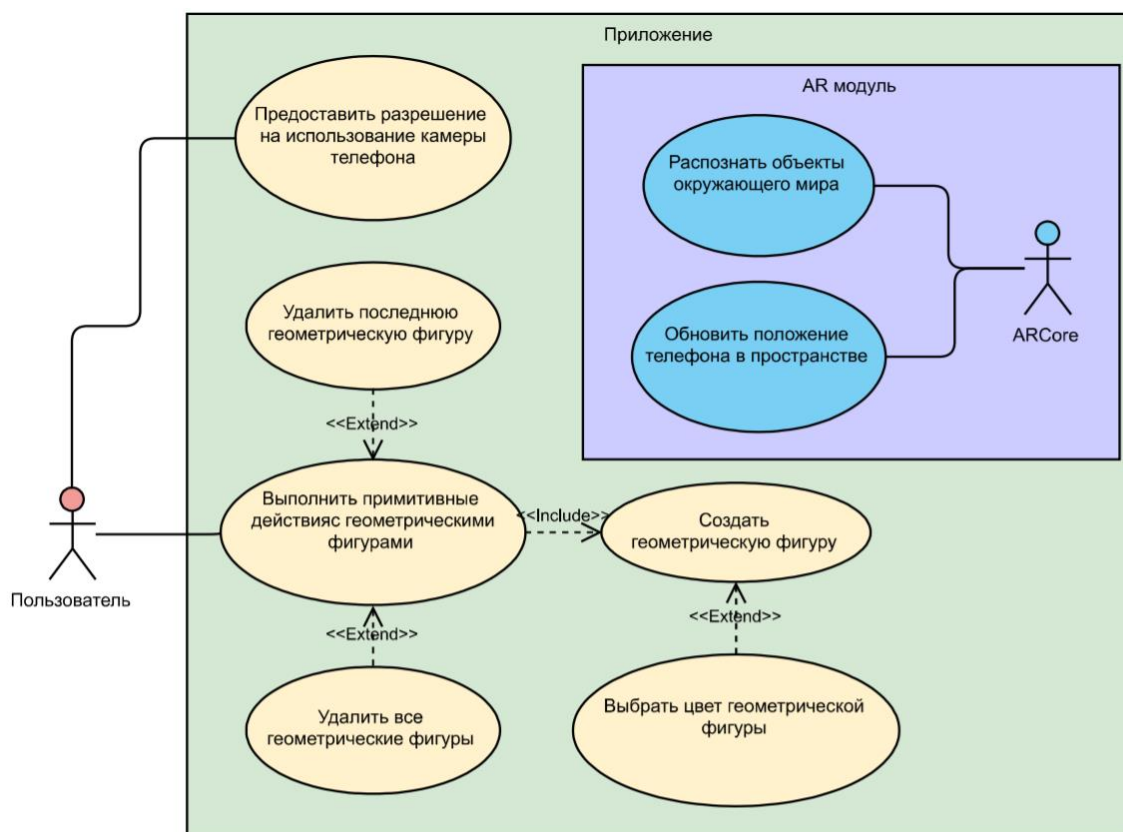


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования

Для создания геометрической фигуры необходимо, чтобы ARCore распознал окружающую среду: нашел пару маркеров, для точного определения телефона в пространстве. Для этого необходимо сделать пару небольших движений телефоном.

В основе построения кривых лежат простые действия:

1) нужно получить две матрицы проекции и вида с помощью методов `getProjectionMatrix()` и `getViewMatrix()` у объекта класса `Camera`. Этот объект можно получить от объекта класса `Frame`, который в свою очередь получаем методом `update()` у объекта класса `Session`. Таким образом, получаем точное положение камеры в пространстве;

2) во время обработки касаний на экран телефон в первом касании необходимо найти одну единственную плоскость, на которую будут проецироваться остальные точки кривой. Для этих целей необходимо сделать `hitTest()`, возвращающий все объекты, на которые упал луч, исходящий из точки касания. Если ближайший объект является плоскостью берем его, иначе, если объект – точка, строим плоскость, перпендикулярную прямой, проходящей через положение камеры и этой самой точки. Плоскость проходит через эту точку;

3) во время каждого кадра сначала находим новые координаты точки в пространстве, путем проецирования точек касаний на найденные плоскости. Далее обновляем шейдеры новыми данными;

4) после этого можно запустить шейдерные программы. Процесс отрисовки всех линий происходит в один вызов.

Можно отметить, что координаты точек в пространстве привязаны к «мировому якорю» с координатами (0, 0, 0). Система ARCore создает этот якорь в положении телефона при первом запуске приложения и постоянно отслеживает его местоположение.

Пример тестирования приложения приведен на рис. 2.



Рис. 2. Геометрические фигуры (линии) в дополненной реальности

Таким образом, разработанное мобильное приложение использует технологии дополненной реальности и позволяет пользователям взаимодействовать с окружающим миром, создавая геометрические фигуры и фиксируя их в видеопотоке.

Библиографический список

1. Перспективы дополненной и виртуальной реальности в мобильных приложениях. – URL: https://zen.yandex.ru/media/id/5bee94ac7c03d700aa4e5464/perspektivy-dopolnennoi-i-virtualnoi-realnosti-v-mobilnyh-prilozheniih-5cab41a929419b00af55a3d8?utm_source=serp
2. ARCore: дополненная реальность на Android. – URL: <https://habr.com/ru/company/google/blog/336728>

УДК 004.62

Е. А. Дзюба

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ КАРТ ЗНАНИЙ В ОПИСАНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Аннотация. Разработка карт знаний – один из наиболее популярных методов, применяемых в мировой и отечественной практике управления знаниями. Карты знаний можно использовать для разных целей: обучения новичков, консолидации ресурсов, необходимых

для выполнения проекта, создания возможности для лучших коммуникаций сотрудников, визуализации всех ресурсов и информационных возможностей организации. Применительно к разработке программного продукта карты знаний можно использовать на всех этапах жизненного цикла продукта, что позволит визуализировать и документировать в понятной форме знания о предметной области, бизнес-процессах, компонентах и архитектуре программных средств, а также сохранить готовые решения для будущих подобных проектов.

Для повышения эффективности разработки, функционирования и сопровождения информационных систем используются метаданные различного типа и назначения. Под метаданными обычно понимают данные о данных, то есть некоторые сведения, описывающие состав, структуру, ограничения целостности, правила использования данных хранимых и обрабатываемых в информационных системах, а так же данные об архитектуре и элементах информационных систем, пользовательском интерфейсе приложений, правила функционирования программного обеспечения и многом другом [1]. Метаданные используются для автоматизации всех этапов жизненного цикла проектирования: анализа требований, проектирования, разработки, тестирования и сопровождения информационных систем.

Карты знаний (карты памяти, интеллект-карты, майнд-мэпы) – способ изображения процесса общего системного мышления с помощью схем. Карты знаний являются хорошим способом фиксации и обмена явными знаниями, а также выступают визуальными представлениями знания неявных – с различными уровнями детализации. Цель разработки такого представления – визуализировать, систематизировать и синхронизировать знания в команде. Само по себе такое представление уже служит отдельным интеллектуальным продуктом, выступая дополнительным знанием.

Структурирование информации, выделение опорных понятий, тезисов, моделирование взаимосвязей между ними, способствует лучшему усвоению и запоминанию. Карта позволяет охватить всю ситуацию использования и получения знаний в целом, а также удерживать одновременно в наглядном представлении большое количество информации, чтобы находить связи между отдельными участками системы и недостающие элементы.

Идея управления знаниями получила значительное развитие в организациях не зависимо от того, в каких областях они функционируют. Научно-исследовательский, конструкторский и Инженерный центр вооружения армии США использовал его для ускорения проектов в области управления знаниями и управления информацией. В компании Goodyear Tire & Rubber Company его использовали, чтобы сократить время на повышение квалификации для новых сотрудников. Transpetro использовала его для выбора наиболее подходящих КМ-подходов для каждого из своих направлений бизнеса.

Визуализация и управление знаниями обеспечивает повышение эффективности организации и может решить следующие проблемы организаций: информационная перегруженность, неэффективное использование коллективного и индивидуального опыта и нарушение коммуникаций между подразделениями [2].

Сотрудники компаний тратят значительную долю рабочего времени на поиск нужной информации, необходимые ресурсы часто бывают недоступны. В организациях не хватает возможностей для сохранения прошлого опыта сотрудников, шаблонов решений, описания архитектуры реализованного продукта. Это приводит к повторным ошибкам и лишней работе [3].

Для создания карт знаний помимо бумаги и карандаша, можно использовать специальное программное обеспечение и сетевые сервисы. Из свободно распространяемых программ можно выделить FreeMind, XMind, VUE. Сетевые сервисы представлены Bubbl.us, MindMeister.com, Mindomo.com, SpiderScribe.net, comapping.com, text2mindmap.com, mapul.com, mind42.ccom, webofweb.net, cahoo.com, glinkr.net и другие [4].

Карты знания часто интуитивно понятны при составлении, их легко использовать на этапе анализа требований, при составлении карты предметной области. Понятный интерфейс позволяет совместно работать и заказчикам и исполнителям в одной терминологии. На некоторых сервисах можно организовать совместную работу.

На этапе проектирования в картах знаний можно отобразить бизнес-процессы, в рамках предметной области, концептуальную структуру информационной системы, основные алгоритмы выполнения функциональных возможностей разрабатываемых средств и систем. А так же карта позволит визуализировать метаданные и взаимодействие с ним.

На этапе разработки программного продукта, карты знаний позволяют синхронизировать работу с метаданными, в едином понимании их терминологии, назначения и применения. Кроме того, карты знаний могут использоваться в дополнении, например, к современным гибким методологиям коллективной разработки, таким как Scrum. В средствах коллективного доступа к программному продукту часто визуализируется похожим образом ветки для хранения репозитория программных средств.

На этапе тестирования и сопровождения данные карты помогут с версиями продукта, с визуальным представлением принятых решений для специалистов поддержки, и понятному описанию продукта для дальнейших продаж.

Карты знаний можно применять в бизнесе, разработке и обучении[5]. Основная цель ведения проекта через карты знаний – это комплексное планирование и сопровождение, что позволяет повысить эффективность работы. Карты знаний можно использовать как дополнение к выбранным для ведения проекта инструментариям, а так же для объединения и документирования гетерогенных знаний в удобной визуальной форме.

Библиографический список

1. Шибанов, С. В. Архитектура метаданных в автоматизированной информационной системе / С. В. Шибанов, Е. А. Казакова, М. И. Апаров, А. С. Илюшкин // Труды Международного симпозиума Надежность и качество. – 2008. – Т. 1.
2. Маринко, Г. И. Современные модели и школы в управлении знанием / Г. И. Маринко // Вестник Московского университета. Сер. 21, Управление (государство и общество). – 2004. – № 2. – С. 45–66.
3. Иоффе, В. Е. Управление знаниями компании как основной инструмент формирования конкурентоспособности в условиях информационной экономики / В. Е. Иоффе // Экономика и управление. – 2007. – № 5 (31). – С. 151–156.
4. Руденко, И. В. Комплекс инструментов управления знаниями в организации / И. В. Руденко, О. М. Винжегин // Вестник Омского университета. Сер.: Экономика. – 2009. – № 1. – С. 54–58.
5. Бабич, А. Эффективная обработка информации. Mind mapping для студентов и профессионалов / А. Бабич. – Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2017.

И. А. Долгова, Г. Ю. Жулимов

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ИСККУСТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ОБЛАСТИ ОБРАЗОВАНИЯ

Аннотация. Рассмотрены перспективы применения искусственного интеллекта в образовании. Отмечены преимущества и недостатки применения систем искусственного интеллекта в образовании. Рассмотрены пути решения проблем, возникающих при использовании технологии искусственного интеллекта в сфере образования.

Искусственный интеллект – это раздел информатики, изучающий возможность обеспечения разумных рассуждений и действий с помощью вычислительных систем и иных искусственных устройств. При этом в большинстве случаев заранее неизвестен алгоритм решения задачи [1].

Первые работы в области искусственного интеллекта начались в середине прошлого века. Родоначальником исследований в этом направлении был Алан Тьюринг, однако аналогичные идеи начали высказывать философы и математики еще в Средние века.

В настоящее время развитие искусственного интеллекта существенно увеличило темпы своего роста во всех сферах жизни человека. Однако развитие искусственного интеллекта в области образования отстает от передовых сфер его применения, таких как машиностроение и медицина. На сегодняшний день существуют интеллектуальные образовательные системы, которые определяют уровень знания ученика, оценивают верность ответов, и разрабатывают персонализированную программу обучения. К примеру существует решение Easy-planet для подготовке к ЕГЭ с элементами искусственного интеллекта и анализом данных [2]. В качестве примера можно также назвать такие решения, как AutoTutor и Knewton. Достаточно хорошо проработаны ряд обучающих онлайн-платформ. В частности, используемые в том числе и в России сервисы Coursera и Duolingo [3].

AutoTutor – это полностью автоматизированная обучающая система, которая моделирует шаги диалога квалифицированного преподавателя в ответ на вводимые обучаемым исходные данные. В основе процесса моделирования лежит пятишаговая структура, редко используемая обычными преподавателями. По результатам оценок трех циклов занятий было выявлено следующее: AutoTutor приспособлен к эффективному с педагогической точки зрения диалогу, имитирующему шаги диалога преподавателя; AutoTutor – достаточно эффективный собеседник [4].

Knewton известна тем, что одной из первых стала активно применять технологии анализа данных в сфере образования. Идея о том, чтобы образовательное приложение адаптировалась к уникальной “кривой обучения” студента, обладает большим потенциалом. Тем более, что стек технологий анализа данных, которые позволяют построить подобную систему, находится в достаточно зрелой стадии. Несмотря на это, подобные технологии остаются закрытыми для большинства участников образовательного рынка из-за высокой стоимости разработки. Подобную систему могут позволить себе только организации, обладающие большими материальными ресурсами, например Khan Academy, получившая многомиллионные гранты The Gates Foundation, Google и других [5].

Coursera – проект в сфере массового онлайн-образования, основанный профессорами информатики Стэнфордского университета Эндрю Ыном и Дафной Коллер. В его рамках существует проект по публикации образовательных материалов в интернете в виде набора онлайн-курсов. Coursera широко применяется в Российском образовании. Проект сотрудничает с университетами, которые публикуют и ведут в системе курсы по различным отраслям знаний. Слушатели проходят курсы, общаются с сокурсниками, сдают тесты и экзамены непосредственно на сайте Coursera, также распространяется официальное мобильное приложение для iPhone и Android. На февраль 2017 года в Coursera зарегистрировано 24 млн пользователей и более 2000 курсов и 160 специализаций от 149 образовательных учреждений[6].

Duolingo является это не только обучающим сервисом, но и платформой для коллективных переводов. Многим пользователям приходится сталкиваться с проблемой отсутствия того или иного материала на своем родном языке, так как почти 70% всей информации в Интернет сейчас на английском языке. Кроме того, переводы текстов требуются и различным организациям (например, CNN и BuzzFeed), которые стали постоянными заказчиками Duolingo. Предлагая студентам переводить тексты на добровольной основе в качестве языковой практики, создатели Duolingo решают вышеупомянутую проблему. Duolingo разработана для начинающих, она включает в себя 55 «навыков», начиная с артиклей, и заканчивая модальными глаголами, временами (Future Perfect), бизнес-лексикой. Есть задания, которые больше рассчитаны на расширение словарного запаса, тогда как другие – на отработку грамматических конструкций. Что касается грамматического материала, то в Duolingo ее преподносят очень ненавязчиво, в занимательной игровой форме. От пользователя требуется умение строить фразы, а не заучивать наизусть формулировку правила [7].

Использование искусственного интеллекта в области образования имеет свои преимущества и недостатки.

Одним из важнейших преимуществ данной технологии является факт того, что искусственный интеллект значительно облегчит жизнь преподавателям, избавив их от рутинной работы, которую можно будет переложить на робота. К примеру преподаватель сможет поручить проверку домашнего задания.

Следующее преимущество искусственного интеллекта заключается в том, что у преподавателей появится возможность переложить личностный подход к каждому ученику на плечи искусственного интеллекта. Индивидуальная “подстройка” под психотип, способности, знания, умения и даже настроение каждого ученика, перерастет в элитарное.

Еще одним из преимуществ является стремительное развитие искусственного интеллекта в целом. Из этого можно сделать вывод что прогресс в любой из сфер развития искусственного интеллекта отразится и на развитии образовательных технологий.

Точность в вычислениях и возможность получить почти любую научную информацию за долю секунды дает искусственному интеллекту возможность более четко и ясно давать ответ на вопросы учащихся.

Беспристрастность позволит в полной мере оценивать знания учащихся.

Однако применение технологии искусственного интеллекта в образовании имеет свои недостатки:

Не известно, когда появятся технологии, способные в полной мере обеспечить индивидуальный подход для каждого учащегося.

Благодаря высокой точности будет затруднен процесс оценивания работы учеников. К примеру имея полностью верное решение ученик случайно указал не верный ответ. В таких случаях преподаватели ссылаются на человеческий фактор и оценивают работу, для искусственного интеллекта вся работа ученика будет неверной.

В настоящее время 60–70 % студентов испытывают профессиональную усталость, и теряют всякий интерес к изучаемым наукам. Данный интерес стимулируют хорошие преподаватели, способные привлечь интерес и доказать необходимость их предмета. Внедрение искусственного интеллекта может усугубить эту ситуацию, поскольку не известно когда технологии шагнут так далеко, чтобы машина смогла творчески подходить к выполнению задач.

Возможные неисправности, выход из строя и ошибке при работе искусственного интеллекта, которые могут оставить системы образования без преподавателей [8].

В настоящее время расширяется применение автоматизированных обучающих систем с элементами искусственного интеллекта в области подготовки кадров, особенно в военной сфере. Использование таких тренажеров для повышения квалификации военных специалистов, например, таких, как пилоты, существенно снижает затраты на их обучение. Также перспективы расширения применения искусственного интеллекта в области образования связаны с использованием ботов – программ на основе искусственного интеллекта для самостоятельного общения с обучаемыми [9]. К примеру боты используют в изучении иностранных языков. Бот автоматически общается с пользователем на изучаемом языке. Если ученик не знает, что ответить, программа подскажет варианты, а потом поправит ошибки. Предусмотрены различные уровни обучения [10].

Таким образом, применение искусственного интеллекта в образовании значительно упростит процесс обучения, позволит сделать образование более доступным, однако полностью заменить человека – преподавателя такие системы, пока, не способны.

Библиографический список

1. studfiles.net – URL: <https://studfiles.net/preview/4392458>
2. easy-planet.ru – URL: <https://easy-planet.ru>
3. Trends.Skolkovo/AL/HR/T&D/Будущее/Искусственный интеллект/ Искусственный интеллект и обучение. – URL: <http://trends.skolkovo.ru/2017/12/iskusstvennyiy-intellekt-i-obuchenie>
4. Мир знаний / Модель диалога человека-преподавателя контролирует деятельность в AutoTutor. – URL: <http://mirznanii.com/a/205002/model-dialoga-cheloveka-prepodavatelaya-kontroliruet-deyatelnost-v-autotutor>
5. Habr/Адаптивное обучение, или несколько слов о Knewton. – URL: <https://habr.com/ru/company/newprolab/blog/244539>
6. Coursera.org. – URL: <https://www.coursera.org>
7. Englishfull.ru . – URL: <https://englishfull.ru/programmy/duolingo.html>
8. Восстание машин: сможет ли искусственный интеллект заменить преподавателя?13.03.2018. – URL: <https://etutorium.ru/blog/iskusstvennyj-intellekt-obrazovanie>
9. Neuronus/История возникновения искусственного интеллекта. – URL: <https://neuronus.com/history/4-istoriya-vozniknoveniya-ikustvennogo-intellekta.html>
10. sciencedebate2008.com – URL: <http://www.sciencedebate2008.com/chat-boty-kak-rezultat-razvitiya-iskusstvennogo-intellekta>

В. В. Дятлов, Г. В. Кошелева

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

БЕЗОПАСНОСТЬ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ

Аннотация. Рассматриваются вопросы обеспечения безопасности персональных данных в социальных сетях. Автор акцентирует внимание на возможных негативных последствиях, к которым приводит нарушение конфиденциальности персональных данных. Указываются способы нарушения конфиденциальности персональных данных пользователей социальных сетей. Перечисляются правила, призванные обезопасить персональные данные пользователей в социальных сетях. Приводится рейтинг социальных сетей в зависимости от того, насколько данные пользователей защищены.

В социальных сетях циркулируют значительные объемы информации, весомую часть которых составляет персональные данные, представляющие собой любую информацию, относящуюся к прямо или косвенно определенному или определяемому физическому лицу (субъекту персональных данных) [1].

Персональные данные пользователей социальных сетей могут быть подвергнуты обработке со стороны работников социальной сети только с согласия самих пользователей. Размещение персональных данных в социальных сетях, их изменение без согласия пользователя, предоставившего эти данные, может привести к негативным последствиям для самого пользователя. Поэтому очень важно обеспечить конфиденциальность предоставляемой информации.

Следует отметить следующие варианты нарушений конфиденциальности персональных данных пользователей при использовании социальных сетей:

1. Когда пользователь размещает свои персональные данные в сети, а мошенник пользуется этими персональными данными в своих целях – нарушается право на неприкосновенность частной жизни, личные и семейные тайны, защиту чести и доброго имени.

2. Если произошел взлом страницы – нарушается право на тайну переписки, телефонных разговоров. Не следует исключать тот факт, что злоумышленник, взломавший страницу в социальной сети, может хранить, использовать и распространять информацию о личной жизни пользователя без его согласия.

Для того, чтобы обезопасить персональные данные в социальных сетях, необходимо соблюдать некоторый набор правил. Можно сформулировать следующий набор основных правил:

1. Для регистрации в социальных сетях необходимо иметь отдельную почту.
2. Необходимо использовать отдельный пароль для каждого сервиса и обеспечивать его надежность.
3. Необходимо настроить восстановление пароля и обновлять его.
4. Необходимо найти политику конфиденциальности на веб-сайте социальной сети (иногда называемую «политикой приватности») и прочитать, что относится к безопасности данных.
5. Необходимо выяснить, какие программные методы предлагает владелец сети для защиты данных.
6. Необходимо минимизировать объем информации, опубликованной в социальной сети.

7. Следует проявлять осторожность при нажатии на ссылки, полученные в сообщениях от других пользователей.

8. Нельзя использовать социальную сеть или другую аналогичную службу в качестве основного хранилища информации.

9. Нельзя добавлять незнакомых людей в друзья в социальных сетях.

10. Нельзя посещать социальные сети с рабочего места.

11. Нельзя отправлять важные документы через социальные сети.

12. Нельзя публиковать фотографии документов [2].

30 августа 2016 года компания Falcongaze, разработчик и поставщик решений в области информационной безопасности, составила рейтинг популярных социальных сетей в зависимости от того, насколько данные их пользователей защищены.

Основой для составления рейтинга послужили два критерия:

- популярность социальных сетей среди пользователей;
- безопасность социальных сетей.

Безопасность оценивалась по совокупности следующих факторов:

- наличие двухфакторной авторизации;
- наличие защищенного протокола;
- доступность и бесперебойная работа технической поддержки;
- наличие программы баг баунти;
- информация об уязвимостях и утечках данных пользователей, полученная из открытых источников.

Места в рейтинге присваивались исходя из комплексного сочетания двух указанных выше факторов на основе оценки экспертов (рис. 1) [3].



Рис. 3. Рейтинг популярных социальных сетей по степени их надежности

Все представленные в рейтинге социальные сети имеют значительное количество современных программных средств защиты данных пользователей. Также во всех социальных сетях имеется большой функционал настроек конфиденциальности, позволяющий пользователям достаточно тонко настраивать данные параметры. Однако в каждой из социальных сетей рейтинга обнаруживались уязвимости и утечки данных пользователей. Количество выявленных уязвимостей и утечек в каждой из социальных сетей и повлияло в большей степени на их места в рейтинге.

Социальные сети поддерживают огромный функционал и имеют современные средства защиты, чтобы персональные данные не стали общедоступными. Чтобы организовать эту защиту, необходимо установить соответствующие параметры конфиденциальности в своем аккаунте.

Всегда существует риск того, что опубликованная в социальных сетях информация может стать доступной третьим лицам. Ни одна из социальных сетей не сможет обеспечить абсолютную безопасность персональных данных.

Чтобы обезопасить свои конфиденциальные данные в социальных сетях, пользователь сам должен понять, какая информация может быть опубликована, а какая нет. Необходимо публиковать как можно меньше личной информации, чтобы злоумышленники не могли использовать ее в своих целях.

Библиографический список

1. О персональных данных : федер. закон № 152-ФЗ от 27.07.2006 (с изм. от 31.12.2017).
2. Буянов, Д. С. Информационная безопасность в социальных сетях / Д. С. Буянов // Молодой ученый. – 2018. – № 39. – С. 14–16. – URL: <https://moluch.ru/archive/225/52820> (дата обращения: 20.11.2019).
3. Мощное средство коммуникации или канал утечек информации: рейтинг популярных соцсетей по степени их надежности. – URL: <https://falcongaze.ru/pressroom/publications/research/rating-of-the-most-popular-social-media-according-to-user-privacy.html> (дата обращения: 20.11.2019).

УДК 519.857.6

Б. В. Казаков, И. А. Казакова

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ

Аннотация. Рассматривается вопрос использования современных информационно-коммуникационных технологий при проведении лекционных занятий, приведены рекомендации по подготовке и использованию электронных конспектов лекций.

Информатизация образования предполагает использование определенного аппарата, в котором основным продуктом потребления становится информация и знания. Технологии, направленные на обработку, передачу и преобразование информации и знаний называются **информационно-коммуникационными технологиями (ИКТ)**.

Для реализации ИКТ необходимы программные, программно-аппаратные и технические средства и устройства, функционирующие на базе вычислительной техники, а также современные средства сбора, хранению, накопления, обработки, передачи и использования информации, а также возможность доступа к информационным ресурсам компьютерных сетей.

Лекционное занятие (или лекция) является основной формой организации учебного процесса в ВУЗе, где наиболее ярко проявляются талант и способности лектора как творческой личности. Лекция требует от лектора особого физического, умственного и душевного напряжения, энтузиазма. Заурядно прочитанная лекция

никогда не вызовет оживления аудитории и, как правило, никогда не достигнет своей цели и будет забыта сразу же после своего прочтения. Аналогичными могут быть последствия и для лекции, автор которой не покажет высокого уровня знаний и профессионализм, не сумеет обосновать актуальности и необходимости учебного материала для практики.

Лекция – в переводе с латинского означает чтение, систематическое, последовательное изложение учебного материала, какого-либо вопроса, темы, раздела, предмета, методов науки.

Лекция составляет основу теоретического обучения и должна давать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрывать состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники, концентрировать внимание студентов на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулировать их активную познавательную деятельность и способствовать формированию творческого мышления.

Одним из методов проведения лекции является устное изложение учебного материала, с использованием современных информационно-коммуникационных технологий..

Качество учебного материала, по которому преподавателю предстоит вести курс, непосредственно влияет на качество образовательного процесса. И хотя использование ИКТ само по себе не сделает наполнение учебных методических материалов гарантированно качественным, оно поможет повысить эффективность разработки, адаптации и дальнейшего применения любых материалов в учебном процессе.

Учебные материалы, используемые при проведении лекционных занятий, как правило, включают в себя следующие компоненты:

- ✓ презентации, проецируемые на экран во время чтения лекций или проведения практических заданий;
- ✓ раздаточные материалы, включающие задания и формы для заполнения студентами, которые, как правило, ксерокопируются и раздаются перед началом занятий.

В настоящее время особое место занимают учебные материалы, подготовленные в форме презентаций. Наиболее удобным средством подготовки презентаций является Microsoft Office PowerPoint.

Комплекс программных и методических средств поддержки процесса преподавания лекционного курса определенного учебного предмета (предметов) будем называть **электронным курсом лекций (ЭКЛ)**.

ЭКЛ предназначены, прежде всего, для лектора и используется лектором с учетом его индивидуальной манеры чтения лекций, специфики учебной дисциплины, уровня подготовленности студентов и т.д. ЭКЛ позволяет совместить слайды текстового и графического сопровождения (схемы, диаграммы, рисунки) с компьютерной анимацией, аудиоматериалами, видеороликами.. Фактически ЭКЛ является средством управления образовательным процессом в аудитории с достаточно большим числом студентов.

Электронный курс лекций, оформленный в виде презентаций, занял свое место в учебном процессе как эффективный инструмент демонстрации, применяемый преимущественно в рамках лекционных занятий. Электронные презентации избавляют преподавателя от необходимости рисовать каждый раз одни и те же схемы на доске, значительно упрощают процесс проведения лекций и повышают интерес студентов к предмету и степень усвоения учебного материала за счет использования наглядных, ярких, динамичных демонстрационных примеров.

В методическом плане под электронный курс лекций это совокупность отдельных лекций, полностью освещающий содержание учебной дисциплины в соответствии с учебным планом.

Рекомендации по подготовке и использованию ЭКЛ:

✓ на одном слайде не должно находиться слишком много разнообразной информации – более 5–6 предложений или нескольких картинок. Слишком насыщенные слайды отвлекают внимание. Если информации много – создайте больше слайдов.

✓ для максимальной концентрации внимания на содержании материала на экране минимизируется текстовая часть.

✓ нежелательно дублировать речь лектора ее текстовым вариантом на экране, поскольку устная часть лекции, помещенная на слайдах, еще больше уменьшает информативность экрана, а дословное повторение вслух видимого текста создает впечатление использования подсказки.

Таким образом, использование ИКТ при проведении лекционных занятий позволяет:

✓ повысить наглядность обучения;
✓ обеспечить обратную связь с аудиторией даже в случае большого количества студентов;

Библиографический список

1. Казаков, Б. В. Использование мультимедиа технологий в организации самостоятельной работы студентов / Б. В. Казаков // Университетское образование (МКУО-2015) : сб. ст. XIX Междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 70-летию Победы в Великой Отечественной войне (г. Пенза, 9–10 апреля 2015 г.) : в 2 т. / под ред. А. Д. Гулякова, Р. М. Печерской. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2015. – Т. 1. – С. 228–229.

2. Казаков, Б. В. Информационно-коммуникационные технологии в организации самостоятельной работы студентов / Б. В. Казаков, И. А. Казакова // Университетское образование : сб. ст. XVIII Междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 200-летию со дня рождения М. Ю. Лермонтова. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2014. – С. 181–183.

3. Ахромушкин, Е. А. Интерактивные видеолекции с синхронными слайдами в системе дистанционного обучения / Е. А. Ахромушкин // Образовательная среда сегодня и завтра : материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Москва : ВВЦ, 2005. – С. 93–95.

4. Информационные технологии в сфере образования / В. П. Кулагин, В. В. Найханов, Б. Б. Овезов, И. В. Роберт, Г. В. Кольцова, В. Г. Юрасов. – Москва : Янус-К, 2004. – 248 с.

УДК 004.42

Е. А. Кольчугина

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ОДНОРОДНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ КАК СРЕДСТВО ОРГАНИЗАЦИИ ПРОСТРАНСТВЕННО- ВРЕМЕННОГО КОНТИНУУМА ДЛЯ МОДЕЛЕЙ ИСКУССТВЕННОЙ ХИМИИ

Аннотация. Рассматриваются вопросы организации однородных вычислительных систем логическими средствами на базе сети Internet, что обеспечивает возможность создания распределенных сетевых программ практически неограниченной сложности с применением концепции искусственной химии.

Рассмотрение распределенных информационно-вычислительных систем как однородных вычислительных структур [1] открывает новые возможности с точки зрения организации распределенного сетевого программирования на базе таких систем.

Со структурной точки зрения модель любой программы описывается направленным графом. Узлы этого графа представляют собой отдельные вычисления либо группы вычислений, а дуги задают последовательность хода вычислений или связи по передаче управления. Согласно принципам и аксиомам концепции однородных вычислительных систем [1], структура любой программы может быть спроецирована на множество узлов и связей исходной регулярной решетки, описывающей структурную модель однородной вычислительной системы.

Это означает, что система с регулярной однородной архитектурой обладает широкими возможностями с точки зрения организации на ее основе распределенного параллельного сетевого программирования и выполнения программ. По существу, система, состоящая из однородных узлов, связанных регулярными связями, является универсальной с точки зрения множества и уровня сложности потенциально решаемых с ее помощью задач.

Наиболее известная реально используемая информационно-вычислительная система – *Internet* – не является однородной в смысле тождества архитектуры, технической реализации и вычислительных мощностей входящих в нее узлов. Не является она и регулярной с точки зрения регулярности физических связей. Однако *Internet* однороден с точки зрения общности используемого стека протоколов *TCP/IP*, а с помощью программных средств, благодаря размещению на узлах сети идентичных приложений «клиент-сервер» и установлению между ними регулярных связей через логические каналы, на базе *Internet* может быть развернута виртуальная однородная вычислительная структура.

Развертывание таких структур возможно и на основе сетей мобильных средств связи, и на базе *Internet of Things*, объединяющего интеллектуальные бытовые приборы и предметы обихода, а также на базе интеллектуальных систем в виде коллективов мобильных роботов. Особенно актуальным представляется развертывание виртуальных однородных вычислительных структур, допускающих решение задач потенциально неограниченного уровня сложности, в связи с развитием концепции «туманных» вычислений (*fog computing*) [2, 3].

Используя концепцию искусственной химии [4–6], выполнение любой программы можно рассматривать как последовательность модельных химических реакций. В качестве модельной реакции выступает вычисление любого уровня сложности: команда, функция, модуль, независимая программная единица, агент. Исполнение всей программы в общем можно рассматривать как одну модельную реакцию. Однако удобнее представить такой процесс как совокупность более простых реакций, что позволяет выделять и анализировать свойства и особенности взаимодействия отдельных модельных реакций, и тем самым исследовать динамические свойства программы.

Сущность модельных реакций заключается в превращении молекул-реагентов (исходных данных) в молекулы-продукты реакций (результаты вычислений). Ход таких превращений определяется правилами реакций, то есть алгоритмами вычислений. При этом, как и в случае каталитических реакций реальной химии, инициирование модельных реакций и управление их ходом осуществляется с помощью аналогов молекул-катализаторов, в роли которых выступают записи кода программ. Записи программного кода, будучи активированными на выполнение, составом и порядком исполнения своих команд определяют алгоритмы вычислений как модельные аналоги реакций, так же как состав элементов и пространственная струк-

тура реальных химических молекул-катализаторов определяют множество допустимых реакций с участием молекул, их характер и ход.

Как и в химии, так и в информатике в идеальном случае реальные молекулы-катализаторы либо их модельные аналоги остаются неизменными в результате инициированных ими взаимодействий. В настоящей работе используется именно это предположение о неизменности записей программ, другие предположения не используются.

Совокупность взаимодействующих параллельных вычислений, пространственно распределенных по узлам однородной вычислительной системы, совместно с записями кода программ и данными, используемыми и формируемыми в процессе вычисления, образует аналог кинетического континуума веществ и реакций между ними [7], который может послужить основой для формирования самоорганизующейся системы с самоорганизацией континуального типа [6].

Таким образом, распределенные однородные вычислительные системы с регулярной структурой, реальные или виртуальные, представляют собой базу для организации пространственно-временного континуума моделей искусственной химии.

Библиографический список

1. Евреинов, Э. В. Однородные вычислительные системы, структуры и среды / Э. В. Евреинов. – Москва : Радио и связь, 1981. – 208 с.
2. Matt, C. Fog Computing / C. Matt // Business & Information Engineering. – 2018. – Vol. 60, № 4. – P. 351–355.
3. Кольчугина, Е. А. Мобильные системы управления базами данных и «туманные» вычисления / Е. А. Кольчугина // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. VI Всерос. межвуз. науч.-практ. конф. (г. Пенза, 13 марта 2019 г.). – Пенза : Изд-во ПГУ, 2019. – С. 305–307.
4. Dittrich, P. Artificial Chemistries – A Review / P. Dittrich, J. Ziegler, W. Banzhaf // Artificial Life. – 2001. – Vol. 7, № 3. – P. 225–275.
5. Banzhaf, W. Artificial Chemistries / W. Banzhaf, L. Yamamoto. – 1 edition (21 Aug. 2015). – Cambridge, Massachusetts ; London, England : The MIT Press, 2015. – 576 p.
6. Кольчугина, Е. А. Самоорганизация и саморазработка программ в моделях искусственной химии : монография / Е. А. Кольчугина. – Казань : Бук, 2019. – 256 с.
7. Руденко, А. П. Самоорганизация и синергетика / А. П. Руденко // Сложные системы. – 2013. – № 2 (7). – С. 4–39.

УДК 004.94 : 659.13

Ю. Н. Косников, А. Р. Лазарева

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

МЕСТО И СРЕДСТВА 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ В ИНТЕРФЕЙСЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ РЕКЛАМЫ

Аннотация. Показаны возможности 3d-моделирования в интерфейсе современной компьютерной рекламы. Даны рекомендации по выбору вида моделей и программных средств моделирования рекламных объектов.

Современные тенденции таковы, что экономическая эффективность традиционной рекламы снижается. На сегодняшний день самая распространенная и «продающая» реклама – это реклама, сделанная при помощи развивающихся компьютерных техно-

логий. Одним из аспектов психологического воздействия компьютерной рекламы является детализация: как правило, зрителю интересно рассматривать детализированное изображение, передающее особенности товара. Здесь работает так называемый эффект «достоверности уподобления» [1]. Кроме того, большой эффект оказывает реклама, вовлекающая зрителя в диалог. В связи с этим уместно говорить о интерфейсе рекламы. К тенденциям его развития относится применение динамических 3d-моделей, что роднит его с виртуальными интерфейсами других графических систем прикладного назначения [2, 3].

В компьютерной рекламе активно развивается технология 3d-моделирования. Модель обладает некоторыми преимуществами перед оригинальным продуктом. Она более выгодно представляет объект за счет идеально подобранного света, теней, бликов, сглаживания природных неровностей, динамических эффектов. К числу преимуществ 3d-моделирования относятся предварительный просмотр объекта, возможность его наблюдения с различных ракурсов, управление масштабом модели, возможность морфинга.

При создании рекламного 3d-объекта можно подчеркнуть условность графики или, наоборот, реалистичность. При стилизации объектов упор, как правило, делается не на реалистичность графики, а на сюжет и конкретную стилистику. Стилизованным персонажам свойственны упрощенные формы, менее детальные текстуры. Такие модели, как правило, малополигональные. Для стилизованных моделей свойственны яркое выражение эмоций персонажа, отличительная пластика движений. Вообще динамические изображения больше привлекают внимание потребителей, а это значит, что динамическая реклама имеет приоритет.

На сегодняшний день динамическая 3d-реклама создается одним из двух способов: с помощью анимации реального времени или мультипликации. Мультипликацией называют комплекс технических приемов, которые создают эффект движущихся объектов из последовательности статичных рисунков. Это весьма длительный и трудоемкий процесс. Для интерактивной рекламы мультипликация не годится.

В 3d-анимации объект снабжается «скелетом», который позволяет перемещать модели. Анимация создается построением моделей на определенных ключевых кадрах, а после компьютер выполняет интерполяцию между этими кадрами для создания движения. Поддержка анимации в режиме реального времени обеспечивается с помощью шейдеров. Шейдер – это компьютерная программа, выполняемая процессорами видеокарты и применяемая для достижения ряда эффектов визуализации [4].

В целом анимация реального времени обладает рядом достоинств: редактирование объектов непосредственно в сцене, превизуализация в реальном времени, просмотр в реальном времени изображения, полученного с помощью каркасного, сглаженного или пиксельного шейдера. Сложность реализации анимации может зависеть от поставленной задачи, вычислительных ресурсов компьютера, вида анимируемой 3d-модели. В рекламе могут использоваться как низкополигональные (малополигональные), так и высокополигональные 3d-модели. Низкополигональная 3d-модель (Low-poly) несильно нагружает вычислительные ресурсы компьютера. На сегодняшний день малополигональные модели набирают популярность, что обусловлено тенденцией к упрощению представления информации. Низкополигональная техника также используется для адаптации моделей под приложения визуализации реального времени. Малополигональные модели целесообразно использовать для интерактивной рекламы, где важна скорость взаимодействия с наблюдателем. Высокополигональная 3d-модель (High-poly) имеет высокую степень детализации. Одна из техник создания высокополигональной модели – 3d-скульптинг. Главная

особенность скульптинга – возможность работы с миллионами полигонов. Используя программы скульптинга, можно достичь фотореалистичных и гиперреалистичных результатов. Однако динамика таких моделей требует весьма значительных вычислительных ресурсов.

Каждый упомянутый вид 3d-моделей находит свое место в рекламе. Так, для создания развлекательного рекламного ролика можно использовать стилизованные малополигональные модели, а высокополигональные модели пригодны для архитектурной визуализации, демонстрации внутреннего интерьера или точной копии рекламируемого объекта.

Целью рекламы является получение максимального эффекта с минимальными затратами. На затраты, в частности, влияет выбор инструментов для создания рекламы, поэтому далее рассмотрены свободно распространяемые средства 3d-моделирования. На сегодняшний день существует достаточно большое количество бесплатных программ для создания 3d-моделей. Они во многом не уступают платным аналогам и позволяют минимизировать затраты на разработку. Существуют как универсальные программы моделирования, так и программы узкой направленности – для скульптинга, визуализации интерьеров и экстерьеров, моделинга человека и т.д. Наиболее подходящими для изготовления объектов компьютерной рекламы являются следующие моделиры [5–7].

1. Blender – популярная бесплатная программа для создания 3d-моделей, трехмерной компьютерной графики, содержит инструменты моделирования, анимации, рендеринга, постобработки видео, а также создания игр. Программа обладает такими мощными возможностями, как анимация, текстурирование, имитация воды, скульптинг и многое другое. Преимуществами Blender являются малый «вес» программного пакета, быстрый рендеринг и наличие версий для множества операционных систем.

2. K-3D – бесплатная программа для моделирования, анимации и рендеринга с открытым исходным кодом, позволяющая создавать модели через 3d-сетки, а затем делать их анимированными. Программа создана специально для нужд профессиональной анимации кинематографического качества, потому позволяет генерировать качественные анимационные ролики.

3. Wings3D – бесплатная программа для создания и текстурирования 3d-моделей. Манипуляции с объектом совершаются с помощью таких стандартных инструментов, как перемещение, масштабирование, вращение, выдавливание, скос, вырезание и других. Программа имеет предельно простой интерфейс и является легкой для освоения.

4. MakeHuman – бесплатная программа для создания 3d-модели человека. MakeHuman предлагает 1170 трансформаций для эффективного параметрического моделирования. Программа позволяет настраивать такие параметры человека, как возраст, пол, рост, вес, пропорции тела, форму лица, глаз, носа, подбородка, ушей, детали рук и ног. Программа позволяет расширять свой функционал за счет добавления плагинов.

5. Sculptris – несложная программа, предназначенная для 3d-моделирования и основанная на принципе лепки. Используя всего лишь несколько инструментов для скульптинга, можно создать уникального персонажа рекламного ролика.

Можно сделать вывод о том, что современные компьютерные технологии обладают возможностями создания интерактивного рекламного пространства. Этому служит рациональный выбор вида 3d-моделей и программных средств их разработки. Дальнейший прогресс компьютерной рекламы видится на пути повышения реалистичности рекламных кадров, но без значительного повышения нагрузки вычислительной системы. Такой эффект может быть получен путем совмещения видеопотока реальной обстановки с изображением синтезированной модели.

Библиографический список

1. Глибенко Н. В. Психология дизайна рекламы и средств ее распространения / Н. В. Глибенко, С. Н. Басова // Молодой ученый. – 2012. – № 8. – С. 259–267. – URL: <https://moluch.ru/archive/43/5212> (дата обращения: 05.02.2020).
2. Косников, Ю. Н. Моделирование объектов интерфейса виртуального окружения для эргатических систем / Ю. Н. Косников, Т. Х. Хоанг // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2016. – № 3. – С. 16–28.
3. Косников, Ю. Н. Технологии виртуального окружения в интерфейсах экономических информационных систем / Ю. Н. Косников, Е. А. Кольчугина // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2018. – № 3 (19). – С. 82–95.
4. Боресков, А. В. Разработка и отладка шейдеров / А. В. Боресков. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2006. – 488 с.
5. Blender на русском. – URL: <http://anyaplanet.net/Blender.html> (дата обращения: 23.12.2019).
6. 3D-графика в Linux. Мой компас. – URL: http://moikompas.ru/compas/3d_grafiks_in_linux (дата обращения: 25.12.2019).
7. Обзор бесплатных программ для 3D-моделирования. – URL: <https://top3dshop.ru/blog/free-soft-3d-modeling.html> (дата обращения: 25.12.2019).

УДК 004.9

Ю. Ю. Краснова

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ПОЛУЧЕНИЕ, ХРАНЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ЗНАНИЯМИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ИТ-ПРОЦЕССЕ

Аннотация. Рассматривается проблема внедрения информационных технологий в современную систему образования. Предложены новейшие методы обработки, передачи и хранения данных. Акцентируется внимание на возможности выбора обучающимися удобной для них структуры образования. Показаны существующие на данный момент достижения в сфере ИТ-технологий в области образовательного процесса.

Особое значение в свете новых задач получения полезных и актуальных знаний в различных сферах образования занимает использование информационных технологий.

Современные аппаратные средства, повышающие эффективность работы компьютера, постепенно внедряют в нашу жизнь термин «информационные технологии». Суть этого термина в сфере образования проявляется в автоматизации процесса обучения, использовании локальных сетей для доступа к базам данных, архивам, справочникам, а также в возможности дистанционного обучения. Так, современные ИТ-средства предлагают пользователю массу вариантов овладения материалом. Ученик в состоянии сам устанавливать время изучения материала, его объем, ориентируясь на собственные возможности и цели.

В традиционном обществе происходит переосмысление процесса получения знаний, что приводит к новому пониманию задач подготовки выпускников к будущей профессиональной сфере деятельности.

Для более полной характеристики рассматриваемого вопроса и его адекватной оценки мы должны выяснить, что представляют собой информационные техно-

логии в современном мире. Для этого мы выясним, какие основные компоненты входят в состав ИТ.

При работе с информацией всегда имеется источник (хранилище данных) и потребитель (пользователь). Немаловажную роль играют способы получения этих знаний и технологии их обработки, к ним относятся: интеллектуальные системы поддержки принятия решений, управление документами, аналитики, веб-конференции и т.д. [2] Ниже, на рис. 1, представлена наиболее полная схема управления знаниями в сфере ИТ.

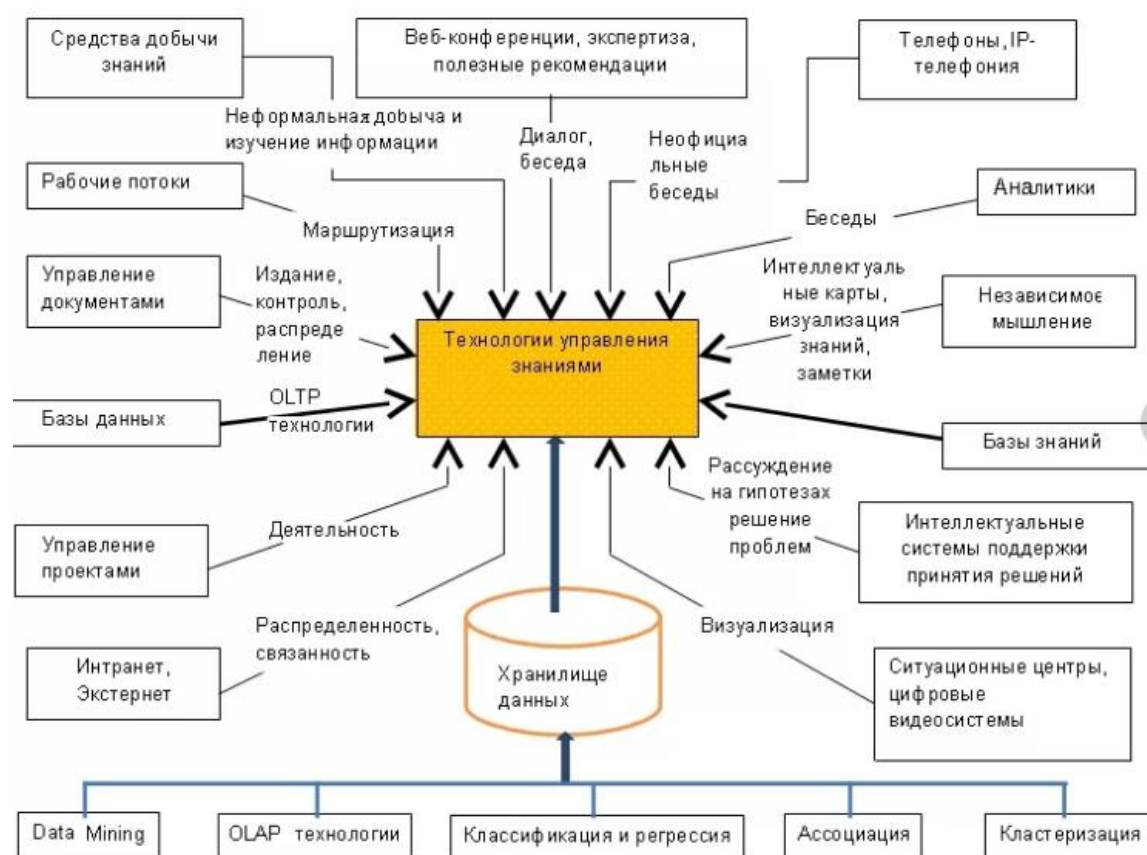


Рис. 1. Технологии управления знаниями

Информационные системы и технологии внесли огромный вклад в улучшение и оптимизацию получения знаний. Развитию информационных технологий в современной сфере образования способствуют внешние факторы, связанные с увеличением технического оборудования в учреждениях: компьютерные классы, электронные доски, проекторы и т.п. Общество не стоит на месте, государство принимает решение приступить к информатизации образования.

С течением времени образовательные учреждения требуют от своих сотрудников опыта в сфере технологий. В этой связи в педагогике разворачиваются исследования в различных областях технических наук (информатике, инженерном деле, робототехнике и т.д.).

Непрерывность образования – важнейшая тенденция в развитии образования. Важно уметь взаимодействовать с обучающимися для достижения необходимого результата. Именно поэтому так важно понимать, что технологии – лишь инструмент в руках опытного педагога. Чтобы эффективно его использовать, нужен системный подход. Например, при организации интерактивного обучения важно учи-

тивать все составляющие, такие как: учебно-методические материалы, планирование расписания, составление сценария уроков и многое другое. [2]

Вопрос о роли информационных технологий и систем в сфере образования является актуальным на протяжении последних десятилетий. Однако наибольшее внимание он получил в момент внедрения в учебный процесс использования сети Internet. Использование ресурсов и сервисов этой сети в системе образования позволяет:

- существенно повысить наглядность и доступность учебного материала за счет использования дополнительной информации;
- облегчить работу преподавателя;
- снизить отрицательное влияние интернет-ресурсов на школьников.

В настоящее время существует масса способов использования данной сети: коллекция ЦОР, применение систем тестирования, доступ к учебно-методическим материалам, доступ к энциклопедическим и справочным ресурсам и т.п. [1]

Принципиально новые подходы к получению образования дают возможность обучающимся перейти на **дистанционное обучение**. Дистанционное обучение – это обучение на расстояние, когда преподаватель и обучаемый разделены пространственно, а также когда все или большая часть учебных процедур осуществляется с использованием современных информационных и телекоммуникационных технологий. Характерными чертами такого обучения являются: гибкость, модульность, экономическая эффективность, использование специализированных технологий и средств обучения, опора на современные средства передачи информации, специализированный контроль качества образования.

Опираясь на данные сегодняшней статистики, 3 октября 2019 года компания «Яндекс.Деньги» сообщила, что средний чек россиян за курсы, тренинги и мастер-классы в сети Internet из года к году увеличивается более чем на 20 %, а оборот рынка онлайн-образования – более чем на 60 %. Как показали результаты исследования, самое популярное направление онлайн-обучения – бизнес-курсы. На них пришлось 38 % затрат в 2018 году. Вторыми по популярности стали профессиональные курсы по программированию, на них пришлось 14 % трат в 2018 году.

Перспективу решения проблемы внедрения информационных систем и технологий в современную сферу образования государство видит в следующем:

- в 2019–2020 учебном году в России появятся электронные аттестаты;
- нейросети будут следить за нарушением ЕГЭ;
- создание единого бесплатного онлайн-учебника «Микрошкола»;
- к ЕГЭ подключат искусственный интеллект для создания индивидуальных заданий;
- в российских школах расписание уроков начнут заменять QR-кодами.

Отдавая должное тому, что было сделано предшественниками, мы тем не менее считаем, что информационные системы и технологии вносят большой вклад в современную систему развития образования во всем мире, что позволяет нам непрерывно совершенствовать наши знания.

Библиографический список

1. Горбунова, С. И. Информационные технологии в образовании / С. И. Горбунова, Л. И. Ефремова. – URL: <http://sisupr.mrsu.ru>
2. Ивашова, Е. А. Информации технологии в системе образования / Е. А. Ивашова // Использование информационных технологий в образовательном процессе. – 2018. – № 2. – С. 13–17.

М. И. Кревский

Московский физико-технический институт,
г. Долгопрудный, Московская область, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ИНДИВИДУАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Аннотация. Рассмотрены возможности использования технологий анализа данных и процессов, а также автоматизированной индивидуальной рекомендательной системы для индивидуализации обучения на основе накопленного в ЭИОС цифрового следа студента.

Широкое внедрение ИТ систем и сервисов обеспечивает накопление больших массивов информации, которые можно использовать для повышения качества бизнес-процессов практически в любой сфере деятельности. Для целей образования первыми начали использовать большие данные онлайн платформы (известно, что анализу данных для повышения эффективности МООК большое внимание уделяет Coursera). Методы анализа больших данных предлагается использовать для классификации электронных образовательных ресурсов, выявления паттернов (шаблонов) студентов со сходными психологическими, поведенческими и интеллектуальными характеристиками, разработки персонализированных учебных программ [1]. Здесь технологии больших данных используются для обработки данных систем электронного обучения. Однако сейчас практически во всех российских вузах существует электронная информационная образовательная среда (ЭИОС), которая при правильной реализации обеспечивает внедрение элементов электронного обучения в традиционный учебный процесс, а также сбор больших объемов данных о различных образовательных активностях студентов. В качестве примера такой среды рассмотрим ЭИОС Пензенского государственного университета [2]. В статье [3] рассмотрен состав данных, накапливаемых в ходе эксплуатации ЭИОС, а также обозначены основные направления развития аналитики с использованием технологий машинного обучения для поддержки персонализации обучения и повышения его качества.

Рассмотрим технологии, позволяющие контролировать и прогнозировать успеваемость, направлять усилия каждого студента.

Наиболее простой является кластеризация студентов на группы по успеваемости. Для этого можно использовать любые подходящие популярные модели машинного обучения без учителя [4]. С их помощью, варьируя параметры, выделяются в кластеры студенты, отстающие по разным причинам: общий низкий начальный уровень подготовки, пробелы в знаниях по конкретным базовым дисциплинам, плохая мотивация, низкая посещаемость, недостаточное использование предлагаемого электронного контента. К каждой такой группе желателен отдельный подход. Выявив источник проблемы, можно присылать студентам оповещения, применять административные меры, рекомендовать выбранные преподавателем материалы или проводить дополнительные учебные занятия, учитывая специфику кластера.

В отличие от МООК, по определению имеющих массовую аудиторию на каждом курсе, во многих вузах может также возникнуть задача кластеризации дисциплин с небольшим количеством студентов, когда для задач анализа возможно объединение в кластер близких по содержанию или даже полностью одинаковых

дисциплин (например, «История» для студентов большого числа технических и естественнонаучных специальностей).

Задачу кластеризации студентов можно также решить с помощью комбинации process mining и машинного обучения. Process mining служит для обнаружения, мониторинга и улучшения реальных процессов путем извлечения знаний из журналов событий [5]. Цепочка последовательных событий от начала до конца называется следом. Можно представить каждый этап обучения как событие, а все обучение в вузе – как след (причем в след можно включать также события, связанные с внеучебной активностью студента: научной и практической работой, дополнительным образованием и т.д.). В этом случае задача переформулируется как кластеризация следов.

Другим возможным подходом к обеспечению поддержки обучения студентов является создание полноценной автоматизированной индивидуальной рекомендательной системы. Она может базироваться на использовании гибридной модели, сочетающей модифицированную коллаборативную фильтрацию и knowledge-based рекомендацию.

С помощью модифицированной под данную задачу коллаборативной фильтрации данных, собранных ЭИОС, выявляются слабые стороны отстающих на основе сравнения их показателей с показателями более успешных студентов и определения закономерностей. Следует задать метрику на признаковом пространстве так, чтобы учащиеся ориентировались на действия более успешных студентов, в первую очередь, из кластера со сходным начальным уровнем подготовки.

Исследования показывают сильную корреляцию между чтением цифрового учебного контента и академической успеваемостью [6]. Для учебного контента воспользуемся knowledge-based рекомендацией. Основой может быть как выделение преподавателями наиболее полезной литературы из предлагаемой, так и выбор наиболее доступных для понимания и популярных среди успешных студентов материалов по логам скачивания из электронной библиотеки.

Важно, что при помощи ЭИОС возможно отслеживать закономерности, протяженные во времени. Например, рекомендуя студенту материалы, учитывать его результаты при изучении дисциплин предшествующих курсов, опыт обучения студентов прошлых лет и т.д.

Таким образом, большой объем данных о ходе и результатах обучения студентов, накапливаемый современными ЭИОС, позволяет использовать технологии process mining, машинного обучения, коллаборативной фильтрации и knowledge-based рекомендаций для обеспечения индивидуального подбора контента и набора действия для успешного освоения образовательной программы.

Библиографический список

1. Мамедова, Г. А. Технологии больших данных в электронном образовании / Г. А. Мамедова, Л. А. Зейналова, Р. Л. Меликова // Открытое образование. – 2017. – Т. 21, № 6. – С. 41–48. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32286799>
2. Мещеряков, В. А. Электронная информационно-образовательная среда университета в эру ФГОС ВО / В. А. Мещеряков, А. В. Антонов, А. М. Бершадский, И. Г. Кревский // Научно-образовательная информационная среда XXI века : материалы X Всерос. науч.-практ. конф. (20–23 сентября 2016 г.). – Петрозаводск, 2016. – С. 108–111.
3. Кревский, И. Г. Поддержка персонализации обучения и взаимодействия с работодателями на основе ЭИОС университета / И. Г. Кревский, Т. В. Глотова // Проблемы управления и моделирования в сложных системах (ПУМСС-2019) : тр. XXI Междунар. конф. (3–6 сентября 2019 г., г. Самара, Россия). – Самара : Офорт, 2019. – Т. II. – С. 429–434.

4. Воронцов, К. В. Лекции по алгоритмам кластеризации и многомерного шкалирования / К. В. Воронцов. – URL: <http://www.machinelearning.ru/wiki/images/c/ca/Voron-ML-Clustering.pdf>
5. De Koninck, P. Act2vec, trace2vec, log2vec, and model2vec: representation Learning for Business Processes / P. De Koninck, S.vanden Broucke, J. De Weerdт // BPM 2018. Lecture Notes in Computer Science. – Springer, Cham, 2018. – Vol. 11080.
6. Go Big: data in education // Education Technology. – URL: <https://edtechnology.co.uk/Article/go-big-data-in-education>

УДК 004.03

М. Н. Курбатова, С. В. Шибанов

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ОСОБЕННОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА СОБЫТИЙНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ АКТИВНЫЕ ПРАВИЛА

Аннотация. Рассматриваются системы управления базами данных, основанные на активных правилах, и системы обработки сложных событий. Основное содержание исследования составляет анализ архитектуры событийно-ориентированных систем, а также особенности систем, использующих активные правила и их преимущества над системами с пассивными правилами.

Большинство баз данных и других систем, обрабатывающих различные данные, включают в себя систему правил, в соответствии с которыми информационная система реагирует на какие-либо события, происходящие во внешней среде. Многие событийно-ориентированные системы работают в пассивном режиме и реагируют на события только после соответствующей команды от пользователя. Анализ произошедших событий проводится самим пользователем либо системой при его непосредственном участии. В случае систем с активными правилами они не требуют участия пользователя и выполняют заданные правилами действия в реальном времени сразу после событий, произошедших во внешней среде.

В системах с активными правилами пользователь самостоятельно составляет правила, которые определяют действия системы после срабатывания определенных событий.

Системы событийно-ориентированной обработки данных выполняют несколько различных задач, таких как отслеживание происходящих во внешней среде событий, их обработка и принятие решений о том, как система должна на них реагировать. Также пользователю должна быть предоставлена возможность создавать и редактировать правила. Исходя из этого, событийно-ориентированная система должна включать несколько составных частей:

– источники событий – модуль системы, отвечающий за прием из внешней среды и их передачу обрабатывающему модулю;

- интерфейс пользователя, имеющий вид текстового или графического редактора и позволяющий пользователю создавать и редактировать правила;
- репозиторий правил – файл или другой компонент системы, содержащий структуру существующих в системе правил;
- модуль обработки событий, отвечающий непосредственно за распознавание полученных событий и принятие решений о поведении системы в соответствии с заданными правилами [1].

В случае с пассивными правилами система не отслеживает никакие события до тех пор, пока пользователь не вмешается своими действиями в ее работу. Например, пассивные базы данных являются систематизированным хранилищем данных и сами по себе никогда их не меняют. В таких базах данных, как правило, есть специальные средства для создания пассивных правил. В MySQL это хранимые процедуры и триггеры [2]. Хранимые процедуры представляют собой заданную пользователем и сохраненную последовательность команд, они срабатывают только после того, как пользователь их запустит. Триггер – это хранимая процедура, срабатывающая при наступлении определенного события. Триггер является пассивным правилом, так как система реагирует на события, источником которых является пользователь, то есть триггер не может сработать в то время, когда база данных находится в неактивном состоянии.

В активных событийно-ориентированных системах пользователь так же, как и в случае с пассивными, создает правила реагирования на определенные действия. Разница между данными видами систем заключается в том, что источником событий в первом случае является не только пользователь, но и другие объекты внешней среды, которые могут влиять на содержащиеся в системе данные. Такая система всегда находится в активном состоянии и всегда обрабатывает приходящие в нее события. Второе отличие состоит в умении системы комбинировать события в составные, составляя из них тем самым новые объекты. Для реализации данной особенности пользователю необходимо создать правила комбинирования событий, которые будут учитывать не только то, каких типов события можно объединить, но и временной промежуток между ними. Произошедшие в результате реакции системы события могут также являться триггерными для системы и снова вызывать их распознавание и соответствующую реакцию. Пользователю необходимо предусмотреть в создаваемых им правилах возможность заикливания выполняемых действий и условий срабатывания правил системы. По вышеуказанной причине правила в системе могут сильно усложниться и стать трудными для восприятия и редактирования. Во избежание подобных сложностей при разработке событийно-ориентированной систем необходимо создать специальную среду редактирования правил, в которой события, правила, условия и соответствующие действия будут наглядно представлены [3]. В такой среде будут сразу видны циклы срабатывания правил и другие возможные проблемы.

Библиографический список

1. Активные базы данных // CIT Forum. – URL: http://citforum.ru/database/osbd/glava_118.shtml (дата обращения: 15.11.2019).
2. Хранимые процедуры и триггеры // Справочное руководство по MySQL. – URL: http://www.mysql.ru/docs/man/ANSI_diff_Triggers.html (дата обращения: 20.11.2019).
3. Fors, T. Visualization of rule behaviour in active databases / T. Fors // Department of Computer Science University of Skovde, 2019.

А. Р. Матюнин

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ

Аннотация. Рассматривается задача выбора алгоритма для классификации больших данных на основе сравнительного анализа некоторых методов машинного обучения. Для анализа взяты методы логистической регрессии, деревьев решений и нейронных сетей. В качестве критерия выбора предложено использовать коэффициент детерминации. Представлены обоснования и рекомендации по использованию выбранных подходов для интеллектуального анализа больших данных в зависимости от поставленных задач. Приведен пример решения задачи классификации больших данных.

Введение

Большие данные представляют собой такое множество наборов разнородных данных, которые сложно обрабатывать и анализировать с помощью традиционных приложений и систем управления данными [1]. Решение задач обработки больших данных необходимо для практического использования собранной информации и представления ее в виде, пригодном для принятия решений в процессе управления сложными системами. Основные проблемы здесь связаны не со сбором, передачей и хранением больших данных, а с решением задач их анализа для поиска закономерностей и предиктивного моделирования.

Постановка задачи

Существует достаточно большое количество методов машинного обучения и интеллектуального анализа для решения поставленных задач. К ним относятся множество методов машинного обучения как, например, методы статистического анализа, нейронные сети, генетические алгоритмы, методы нечеткого прогнозирования [2, 3] и т.п. Проблемой является выбор конкретного алгоритма. Для правильного выбора необходим бенчмаркинг (сравнительный анализ) известных подходов. В настоящем исследовании реализовано сравнение и выбор метода решения одной из задач интеллектуального анализа, а именно задачи классификации. Решение задач классификации позволяет определить, к какому классу относятся те или иные наборы данных [4], множество классов которых заранее известно. В качестве критерия эффективности предлагается использовать коэффициент детерминации. Параметр показывает, какая прогностическая модель, синтезированная на основе анализа больших данных, лучше всех описывает зависимость между независимыми и зависимыми переменными.

Анализ методов решения задачи классификации

Рассмотрим некоторые методы, выбранные для бенчмаркинга, а именно методы логистической регрессии, деревья решений и нейронные сети. Отметим, что эффективность любого метода прежде всего зависит от качества обучения модели классификации, поэтому для сравнения следует использовать одинаковые обучающие и тестовые выборки данных. Известно также, что любую модель как переобучить (тестовая выборка показывает более 85 % точности классификации, но модель не работает на новых наборах данных), так и плохо обучить (модель не работает даже на тестовой выборке).

Множественная логистическая регрессия – один из распространенных подходов к моделированию значений отклика, заданного альтернативной шкалой 0/1 [5]. Главным преимуществом логистической регрессии является быстрота, которая сохраняется и при большом количестве признаков, а главным недостатком является плохая работа при наличии нелинейных признаков.

Деревья решений чаще всего используются с системами, которые могут основываться на прошлом историческом опыте, чтобы построить структуру дерева решений и получить результат. Главным преимуществом деревьев решений является высокая интерпретируемость, а главным недостатком является большой размер дерева решений при больших выборках.

Нейронная сеть представляет собой систему соединенных и взаимодействующих между собой искусственных нейронов. Основным преимуществом является высокая устойчивость к шумным данным, а недостатком – плохая интерпретируемость данных.

Решение задачи классификации и выбор наилучшего подхода

Рассмотрим решение задачи классификации данных о цвете кожи человека для медицины. В качестве исходной выборки взяты большие данные, в которых отражено, относится ли цвет кожи, определяемый в процессе распознавания по RGB-палитре фотографии, к здоровой человеческой или нет. В процессе сравнительного анализа рассматривалась исходная выборка, которая включает 245 057 образцов, извлеченных из фотографий, где 50 859 образцов относятся к здоровым цветам кожи человека, а остальные 194 198 – нет. Выборка разделена на обучающее и тестовое подмножества следующим образом: обучающее множество содержит две трети данных и тестовое множество – одну треть.

Для исследования разработано программное приложение на языке Python. Приложение выполняет обучение, тестирование и анализ данных тремя методами с использованием библиотек Pandas и scikit-learn [6, 7].

Для оценки адекватности модели каждого из методов анализа, как уже сказано, используется коэффициент детерминации. Результаты оценки полученного коэффициента R^2 для каждой модели представлены на рис. 1.

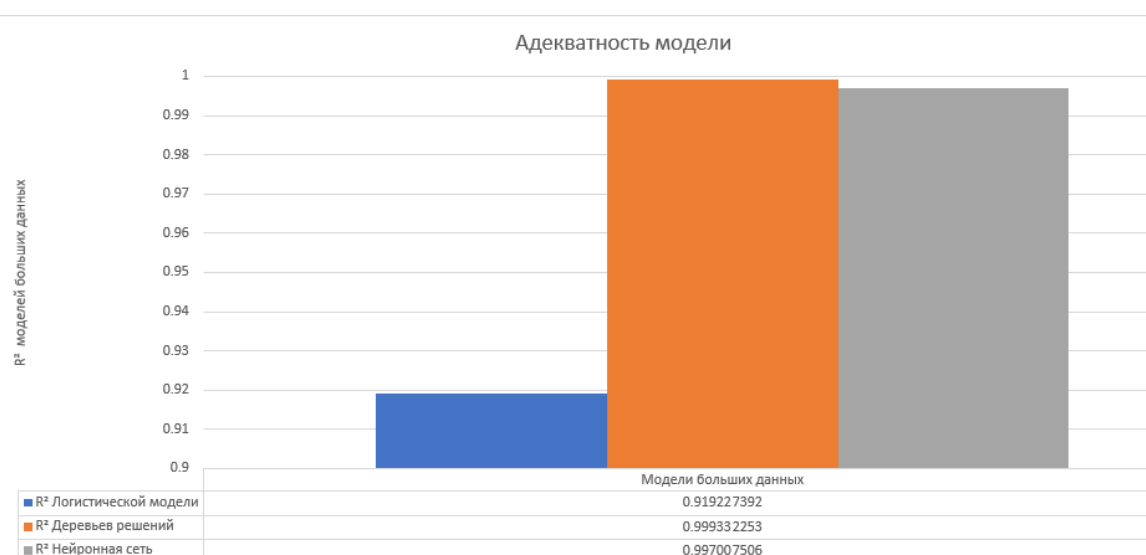


Рис. 1. Результаты оценки коэффициента детерминации

Из рисунка на основании оценки коэффициента детерминации видно, что самой адекватной моделью для классификации по исходной выборке является метод

деревьев решений. Вторым вариантом по эффективности может быть использование нейронных сетей, но время обучения нейронной сети оказалось больше, поэтому по скорости распознавания данный метод существенно проигрывает первому.

Библиографический список

1. Грас, Дж. Data Science. Наука о данных с нуля : пер. с англ. / Дж. Грас. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2017.
2. Дороганов, В. С. Методы статистического анализа и нейро-сетевые технологии для прогнозирования показателей качества металлургического кокса / В. С. Дороганов, А. Г. Пимонов // Вестник Кемеровского государственного университета. – 2014. – Т. 3, № 4. – С. 123–129.
3. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы = Sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i systemy rozmyte / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. – 2-е изд. – Москва : Горячая линия – Телеком, 2010. – С. 452.
4. Певченко, С. С. Методы интеллектуального анализа данных / С. С. Певченко // Молодой ученый. – 2015. – № 13. – С. 167–169. – URL: <https://moluch.ru/archive/93/20875> (дата обращения: 04.02.2020).
5. Шитиков, В. К. Классификация, регрессия и другие алгоритмы Data Mining с использованием R / В. К. Шитиков, С. Э. Мاستицкий. – 2017. – URL: <https://github.com/ranalytics/data-mining>
6. Documentation Pandas python. – URL: <http://pandas.pydata.org/pandas-docs/version/0.15.2/tutorials.html>
7. Documentation scikit-learn python. – URL: <http://scikit-learn.org/stable/tutorial/index.html>

УДК 004.67

В. М. Мусонов, С. В. Самуйлов

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

БИТОНИЧЕСКАЯ СОРТИРОВКА КАК АЛЬТЕРНАТИВА СТАНДАРТНЫМ АЛГОРИТМАМ СОРТИРОВКИ

Аннотация. Делается попытка анализа алгоритмов сортировки стандартной библиотеки языка C++, известного алгоритма Шелла и алгоритма Bitonic, являющегося параллельным алгоритмом сортировки данных.

На текущий момент алгоритмы сортировки находят применение во многих областях человеческой деятельности. Во многих системах, созданных для обработки данных, применяются различные алгоритмы сортировки. Причем зачастую используются не самые оптимальные, но достаточно универсальные алгоритмы. Во многих программах применяются алгоритмы сортировок, написанные производителем операционной системы или языка, хранимые в стандартной библиотеке языка программирования. Подобные алгоритмы сортировки, встроенные в стандартную библиотеку того или иного языка, являются универсальными, но не всегда оптимальными.

В статье будут рассмотрены три алгоритма сортировки: алгоритм сортировки стандартной библиотеки языка C++, алгоритм сортировки Шелла и алгоритм Bitonic. Реализация алгоритмов Шелла и Bitonic будет написана на языке C++ с использованием технологии Qt в среде macOS.

Точная реализация алгоритма из стандартной библиотеки языка C++ известна только разработчикам. Поэтому мы будем исследовать его как черный ящик, на вход которого подается неотсортированный массив, а на выходе – отсортированный. Останется только замерить время сортировки.

Сортировка Шелла. Является расширением и улучшением сортировки с помощью прямого включения [1]. Основная идея этого алгоритма заключается в том, чтобы вначале устранить массовый беспорядок в массиве, сравнивая далеко стоящие друг от друга элементы. Далее интервал между сравниваемыми элементами постепенно уменьшается и, в конце концов, становится равным единице [2].

Формально суть метода заключается в следующем. Весь исходный массив S разбивается на группы с шагом h_1 . В первую группу войдут элементы $S_1, S_{h_1+1}, S_{2h_1+1}, \dots$, во вторую $S_2, S_{h_1+2}, S_{2h_1+2}, \dots$ и т.д. Затем каждая из h_1 групп сортируется методом прямого включения.

Далее описанный выше процесс повторяется для шага h_2 ($h_2 < h_1$), h_3 ($h_3 < h_2$) и т.д. Процесс заканчивается после того, как будет выполнена сортировка с шагом $h_t = 1$.

Такой метод гарантированно дает упорядоченную последовательность элементов, так как на последнем шаге весь массив сортируется обычной сортировкой с помощью прямого включения.

Сложность алгоритма сортировки Шелла во многом зависит от выбора последовательности шагов $h_1, h_2, \dots, h_t$, и колеблется от $O(n^2)$ в худшем случае до $O(n^{7/6})$ в лучшем.

Сортировка Bitonic Sort. Это классический параллельный алгоритм сортировки. Он пригоден для реализации в аппаратном и параллельном массиве процессоров.

В основе данного алгоритма лежит понятие битонической последовательности [3]. Последовательность называется битонической, если она сначала увеличивается, а затем уменьшается. Другими словами, последовательность $x_0, x_1, \dots, x_n$ является битонической, если существует индекс i ($0 \leq i \leq n$), такой, что

$$x_0 \leq x_1 \leq \dots \leq x_i \text{ и } x_i \geq x_{i+1} \geq \dots \geq x_n$$

Битоническая последовательность формируется следующим образом. Сначала формируется битоническая последовательность из четырех элементов, используя две последовательности из двух элементов. Рассмотрим последовательность x_0, x_1, x_2, x_3 . Сортируем x_0 и x_1 по возрастанию, x_2 и x_3 по убыванию. Объединяя эти две пары, формируем битоническую последовательность из четырех элементов.

Затем берутся две битонические последовательности из четырех элементов, первая сортируется в порядке возрастания, вторая – в порядке убывания и так далее, каждый раз удваивая длину последовательностей, пока не получим единую битоническую последовательность, первая половина которой отсортирована по возрастанию, вторая – по убыванию.

На втором этапе в полученной единой битонической последовательности сравниваем первый элемент первой половины с первым элементом второй половины, затем второй элемент первой половины со вторым элементом второй и т.д., выполняя перестановку пар элементов каждый раз, когда первый элемент больше второго. Т.е. сравнение пар происходит с шагом $n/2$.

Повторяем этот процесс с шагом $n/4, n/8, \dots, 2$. В результате получает отсортированную последовательность элементов.

Анализ сложности алгоритма Bitonic. Чтобы сформировать отсортированную последовательность длины n из двух отсортированных последовательностей длины $n/2$ требуется $\log(n)$ сравнений. Следовательно, количество сравнений $T(n)$ определяется по формуле:

$$T(n) = \log(n) + T(n/2)$$

Решение этого рекуррентного уравнения приводит к следующей формуле

$$T(n) = \log(n) + \log(n) - 1 + \log(n) - 2 + \dots + 1 = \log(n) \cdot (\log(n) + 1) / 2$$

В итоге сложность рассматриваемой сортировки – $O(n \log^2(n))$.

Рассмотренные выше алгоритмы сортировки были реализованы на языке C++, выполнено их сравнение (рис. 1) и анализ.

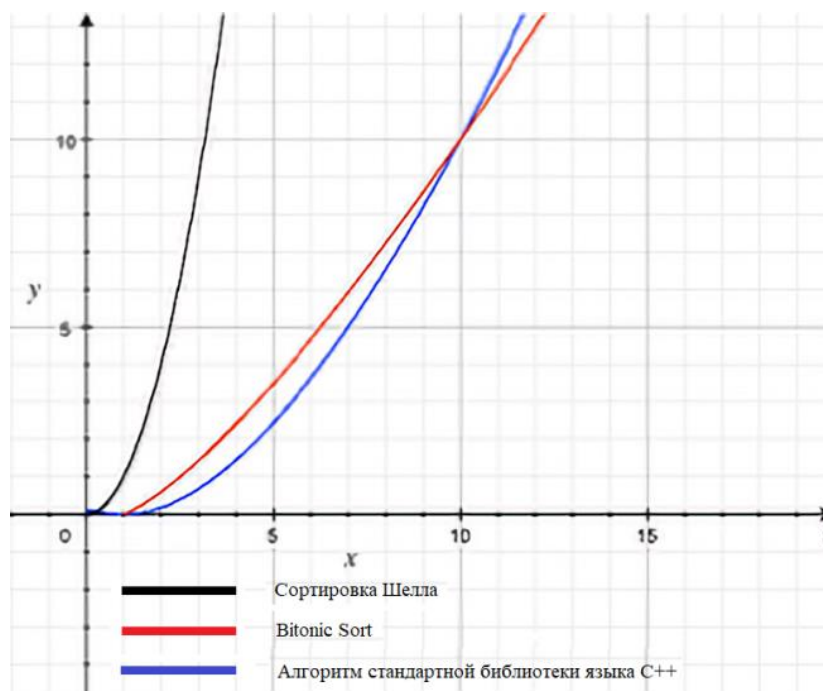


Рис. 1. Сравнение алгоритмов сортировки

Представленный на рисунке график является сводным графиком по всем перечисленным в данной работе алгоритмам. По оси OX представлено количество сортируемых данных, по оси OY – время, затраченное на выполнение сортировки.

Из графика видно, что наихудшую скорость работы демонстрирует алгоритм сортировки Шелла.

При детальном рассмотрении можно видеть, что при небольшом количестве входных данных Bitonic Sort работает хуже стандартной сортировки, но при росте количества сортируемых данных стандартный алгоритм языка C++ начинает ему проигрывать.

Следовательно, алгоритм битонической сортировки является эффективным по времени при сортировке больших объемов данных.

Библиографический список

1. Самуйлов, С. В. Методика анализа алгоритмов обработки данных / С. В. Самуйлов, П. М. Фрунзе // Новые информационные технологии и системы : материалы XV Международ. науч.-техн. конф., посвящ. 75-летию Пензенского государственного университета. – Пенза, 2018. – С. 221–222.
2. Самуйлов, С. В. Методика сравнительного анализа алгоритмов на примере алгоритмов последовательного поиска / С. В. Самуйлов // Концепт. – 2014. – № 9. – С. 46–50.
3. URL: <https://www.geeksforgeeks.org/bitonic-sort>

О. О. Оплюшкина, И. Ю. Балашова

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБСЛУЖИВАНИЯ В МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЯХ ЧЕРЕЗ ВНЕДРЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО РАСПИСАНИЯ

Аннотация. Рассмотрена проблема очередей в медицинском учреждении как системе массового обслуживания. Предложена схема обслуживания, позволяющая уменьшить длительность обслуживания заявок.

Одной из важнейших задач современного здравоохранения является повышение эффективности обслуживания пациентов в государственных медицинских учреждениях. Длительное ожидание в очереди снижает доступность амбулаторно-поликлинической помощи и вызывает недовольство населения. Наиболее остро эта проблема выражена в оказании узкоспециализированной помощи [1].

С точки зрения теории массового обслуживания медицинское учреждение является многоканальной системой с неограниченной очередью. При среднем значении текущей интенсивности потока заявок (пациентов, ждущих своей очереди на прием у врача), интенсивности обслуживания (времени, которое один пациент проводит в кабинете врача) и количества каналов обслуживания (сотрудники медицинского учреждения: врачи, медсестры) вероятности того, что конкретные каналы обслуживания будут пусты, близятся к нулю. Исходя из данного заключения, высока вероятность того, что при посещении врача пациент будет дожидаться своей очереди, а сама очередь будет расти. Для увеличения вероятности освобождения канала обслуживания необходимо изменить текущие показатели системы массового обслуживания (СМО).

При анализе процессов обслуживания пациента врачом существуют различные алгоритмы. Например, пациент пришел с жалобой к врачу общей практики. Если к нужному врачу нет очереди, пациент заходит в кабинет. В противном случае, пациент должен дождаться своей очереди. Врач должен выполнить первичный осмотр пациента. Если заболевание находится в компетенции врача, то он составляет план лечения. Если заболевания является предметом исследования профильного специалиста, врач отправляет пациента к нему. В таком случае, специалист изучает информацию о пациенте (жалобы, историю болезни и т.д.), проводит диагностику. Если врачу удастся поставить диагноз без дополнительной диагностики или анализов, то он назначает лечение. Если диагноз не удастся поставить без дополнительной диагностики, то врач составляет план дальнейшего обследования. После получения полной информации о заболевании, врач может сформулировать диагноз и назначить лечение [2]. Данные об осмотре, анализах и лечении отправляются в регистратуру.

Развитие данного алгоритма обслуживания заявки зависит от ряда факторов. Одним из факторов, влияющим на неблагоприятное изменение характеристик исследуемой СМО, является необходимость заполнения врачом и медсестрой документации, которую можно автоматизировать. Также в медицинских учреждениях зачастую плохо организованы механизмы передачи информации между сотрудниками, что также влияет на длительность обслуживания и рост очередей. Другим

фактором, влияющим на длительность обслуживания, является процесс осмотра пациента. Пациенты обращаются с разными целями (необходимость лечения, консультация, получение справочной информации, получение больничного листа), и на обслуживание каждого пациента уходит разное время. Кроме того, часто пациент обращается с проблемами, не входящими в компетенцию конкретного врача. Таким образом, врач может дать пациенту направление к профильному специалисту, который и будет проводить соответствующую диагностику. Это значит, что пациенту придется обратиться к назначенному врачу, на прием которого тоже появляется очередь. То есть, необходима дополнительная организация приема у профильных специалистов.

Сократить поток заявок поможет организация электронных расписаний для врачей и записи пациентов, а также составления планов посещения профильных специалистов. Поскольку пациенты обращаются с разными жалобами и проводят в кабинете разное время, электронное расписание можно организовать так, чтобы пациенты, пришедшие с похожими проблемами (оформление больничного листа и необходимая диагностика), приходили в разное время. Например, оформление больничных листов производилось бы до обеда, а диагностика пациентов – после. Данная мера может уменьшить длительность обслуживания заявок и сократить их поток.

На рис. 1 изображена модель работы поликлиники с учетом внесенных изменений. Исходя из созданной модели, в автоматизированной системе создается и обновляется электронное расписание и план приема пациентов, записавшихся на консультацию.

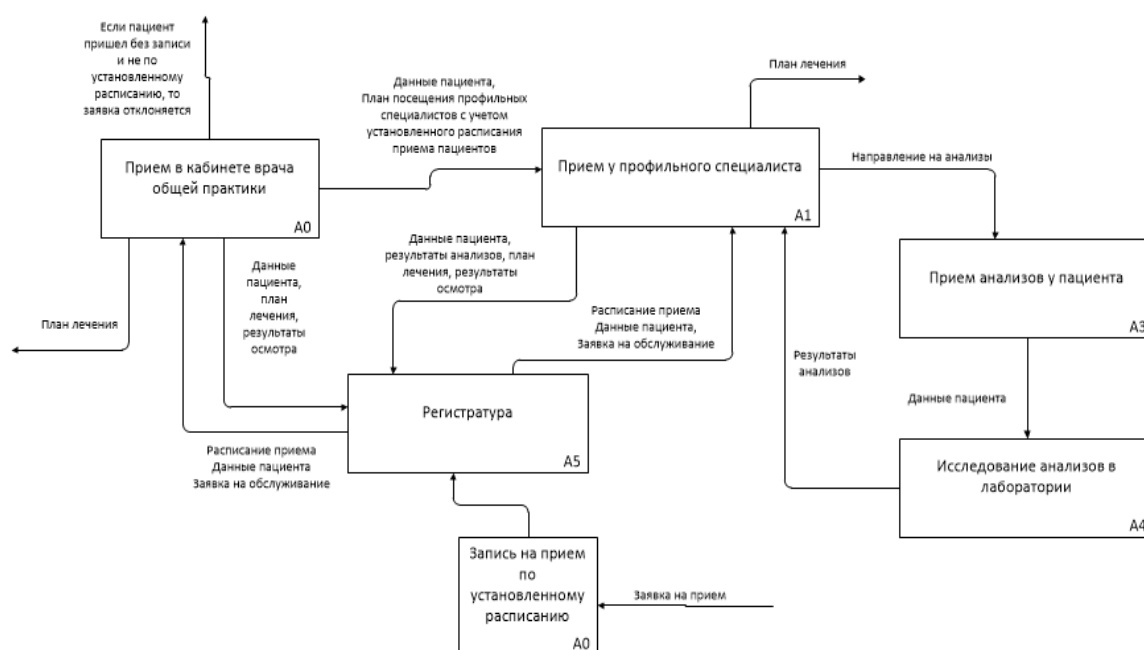


Рис. 1. Информационная модель медицинского учреждения с внедрением электронного расписания

На рисунке видно, что при отсутствии записи на прием заявка на обслуживание отклоняется [3].

Предложенная организация электронного расписания в медицинском учреждении поможет сократить потоки заявок за счет их распределения по времени.

Библиографический список

1. Дубровин, А. А. Проблемы и пути решения организации доступа населения к информационным ресурсам в лечебно-профилактических учреждениях при внедрении комплексной медицинской информационной системы записи к врачу через Интернет / А. А. Дубровин, Н. М. Жилина // Врач и информационные технологии. – 2012. – № 4. – С. 56–61.
2. Азанов, В. Г. Структурно-функциональная модель управления потоками пациентов региональной консультативной поликлиники / В. Г. Азанов // Системы и средства информ. – 2016. – Т. 26, вып. 1. – С. 13–29.
3. Хачумов, В. М. Моделирование работы лечебного учреждения как системы массового обслуживания / В. М. Хачумов, С. В. Погодин // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2010. – № 1. – С. 49–56.

УДК 004.942

М. В. Рамазанов, С. А. Рамазанова, В. Н. Князев

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ВОПРОСЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация. Рассмотрены актуальные вопросы исследования процедур формирования технологических процессов предприятия средствами имитационного моделирования. Целью исследования является анализ режима работы над технологическим процессом на предприятии и определение оптимального с точки зрения минимизации затрат количества сотрудников – нормировщиков и технологов на предприятии, необходимого для формирования технологического процесса, а также исследование временных характеристик заявок на изделия в полном цикле их обработки. С учетом указанных целей исследования проведена разработка оригинальной дискретно-событийной имитационной модели, которая имеет комплексный характер и позволяет учитывать не только управленческие процессы по разработке технологического процесса, но и такие бизнес-процессы, как нормирование материалов бюро нормирования материалов (БНМ), нормирование операций нормировщиком, а также обладает средствами исследования временных характеристик заявок на изделия в полном цикле их обработки. По результатам исследования даны практические рекомендации по оптимизации управленческих и производственных бизнес-процессов и начата реализация системы формирования технологических процессов производственной компании г. Пензы.

В современном мире хозяйственно-экономическая деятельность предприятия любого профиля практически не обходится без применения современных эффективных информационных технологий и средств автоматизации. В области информационных технологий важное значение имеют технологии моделирования. Моделирование и, в частности, имитационное моделирование является одним из самых востребованных механизмов исследования, задействованных в самых различных областях: от науки до производственной деятельности [1–4].

На предприятии есть потребность в быстрой и качественной разработке технологических процессов (ТП) для того, чтобы оперативно предоставить их заказчику с несколькими ценами – от минимальной до максимальной, с целью получения заявок на производство и для увеличения прибыли, соответственно.

Заказчик создает эскизную карту, включающую в себя минимальное количество обязательных требований. На основе этого технологи предприятия разрабатывают ТП, включающий различные операции, нормировщики на них проставляют временные нормы, из которых складывается стоимость изделия, а бюро нормирования материалов устанавливает нормы материалов, которые тоже влияют на образование цены. С вероятностью 5 % БНМ может вернуть ТП на доработку технологам. После устранения замечаний ТП снова отправляется в бюро материального нормирования. Необходимо установить оптимальное количество штата, которое бы позволяло формировать минимум 140 ТП в месяц с условием минимальной зарплаты на выполнении и, в идеале, перевыполнении плана.

После этого на каждую операцию нормировщики высчитывают нормочасы, из которых складываются временные затраты на ТП. Для оптимизации производства и оптимальной работы над ТП необходимо установить количество штата технологов и нормировщиков, необходимое и достаточное для формирования не менее 140 ТП в месяц, зарплата которых будет минимальна при выполнении и перевыполнении плана по разработке ТП.

Целью данного исследования является анализ режима работы над технологическим процессом на предприятии и определение оптимального, с точки зрения минимизации затрат, количества сотрудников – нормировщиков и технологов на предприятии, необходимого для формирования технологического процесса, а также исследование временных характеристик заявок на изделия в полном цикле их обработки.

С учетом указанных целей исследования была проведена разработка дискретно-событийной имитационной модели [5–7]. Данная модель имеет комплексный характер и позволяет учитывать не только управленческие процессы по разработке технологического процесса, но и такие бизнес-процессы, как нормирование материалов БНМ, нормирование операций нормировщиком, а также обладает средствами исследования временных характеристик заявок на изделия в полном цикле их обработки.

Q-схема предложенной математической модели приведена на рис. 1.

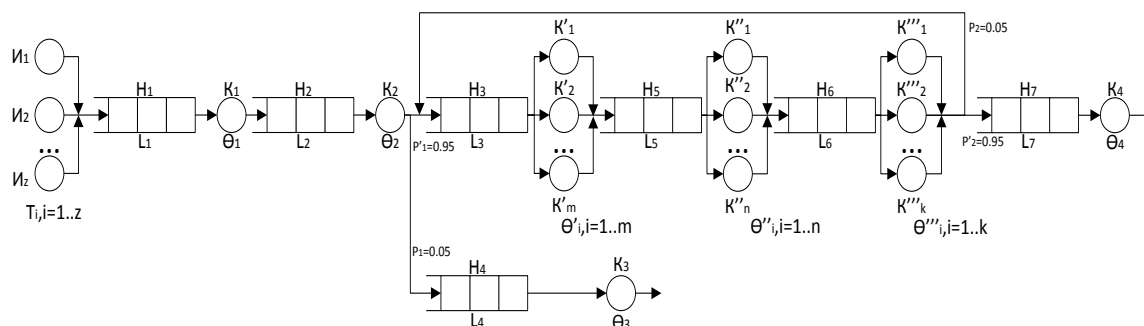


Рис. 1. Q-схема математической модели

В модели отражены все этапы обработки заявок: поступление заявок (I_1 – I_z , z – число различных видов ТП), создание предварительного ТП, на основании данных,

предоставленных заказчиком (K_1). Проверка заказчиком предварительного ТП (K_2). Если ТП не устраивает заказчика, то заявка уходит из системы (K_3). В случае одобрения заказчиком, ТП уходит на полноценное создание к технологам ($K'_1 - K'_m$, m – число технологов), после чего следует на простановку норм к нормировщикам ($K''_1 - K''_n$, n – число нормировщиков), а затем ТП идет на проверку в БНМ ($K'''_k - K'''_k$, k – число сотрудников БНМ). Финальная процедура – это утверждение ТП (K_4).

Результаты проведенных имитационных экспериментов показывают, что оптимальные параметры численности сотрудников, задействованных в соответствующих производственных бизнес-процессах, по критерию минимального выполнения плана имеют следующие значения: число нормировщиков – 4, число технологов – 3, число разработанных ТП за месяц – 140. Минимальная заработная плата при этом составляет 246 000 рублей.

В результате проведенной работы рассмотрены актуальные вопросы исследования процедур формирования технологических процессов предприятия средствами имитационного моделирования. Проведена разработка оригинальной дискретно-событийной имитационной модели, которая имеет комплексный характер и позволяет учитывать не только управленческие процессы по разработке технологического процесса, но и такие бизнес-процессы, как нормирование материалов бюро нормирования материалов (БНМ), нормирование операций нормировщиком, а также обладает средствами исследования временных характеристик заявок на изделия в полном цикле их обработки.

По результатам исследования даны практические рекомендации по оптимизации управленческих и производственных бизнес-процессов и начата реализация системы формирования технологических процессов производственной компании г. Пензы.

Библиографический список

1. Осипов, Г. С. Математическое и имитационное моделирование системы массового обслуживания / Г. С. Осипов. – Москва : Изд. дом Академии Естествознания, 2017. – 56 с.
2. Бабина, О. И. Имитационное моделирование процессов планирования на промышленном предприятии : монография / О. И. Бабина, Л. И. Мошкович. – Красноярск : Изд-во Сибирского федер. ун-та, 2014. – 200 с.
3. Прокимнов, Н. Н. Зарубежная практика промышленного применения технологий имитационного моделирования / Н. Н. Прокимнов // Прикладная информатика. – 2015. – № 1 (55). – С. 71–84.
4. Технологическая библиотека. Понятие технологического процесса и операций – URL: http://libraryno.ru/tehnologicheskij-process-i-ego-struktura-texnol_proizv (дата обращения: 20.01.2020).
5. Князев, В. Н. Вопросы исследования процедур формирования технологических процессов на предприятии средствами имитационного моделирования / В. Н. Князев, М. В. Рамазанов // Наука. Исследования. Практика : сб. избр. ст. по материалам Междунар. науч. конф. – Санкт-Петербург : Нацразвитие, 2020. – Ч. 2. – С. 120–123.
6. Князев, В. Н. Вопросы исследования методов создания технологических процессов на предприятии при проектировании автоматизированной системы средствами имитационного моделирования / В. Н. Князев, М. В. Рамазанов, С. А. Рамазанова // Технические и естественные науки : сб. избр. ст. по материалам Междунар. науч. конф. – Санкт-Петербург : Нацразвитие, 2020. – С. 80–83.
7. Князев, В. Н. Исследование процедур формирования технологических процессов предприятия средствами имитационного моделирования / В. Н. Князев, М. В. Рамазанов // Молодежь в науке: Новые аргументы : сб. науч. работ XII Междунар. конкурса науч. работ. – Липецк : Аргумент, 2019. – Ч. 1. – С. 69–76.

С. А. Рамазанова, М. В. Рамазанов, В. Н. Князев

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОХРАННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация. Рассмотрены актуальные вопросы разработки и исследования автоматизированной системы охраны предприятия с использованием технологии имитационного моделирования. Целью исследования является разработка дискретно-событийной имитационной модели, позволяющей оценить режим работы и структуру автоматизированной системы охраны предприятия, установить оптимальные параметры на функционирование системы с точки зрения минимизации затрат. Разработанная модель имеет комплексный характер и позволяет учесть как человеческий фактор, так и особенности аппаратного обеспечения. Проведенное имитационное моделирование позволило определить оптимальные параметры организационной структуры автоматизированной охранной системы предприятия.

В настоящее время ни одно государственное или частное предприятие не обходится без применения автоматизированных охранных систем, что достигается за счет активного использования современных эффективных информационных технологий, к которым относятся и технологии имитационного моделирования.

Информационные технологии интенсивно развиваются, вместе с ними развиваются технологии моделирования, в частности имитационное моделирование. Моделирование является одним из наиболее востребованных методов научного исследования в различных областях [1–4].

Охранная система отвечает за безопасность не только прилегающих территорий, но и людей, находящихся на ней, поэтому важно оптимально рассчитать ресурсы и определить оптимальный режим работы оборудования. Охранный сервис является важной сферой деятельности, поскольку от его эффективности зависит безопасность предприятий. Для построения надежной автоматизированной охранной системы требуется определить ее оптимальную структуру и режим функционирования.

По периметру предприятия установлены датчики движения (каждую 0,1 секунды с датчиков приходит сигнал), датчики температуры (каждую 1 секунду поступают сигналы состояния). При моделировании сигналы выступают заявками, которые обрабатывают каналы (контроллеры), и уже, в зависимости от типа поступившего сигнала – тревоги или нет, продолжают свой путь в системе. В случае возникновения опасной ситуации обработанный сигнал записывается в базу данных и поступает на пульт дежурного, который реагирует на сигнал не более, чем за 15 секунд с целью принятия решения об отправке персонала на разрешение тревоги. Система не лишена и ложных срабатываний – пробежавшее мимо животное, например. Сигналы тревоги имеют приоритет над всеми остальными сигналами.

Необходимо обеспечить надежную систему: все множество датчиков и контроллеров должно приводить к наименьшей задержке заявок в системе; необходимо определить оптимальное количество датчиков и контроллеров с учетом их минимальной стоимости при максимальном использовании и стабильности системы.

На рис. 1 представлена Q-схема математической модели блока датчиков и контроллеров в проектируемой автоматизированной охранной системе [5–7].

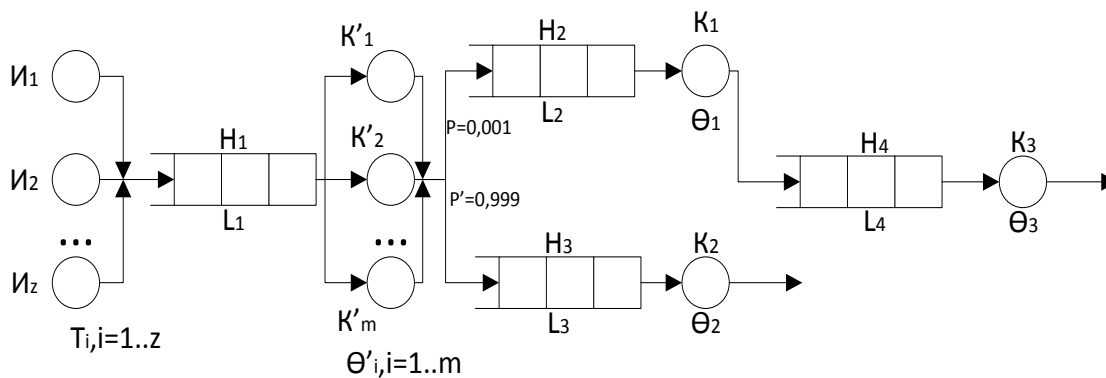


Рис. 1. Q-схема математической модели блока датчиков и контроллеров в автоматизированной охранной системе

В модели отражены все этапы обработки поступающих в систему с датчиков заявок: поступление сигналов (I_1 - I_z , z – число различных датчиков – тепловых или датчиков движения), обработка сигналов датчиков контроллерами (K'_1 – K'_m , m – число контроллеров). Если был обнаружен сигнал тревоги, то заявка фиксируется (K_1) и отправляется на консоль оператора охраны для принятия решения о дальнейших действиях (K_3), иначе заявка фиксируется (K_2) и покидает систему, как обработанная. P – вероятность прихода тревожного сигнала с датчика, P' – вероятность прихода нетревожного сигнала.

Были выдвинуты требования к проектируемой системе: стоимость менее 130 000 рублей, время задержки сигнала в системе не более 0,3 секунд, усиленная охрана 5 зон.

Были получены следующие результаты проведенного имитационного моделирования. Оптимальным результатом, разрешающим задачу для группы датчиков и контроллеров, являются следующие значения: количество температурных датчиков – 4, датчиков движения – 5, контроллеров, обрабатывающих их сигналы – 5. Стоимость аппаратной системы при этом составляет 129 000 рублей, что не выходит за рамки установленного бюджета. Один из 5 участков можно охранять, не используя тепловой датчик, так как датчик имеет меньшую частоту и меньшее время обработки сигнала. Обязательный приоритет необходим для датчиков движений, что дает выигрыш во времени обработки сигналов.

Аналогичным образом была разработана и исследована имитационная модель для блока сотрудников охраны. Оптимальным результатом, разрешающим задачу второго блока, являются следующие значения: количество групп реагирования – 2, количество охранников в группе – 1, минимальная заработная плата – 40 000 рублей.

В результате проведенной работы были рассмотрены актуальные проблемы исследования автоматизированных охранных систем с помощью имитационного моделирования. Была разработана и исследована дискретно-событийная имитационная модель, учитывающая аппаратные особенности системы и ее комплексный характер, что позволило определить оптимальные параметры организационной структуры автоматизированной охранной системы предприятия.

Библиографический список

1. Осипов, Г. С. Математическое и имитационное моделирование системы массового обслуживания / Г. С. Осипов. – Москва : Изд. дом Академии естествознания, 2017. – 56 с.

2. Бабина, О. И. Имитационное моделирование процессов планирования на промышленном предприятии : монография / О. И. Бабина, Л. И. Мошкович. – Красноярск : Сиб. Федер. ун-т, 2014. – 200 с.
3. Эльберг, М. С. Имитационное моделирование : учеб. пособие / М. С. Эльберг, Н. С. Цыганков. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2017. – 128 с.
4. Прокимнов, Н. Н. Зарубежная практика промышленного применения технологий имитационного моделирования / Н. Н. Прокимнов // Прикладная информатика. – 2015. – № 1 (55). – С. 71–84.
5. Князев, В. Н. Вопросы разработки автоматизированной охранной системы с применением моделей имитационного моделирования / В. Н. Князев, С. А. Рамазанова // Наука. Исследования. Практика : сб. избр. ст. по материалам Междунар. науч. конф. – Санкт-Петербург : Нацразвитие, 2020. – Ч. 2. – С. 122–125.
6. Князев, В. Н. Вопросы разработки автоматизированной охранной системы с применением моделей имитационного моделирования с учетом человеческого фактора / В. Н. Князев, С. А. Рамазанова, М. В. Рамазанов // Технические и естественные науки : сб. избр. ст. по материалам Междунар. науч. конф. – Санкт-Петербург : Нацразвитие, 2020. – С. 83–86.
7. Князев, В. Н. Исследование автоматизированной системы охраны предприятия с использованием технологии имитационного моделирования / В. Н. Князев, С. А. Рамазанова // Молодежь в науке: Новые аргументы : сб. науч. работ XII Междунар. конкурса науч. работ. – Липецк : Аргумент, 2019. – Ч. 1. – С. 76–86.

УДК 316.472.4

Н. А. Сергеева, Г. В. Кошелева

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ КАК ВИД ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ В СФЕРЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СПЕЦИАЛИСТОВ

Аннотация. Изучаются социальные сети на предмет использования в работе специалистов. Социальные сети предлагают новые способы взаимодействия, в первую очередь, новые информационные и коммуникационные каналы, а также специальные технологии общения и деятельности.

Широкая информатизация всех сфер жизнедеятельности общества принципиально изменяет роль информации и информационных технологий в социальном и экономическом развитии страны, влияет на его интеграцию в мировую экономическую систему.

Результаты последних исследований показали, что использование интернет – технологий и социальных сетей в работе специалистов может принести **реальную экономию и прибыль**.

Рассмотрим специалистов, использующих в работе социальные сети:

1. SMM менеджер – это специалист рекламного агентства, сотрудник отдела маркетинга или фрилансер, который занимается продвижением бренда с использованием социальных сетей.

В должностные обязанности специалиста входит: создание и ведение страничек в социальных сетях, своевременное наполнение их качественным интересным контентом; разработка стратегии продвижения продукта, создание медиа и контент-планы; продвижение товара или услуги; разработка креативных специальных проектов и конкурсов; подготовка отчетов по аккаунтам и продвижению; анализ активности конкурентов; мониторинг и анализ информационного поля; поддержание общения.

Специалист использует в работе следующие социальные сети: ВКонтакте, Одноклассники, Instagram, Facebook.

2. Редактор социальных сетей – это специалист, занимающийся созданием, проверкой и редактированием контента.

Специалист отвечает за: осуществление рассылок; написание постов, сценариев для видеороликов, текстов и их верстка; ежедневное ведение группы в социальной сети, ее развитие, стабильное увеличение целевой аудитории; поддержка высокой активности сообщества; проверка оригинальности контента; размещение конкурсов, розыгрышей и опросов в сообществе.

3. Блогер – это человек, ведущий дневник в интернете, он дополняет тексты графическими изображениями, видео, личными фотографиями.

Специалист может заниматься следующими видами блогинга:

- **видеоблоги (влоги)** (их ведут на Youtube);
- **текстовый блог** (посты можно публиковать в социальных сетях (Livejournal, V Kontakte, Facebook или на специальной площадке для ведения блогов (Blogger, Medium, Tilda));
- **фотоблог** (добно вести такие блоги в Instagram, Pinterest, Tumblr);
- **микроблог** (самым популярным сервисом стал Twitter).

4. Комьюнити-менеджер (community manager) – это специалист, который создает, администрирует сообщество в социальной сети, оказывает помощь и поддержку участникам сообщества, является промежуточным звеном между создателем бренда-товара-явления и потребителями.

Комьюнити-менеджер работает на форумах и блогах, как официальных, так и неофициальных с уже существующими пользователями.

Специалист использует в работе следующие социальные сети: ВКонтакте, Одноклассники, Instagram, Facebook.

5. Медиабайер – это специалист по закупке рекламных площадей в средствах массовой информации, который продвигает и размещает рекламную продукцию на информационных площадях.

В должностные обязанности специалиста входит: продвижение и размещение рекламной продукции на информационных площадях; мониторинг рекламных кампаний конкурентов; определение оптимальной рекламной площади; изучение расценок в различных средствах массовой информации; согласование условий цены, времени, размера рекламной площади, заключение договоров [1].

6. Таргетолог – это специалист, который занимается настройкой таргетированной рекламы в поисковых системах, социальных сетях, рекламных системах.

Этапы работы специалиста: определение целевой аудитории, ее характеристик, подбор таргетингов, подготовка рекламных объявлений, отслеживание эффективности размещения, корректировки размещения.

7. Специалист в области ДОУ – это специалист, выполняющий функции управления документами.

Специалиста могут заинтересовать следующие социальные сети:

- **professionali.ru** – российская социальная сеть, объединяющая специалистов по отраслям, профессиональным и географическим признакам;
- **LinkedIn** – социальная сеть для поиска нужных людей, обмена информацией, идеями и возможностями;
- **RB.ru** – деловая социальная сеть, которая предоставляет интерактивный портал для офисной аудитории;
- **XING** – деловая социальная сеть, ориентированная на европейские бизнес-круги;
- **Мой круг** – социальная сеть, позволяющая разместить свое резюме, найти нужную вакансию или предложить услугу.

Таким образом, они содействуют профессиональному и карьерному росту, повышают личный уровень знаний в своей профессии, позволяют получить ответы и рекомендации от опытных членов онлайн-сообщества [2].

8. Менеджер по персоналу (HR-менеджер) – специалист, отвечающий за формирование кадровых ресурсов в организации.

Использовать социальные сети для поиска персонала можно по-разному:

поиск в сети аккаунтов потенциальных кандидатов; рассылка объявлений о найме тем, кого оно может заинтересовать, и тем, кто может рекомендовать своих коллег; рассылка описания вакансий с просьбами о репосте.

Самые распространенные сети для поиска персонала:

1) **Facebook** – здесь можно найти как линейных специалистов, так и менеджеров среднего и высшего звена.

2) **LinkedIn** – сеть профессиональных контактов. В ней можно найти как линейных специалистов, так и топ-менеджеров.

3) **Habrahabr.ru** – широко используется специалистами в области IT.

4) **Vkontakte.ru** – сеть в основном рассчитана на молодую аудиторию и помогает искать специалистов на начальные позиции.

5) **Professional.ru** – это российский аналог сети LinkedIn. В ней зарегистрированы специалисты разных отраслей.

6) **Moikrug.ru** позволяет искать людей по рекомендациям коллег из области управления персоналом или кадровых агентств.

Для поиска сотрудников можно прибегнуть к помощи блогов и микроблогов: livejournal, diary, twitter, tumblr и т.д. [3].

Многие меняют работу через социальные сети, компании находят себе

сотрудников, некоторые группы специалистов целиком перевели туда свою профессиональную деятельность. В ближайшем будущем можно ожидать развития специализированного функционала, который позволит создавать виртуальные рабочие места, в частности это касается профессиональных сетей.

Библиографический список

1. Кто работает в социальных сетях. – URL: <https://postupi.online/journal/kem-stat/kto-rabotaet-v-socialnyh-setyah> (дата обращения: 23.12.2019).
2. Подбор персонала в соцсетях. – URL: <https://hr-tv.ru/articles/podbor-personala-v-sotssetjah.html> (дата обращения: 24.12.2019).
3. Михайлова, О. И. Исследование вопроса поиска работы в социальных сетях / О. И. Михайлова // Молодой ученый. – 2015. – № 16. – С. 41–38. – URL: <https://moluch.ru/archive/96/21614> (дата обращения: 26.12.2019).

М. М. Синцева, А. Г. Убиенных

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МЕДИЦИНСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Аннотация. Рассматриваются возможности применения мультиагентных технологий в медицинских информационных системах. Анализируются основные особенности мультиагентных систем. Рассматриваются примеры использования мультиагентных технологий в области медицины. Делается вывод о перспективности разработки мультиагентной системы диагностики состояния сердца.

Перспективным и важным направлением развития в IT-сфере является искусственный интеллект, а именно агентные и мультиагентные системы. На данный момент мультиагентные технологии уже вошли во многие сферы нашей жизни: кино, компьютерные игры, транспорт, логистика, геоинформационные системы, а также мобильные и сетевые технологии.

Мультиагентная система – система, образованная несколькими агентами. Агент в данном случае – это элемент системы, который представляет интересы какого-либо пользователя и должен решать стоящие перед ним задачи [1]. Наибольший интерес представляют интеллектуальные агенты, имеющие ряд преимуществ: способны автономно работать в режиме реального времени, обучаться, отслеживать изменения окружения, использовать предметные знания и абстракции, взаимодействовать с другими агентами, толерантность к ошибкам, в том числе, к неверным входным сигналам [2]. За счет множества параллельных и асинхронных взаимодействий, система быстро находит допустимое рациональное решение, несмотря на наличие множества самых различных и часто противоречивых критериев, причем в задачах любой размерности [3].

Одной из сфер, в которых актуально внедрение мультиагентных технологий, является медицина. Применение мультиагентных технологий возможно для эффективного планирования и организации лечебного процесса. Врачи, пациенты и ресурсы представляются своими агентами, которые участвуют в составлении расписания, исходя из собственных предпочтений и ограничений. Правила взаимодействия агентов задаются таким образом, чтобы в результате получались «хорошие» расписания в режиме реального времени. Использование таких систем возможно, к примеру, в больницах скорой помощи (на данный момент во Франции уже работают такие больницы) [4, 5].

Другой вариант использования мультиагентных технологий в медицине связан с имитационным моделированием [6]. С помощью мультиагентной структуры строится максимально приближенная к реальности имитационная модель конкретной больницы. В работе [7] описана имитационная модель отделения неотложной помощи. В данной модели агенты врачей и пациентов представляют собой конечные автоматы, имеющие несколько состояний, которые изменяются в зависимости от сигналов, полученных от других агентов. В работе [8] описана имитационная модель кардиохирургического отделения большой клинической больницы в Эйндховене (Нидерланды). В отличие от модели отделения неотложной помощи, в данной

имитационной модели агенты представляют не медицинский персонал, а палаты разных типов.

Так же возможно использование мультиагентных технологий для диагностики заболеваний, в частности, онкологических. На данный момент мультиагентные системы применяются для распознавания образов в дерматоскопии, а также в качестве средств автоматической диагностики [9, 10].

Современная диагностика сердечно-сосудистых заболеваний основана на использовании распределенной системы, использующей портативное оборудование, облачные базы данных, каналы связи и удаленный доступ к информации [11], а также средства автоматизированного анализа диагностической информации [12, 13]. Работа такой системы предполагает интерактивное взаимодействие многих акторов (таких как пациенты, врачи и медицинский персонал). Использование мультиагентных технологий позволит решить задачи имитационного моделирования, исследования и повышения эффективности работы такой системы.

Библиографический список

1. Городецкий, В. И. Самоорганизация и многоагентные системы. I. Модели многоагентной самоорганизации / В. И. Городецкий // Известия РАН. Сер.: Теория и системы управления. – 2012. – № 2. – С. 92–120.
2. Иванов, К. К. Программные агенты и мультиагентные системы / К. К. Иванов, В. М. Лужин, Д. В. Кожевников // Молодой ученый. – 2017. – № 7. – С. 11–13.
3. Мультиагентные технологии. – URL: <http://www.kg.ru/technology/multiagent> (дата обращения: 10.02.2020).
4. Amandi Daknou et al. Toward a multi-agent model for the care of patients at the emergency department // MAMECTIS'08 Proc. Of the 10th WSEAS intern. conf. on Math. Methods, computational techniques and intelligent systems, 2008. – P. 264–269.
5. Использование мультиагентных систем в задачах управления медицинским учреждением / А. Л. Чернявский, А. А. Дорофеюк, А. С. Мандель, И. В. Покровская, А. Г. Спиро // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2016. – № 4. – С. 92–100.
6. Бодин, О. Н. Имитационное моделирование многоагентной технологии в компьютерной диагностической системе «Кардиовид» / О. Н. Бодин, З. И. Баусова, О. Е. Безбородова, А. Г. Убиенных // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2019. – № 1 (27). – С. 78–86.
7. Manel Taboada et al. Agent-based emergency decisionmaking aid for hospital emergency departments / Emergencias, 2012. – Vol. 24. – P. 189–195.
8. Hutzschenreuter, A. K. Agent-based Patient Admission Scheduling in Hospitals / A. K. Hutzschenreuter // Proc. of 7th intrn. conf. on autonomous agents and multiagent systems (AAMAS 2008). – Industry and application track, 2008. – May, 12–16. – P. 45–52.
9. Mar, V. J. Artificial intelligence for melanoma diagnosis: How can we deliver on the promise? / V. J. Mar, H. P. Soyer // Ann. Oncol. – 2018. – № 29 (8). – P. 1625–1628.
10. Неретин, Е. Ю. Мультиагентная технология в ранней диагностике меланомы кожи / Е. Ю. Неретин, Ю. Л. Минаев, В. А. Акулов // Здравоохранение Российской Федерации. – 2018. – № 6. – С. 331–335.
11. Device and software for mobile heart monitoring / A. Kuzmin, M. Safronov, O. Bodin, M. Petrovsky, A. Sergeenkov // Proceedings of the 19th Conference of Open Innovations Association, FRUCT 2016. – 2016. – P. 121–127.
12. Пат. 2257838 Российская Федерация. Способ диагностики состояния сердечно-сосудистой системы / Бодин О. Н., Агапов Е. Г., Адамов А. В., Бурукина И. П., Кузьмин А. В. ; заявл. 10.08.2005.
13. Бодин, О. Н. Интеллектуальный анализ электрокардиосигналов для диагностики инфаркта миокарда / О. Н. Бодин, А. В. Кузьмин, Д. С. Логинов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2010. – № 1 (13). – С. 46–53.

А. А. Строительева

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CSAFE ПРОТОКОЛА ДЛЯ СВЯЗИ МЕЖДУ ГРЕБНЫМ ТРЕНАЖЕРОМ И КОМПЬЮТЕРОМ

Аннотация. Будет рассмотрен протокол для поддержки связи между оборудованием для фитнеса и компьютером на примере гребного тренажера. Представлены режимы работы протокола, его структура, особенности совместимости протокола с гребным тренажером.

CSAFE (Communications Specification for Fitness Equipment) – это протокол, используемый для связи между гребным тренажером Concept 2 и компьютером.

Спецификация CSAFE описывает схему физической проводки, а также формат кадров данных. Протокол CSAFE предназначен для работы где один модуль функционирует в режиме Ведущий, а другой – в режиме Ведомый. При этом процедура установления связи контролируется Ведущим модулем. Невозможно установление связи с конфигурацией Ведущий-Ведущий или Ведомый-Ведомый. Протокол CSAFE лицензируется на бесплатной основе для любой компании, лица или организации, желающей его использовать [1].

Протокол CSAFE обеспечивает функциональность сетевого и транспортного уровня по USB.

Протокол связи работает в двух режимах: стандартном и расширенном. Основное различие между этими двумя режимами заключается в формате кадра. Стандартный режим кадра обычно используется в случае, когда к одному компьютеру подключен только один гребной тренажер. Этот режим в первую очередь полезен в домашней обстановке, где есть только один тренажер и один управляющий компьютер.

Кадр определяется потоком байт со следующей структурой:

1. Стандартный флаг начала.
2. Содержание кадра.
3. Контрольная сумма.
4. Флаг конца.

Расширенный режим предназначен для использования, при подключении большого количества гребных тренажеров к одному или нескольким компьютерам. Этот режим полезен в тренажерном зале с несколькими тренажерами, расположенными далеко от управляющего компьютера. Все оборудование может быть подключено к одному мультиплексному блоку, который, в свою очередь, подключается к управляющему компьютеру по длинному кабелю.

Структура расширенного кадра:

1. Расширенный флаг начала.
2. Адрес назначения.
3. Адрес источника.
4. Содержание кадра.
5. Контрольная сумма.
6. Флаг конца.

Флаги начала и флаг конца являются уникальными значениями, используемыми для определения рамки и, следовательно, не могут отображаться в содержи-

мом кадра или контрольной сумме. Для обеспечения того, чтобы эти уникальные байты не встречались в другом месте кадра, используется метод заполнения байтов. Контрольная сумма включена в фрейм, чтобы позволить главному и подчиненному устройствам проверять целостность «содержимого рамки». Начало и конец кадра обозначаются уникальными байтами Начала и Конца. Если пропустить эти байты, кадр отбрасывается, а повторная синхронизация кадра происходит в начале следующего кадра.

Поскольку все содержимое кадра должно быть буферизовано перед вычислением контрольной суммы, ресурсы памяти на подчиненных устройствах обычно устанавливают ограничения на длину кадра. Для совместимости протокола CSAFE с гребным тренажером Сонсерт 2 применяются следующие ограничения длины кадра:

1. Максимальный размер кадра 96 байт, включая флаги начала / конца, контрольную сумму и содержимое кадра.

2. Все управление потоком обрабатывается изначально как часть USB [2].

Все ответы имеют одинаковый формат содержимого кадра.

С точки зрения ведущей системы тренажер будет рассматриваться как конечный автомат, который принимает определенный набор команд и предоставляет набор конкретных ответов, определяющихся текущим состоянием ведомого устройства. Гребной тренажер переключается между состояниями на основе команд, отправленных ведущей системой; действий, предпринимаемых текущим пользователем тренажера; событий, вызванных истечением определенных периодов времени. Рисунок 1 иллюстрирует связи между различными состояниями и событиями, которые вызывают изменение состояния.

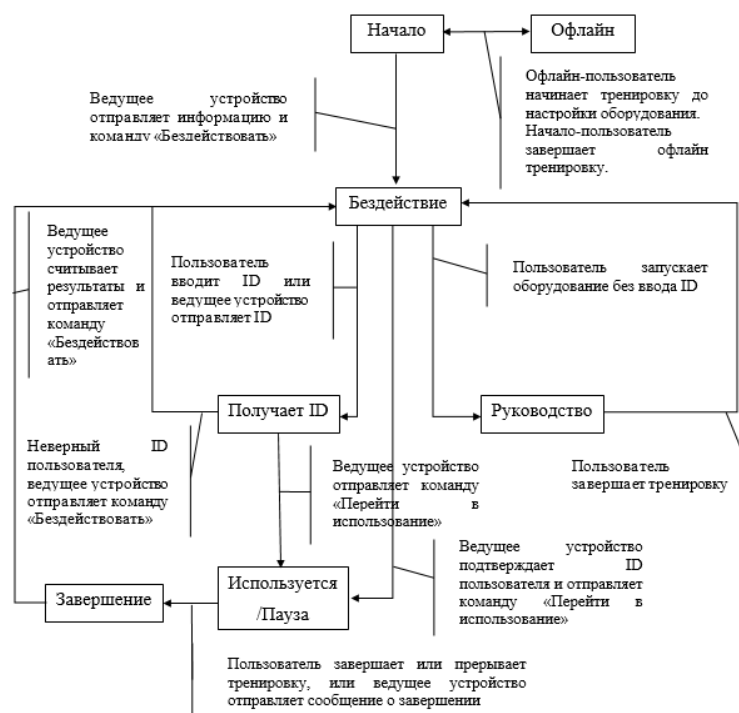


Рис. 1. Диаграмма состояний и событий системы [2]

Ведомое устройство инициализируется в состоянии Начало. Следовательно, ведущий должен быть готов к переходу в состояние Начало в любое время в случае сброса ведомого устройства (например, отключение питания пользователем). Кроме того, ведомое устройство может в любой момент перейти в состояние ошибки.

Библиографический список

1. CSAFE протокол. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Communications_Specification_for_Fitness_Equipment (дата обращения: 28.01.2020).
2. Документация SDK для PM5. – URL: <http://www.concept2.com/service/software/software-development-kit> (дата обращения: 28.01.2020).

УДК 608.2

В. В. Энн, И. С. Паршин

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

СОЗДАНИЕ КОДА ИГРОВЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ПАТТЕРНОВ В СРЕДЕ UNITY

Аннотация. Рассматриваются особенности написания кода игровых приложений в среде Unity с использованием различных поведенческих паттернов.

Программирование – недетерминированный процесс и для одной задачи существует огромное количество решений, из-за чего у программиста возникает сложности с выбором того или иного решения. Особенно в такой сфере, как разработка игровых приложений, где надо создать высокопроизводительное приложение за короткие сроки. Шаблоны проектирования – это общее решение задачи, которое может быть дополнено и оптимизировано под конкретные требования.

В рамках статьи будет рассмотрена разработка одной и той же игры в среде Unity с использованием двух поведенческих паттернов и без использования паттернов. Для примеров были выбраны следующие паттерны: паттерн «Состояние» и паттерн «Стратегия». «Состояние» – шаблон, позволяющий объекту изменять свое поведение в зависимости от внутреннего состояния. «Стратегия» – шаблон, который позволяет выбирать алгоритм путем определения соответствующего класса [1].

Для возможности быстрого переключения и оценки каждого примера было разработано игровое приложение, каждая часть в котором представлена в виде отдельного игрового уровня в рамках единого игрового приложения. На каждом уровне разработаны идентичные игровые объекты с одинаковыми поведением, визуально ничем не отличающиеся, но имеющие различия в структуре кода. Для наглядности в приложении разработаны персонажи, у которых изменяется состояние (движение объекта). Выделено 8 видов поведения: атакующее, отступление, движение вверх, движение вниз, движение влево, движение вправо, стойка на месте и отдельное поведение для игрового объекта, управляемого пользователем.

Для реализации паттерна «Стратегия» в среде Unity представлен абстрактный класс, являющийся родительским классом всех создаваемых игровых объектов уровня. Класс содержит экземпляр интерфейса, который содержит в себе функцию движения, а так же возможность переключения стратегии. Само изменение поведения выполняется с помощью функции, которая в качестве параметра принимает класс-поведение. Для каждого конкретного поведения игрового объекта разработан класс, реализующий конкретную стратегию. Все такие классы унаследованы от единого интерфейса, содержащего функцию движения.

Для реализации паттерна «Состояние» в среде Unity представлен абстрактный класс, который является родительским для всех создаваемых игровых объектов в рамках текущего игрового уровня. Класс содержит в себе экземпляры классов-состояний, функцию движения и возможность переключения состояния. Все классы состояний унаследованы от единого интерфейса и реализуют конкретное поведение.

Реализация уровня без применения шаблонов проектирования, подразумевается самое обычное программирование. В рамках разработки этого уровня реализован единый абстрактный класс, который содержит в себе реализацию движения для каждого конкретного состояния. Набор состояний представлен в виде перечисления, который содержит в себе весь вышеописанный список состояний. Таким образом класс содержит в себе экземпляр состояния, а так же возможность изменения состояния, от которого зависит тип движения. Переключение состояния реализовано в виде машины-состояний, которая реализована в виде конструкции switch, сравнивающей состояния. В зависимости от исполняемого блока, будет выполняться то или иное движение, соответствующее состоянию.

В среде Unity компоненты представлены в качестве префабов [2]. Для каждого уровня-реализации – свои шаблоны, внешне идентичные, но имеющие различия только в управляющем скрипте, который относится к тому или иному варианту, определенному на этапе проектирования.

Для определения наиболее эффективного шаблона для создания игровых приложений, проанализированы реализации выбранных в работе паттернов. В качестве параметров оценки выбраны следующие показатели (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительная таблица

№	Критерий	Паттерн «Стратегия»	Паттерн «Состояние»	Без паттерна	Вес
1	Общее количество строк исполняемого кода (меньшее значение предпочтительнее)	118	130	116	1
2	Глубина дерева наследования наибольший путь по иерархии классов к данному классу (меньшее значение предпочтительнее)	7	7	7	3
3	Количество классов	14	14	6	2
4	Взаимозависимость классов определяет число классов, на которые есть ссылки (меньшее значение предпочтительнее).	23	23	15	2
5	Сложность организации циклов определяет число ветвей (меньшее значение предпочтительнее)	68	68	62	2
6	Индекс удобства поддержки оценивает простоту обслуживания кода (большее значение предпочтительнее)	82	80	80	1
Результат:		431	441	383	

Метрика индекс удобства поддержки разработан специалистами из Carnegie Mellon Software Engineering Institute и рассчитывается автоматически с помощью встроенного в Visual Studio инструмента анализа – вычисление метрики кода. Эта мет-

рика может принимать значения от 0 до 100 и показывает относительную сложность поддержки кода. Чем больше значение этой метрики, тем легче поддерживать код.

Шаблон «Состояние» отличается от «Стратегии» тем, что в первом случае состояние объекта меняется за счет какого-то заданного внутреннего показателя, во втором – от внешних условий. В работе в качестве условия перехода были триггеры персонажей, которые реагировали на нахождение или отсутствие внутри себя других объектов. Поэтому в рамках работы наиболее эффективным оказался паттерн «Стратегия». Шаблон «Состояние» может подойти для более узкоспециализированных игровых приложений, в которых состояния объектов могут изменяться, например, в зависимости от времени.

Библиографический список

1. Фримен, Э. Head First. Паттерны проектирования / Э. Фримен, Э. Робсон, К. Сьерра, Б. Бейтс. – Санкт-Петербург : Питер, 2018. – 656 с.
2. Дикинсон, К. Оптимизация игр в Unity 5. Советы и методы оптимизации игровых приложений / К. Дикинсон. – Москва : ДМК-Пресс, 2017. – 306 с.

УДК 004

С. А. Филиппов

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

НЕГАТИВНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ МАССОВЫХ БЛОКИРОВОК ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ

Аннотация. Исследуются негативные последствия массовых блокировок интернет-ресурсов, не нарушивших законодательство. Приведены примеры и решения данных блокировок.

Интернет наряду с другими информационными технологиями занимает важное место в сегодняшней жизни людей [1]. Но сегодня любой интернет ресурс может быть заблокирован по тем или иным причинам. В соответствии с Федеральным законом № 398-ФЗ от 28 декабря 2013 года существует специальная классификация блокирования по следующим критериям: по основаниям, т.е. условиям принятия ограничительных мер; по порядку принятия решений о блокировке (судебный или внесудебный); по видам субъектов государственного управления. При этом не редко случается так, что фактически блокируются ресурсы не нарушившие законы.

Некоторые страны, включая Китай и Сингапур, блокируют доступ к определенным видам новостей, а Северная Корея пользуется только интранетом – внутренней компьютерной сетью. В США и большинстве европейских стран растет потенциал стратегии минимального вмешательства государственных органов в управление Интернетом. Фильтрацией также занимаются такие крупнейшие сайты, как YouTube или Twitch. В основном, это блокировка авторского контента.

Ведением государственного контроля за соблюдением обязательных требований законодательства РФ в сфере информационных технологий занимается Федеральная служба по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Но есть случаи, когда в случайном порядке, не нарушившие законов блокируются сайты, домены IP адреса, что влечет для компаний огромные денежные потери, а пользователи теряют возможность к доступу нужной информации.

По примерным подсчетам от массовых блокировок Роскомнадзором IP-адресов пострадали около 400 компаний

Компания-разработчик программного обеспечения Flexbby посчитала, что в течение нескольких месяцев российские компании, пострадавшие от массовых блокировок Роскомнадзора из-за ограничения доступа к Telegram, могут потерять \$1 млрд. Еще примерно столько же могут потерять и американские компании, Google и Amazon.

По некоторым данным всего от действий Роскомнадзора пострадали около 400 российских компаний, которые пользуются услугами облачных сервисов Google и Amazon. В частности, у них произошли сбои в работе хранилищ, приложений, систем искусственного интеллекта, геолокации, платежей, работы с банками, обслуживания клиентов. Потери самих Google и Amazon ожидают на уровне \$940 млн. по итогам года.

Роскомнадзор заблокировал более 16 млн. IP-адресов хостинг-провайдеров Google и Amazon. Исходя из перечня заблокированных подсетей, Роскомнадзор инициировал блокировку 9,4 тыс. IP-адресов, зарегистрированных самим Telegram, а также 3,6 млн. IP-адресов Google и 12,1 млн. IP-адресов структур Amazon. При этом у Amazon всего 19,7 млн. IP-адресов, то есть большая часть ресурсов, использующих сети Amazon, будет недоступна в России после блокировки всех подсетей из реестра [2].

В результате блокировок под блокировку попало приложение Zello. Роскомнадзор заблокировал 286 ip-адресов и 285 доменов, принадлежащих Google. Технические домены и адреса Google внесены в реестр запрещенных ресурсов на основании требования Генеральной прокуратуры – в связи с ограничением доступа к сервису Zello [3].

По данным некоммерческой организации «Роскомсвобода», блокировка IP-адресов и доменов Google происходит с 6 апреля. Под блокировкой находятся IP-адреса, принадлежащие домену <http://googleusercontent.com>, который используется Google для размещения служебного контента собственных ресурсов.

Роскомнадзор добивается блокировки IP-адресов Amazon.

Zello – приложение для различных платформ (iOS, Android, Windows), которое позволяет обмениваться голосовыми сообщениями по интернету. Принцип работы похож на рацию: пользователи не могут разговаривать параллельно, только по очереди. Но в отличие от обычных раций Zello работает везде, где есть интернет. Поэтому приложение получило большую популярность среди водителей-дальнобойщиков.

Zello создали российские разработчики, но сейчас компания расположена в американском Остине. Zello не стал вступать в реестр, поскольку это предусматривало бы обязанность в числе прочего хранить данные и общение всех пользователей в России. Аудитория Zello в России насчитывала около 400 тыс. пользователей. По всему миру у приложения около 100 млн. зарегистрированных, и 4 млн. активных пользователей в месяц.

При попытке входа на сайт artofproblemsolving.com информация о блокировке не появляется, но IP-адрес (45.56.124.84) форума есть в реестре запрещенных сайтов Роскомнадзора. В качестве причины указано решение Таганского суда Москвы о блокировке мессенджера Telegram на территории России [4].

Роскомнадзор вместо Telegram заблокировал горячую воду [5]. Ведомство безуспешно пытается приостановить работу мессенджера с апреля прошлого года.

Пользователи водонагревателей и котлов Ariston с функцией дистанционного управления пожаловались на сбои в работе приложения Ariston Net.

Производитель объяснил это попытками Роскомнадзора заблокировать мессенджер Telegram – используемые компанией IP-адреса попали в список Роскомнадзора.

Роскомнадзор, пытаясь ограничить доступ к Telegram заблокировал сайт англоязычного форума по олимпиадной математике Art Of Problem Solving, содержащий обсуждение математических задач [6].

Рассмотренные выше случаи показывают, что необходимо более тщательно проводить проверки и подходить к блокировке выборочно, чтобы не допускать проблем с доступом к сайтам, которые не нарушают действующего законодательства. Текущие ситуации приводят к тому, что массовые блокировки имеют негативные последствия в различных сферах деятельности [7].

Библиографический список

1. Маслов, В. А. Методика идентификации и событийного управления мобильными устройствами на основе технологии Bluetooth / В. А. Маслов, А. А. Финогеев, А. Г. Финогеев // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2008. – № 2 (6). – С. 64–72.
2. Роскомнадзору удалось заблокировать Zello в России / Ведомости. – URL: <https://www.vedomosti.ru/technology/articles/2018/04/12/766558-roskomnadzoru-zello>
3. Роскомнадзор заблокировал почти триста доменов Google / Ведомости. – URL: <https://www.vedomosti.ru/technology/articles/2018/04/11/766420-roskomnadzor-zablokiroval-google>
4. Реестр запрещенных сайтов / Роскомсвобода. – URL: <https://reestr.rublacklist.net/search/?q=zello>
5. Роскомнадзор вместо Telegram заблокировал горячую воду / Без Формата. – URL: <https://ekaterinburg.bezformata.com/listnews/roskomnadzor-vmesto-telegram-zablokiroval/72255067>
6. Роскомнадзор заблокировал англоязычный форум о математике, пытаясь заблокировать Telegram / Медиазона. – URL: <https://zona.media/news/2019/09/18/rkmndzr>
7. Князева, К. С. К проблеме блокировки Интернет-ресурсов в России / К. С. Князева, В. А. Маслов // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. VI Всерос. межвуз. науч.-практ. конф. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2019. – С. 298–300.

УДК 004.416

А. А. Яужев

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ ОБНОВЛЕНИЙ УСТРОЙСТВ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Аннотация. Рассмотрены аппаратные ограничения и особенности обновления программного обеспечения устройств интернета вещей; реализация контроля целостности и обеспечение доверия в ходе обновления.

Многие конечные устройства интернета вещей и промышленного интернета вещей, являются относительно простыми устройствами, обладающими ограничен-

ными аппаратными ресурсами и выполняющими ограниченный набор функций. Несмотря на это, ошибки или неоптимальная реализация их программ создают необходимость в обновлении программного обеспечения.

Обновление устройств интернета вещей может инициироваться самими устройствами путем периодического опроса сервера или других устройств в сети, сервером обновлений путем рассылки уведомлений или сочетанием данных способов.

Оптимальная реализация протокола обновления включает распространение обновления в виде 2х частей: непосредственно двоичного образа программы и его манифеста [1]. На основании манифеста устройство принимает решение о необходимости обновления, его размер, контрольные суммы, способ получения и установки образа. Анализ манифестов позволяет граничными устройствами сети интернета вещей координировать процесс обновления сети.

Манифесты и двоичные образы программ могут доставляться по той же коммуникационной среде, в которой осуществляется основной обмен данными между устройствами, тем самым позволяя повторно использовать код сетевого взаимодействия.

Двоичные образы программ кроме контроля целостности могут применять дополнительные способы защиты, такие как шифрование данных. Шифрование может осуществляться для доставки на конкретные устройства или группы устройств. В зависимости от протоколов и среды передачи данных шифрование образа программы может быть избыточно (например, в случае применения TLS).

В зависимости от аппаратных возможностей целевого устройства процесс обновления может выполняться:

- с использованием набора функций в основном коде программы – в данном случае функционирование устройства во время получения обновления не прерывается;
- с использованием загрузчика – в данном случае устройство переходит в режим загрузчика, и выполняет получение и применение обновления до возобновления работы.

Подтверждение целостности загруженного образа программы выполняется или во время загрузки (параллельно), или после полной загрузки нового образа. Проверка может выполняться программно или быть ускорена аппаратно. Наличие аппаратно реализованных алгоритмов существенно уменьшает объем загрузчика или набора функций обновления. Так, в устройствах, реализующих стек IEEE 802.11 или Bluetooth LE (например, STMicroelectronics STM32WB и Espressif ESP8266), зачастую имеется аппаратные блоки, реализующие алгоритм AES, которые могут быть использованы для расшифровки образа обновления программы и обработки данных.

Криптографические функции, включая функции безопасной загрузки, могут быть реализованы посредством внешних микросхем, таких как Microchip ATECC608A [2], работающих в сочетании с основным ПО микроконтроллера.

Для обеспечения контроля целостности исполняемой программы после обновления устройство должно реализовывать механизм безопасной загрузки с проверкой исполняемого образа при каждом запуске. Криптографические ключи, необходимые для проверки целостности ПО должны находиться в защищенной области памяти устройства [3]. Для сокращения рисков утраты корневого ключа может быть реализована многоуровневая система доверия, использующая более 2 ключей в цепочке (при использовании PKI).

В зависимости от аппаратных возможностей и ограничений устройство может хранить 2 и более версий программы, позволяя восстановить работоспособность

при нештатных ситуациях в процессе обновления, а также в случае снижения производительности сети. Для этого некоторые устройства могут использовать возможности контроллера памяти для многоуровневой адресации Flash (например, ARM M4), или отдельные микросхемы памяти, зарезервированные для хранения обновлений или резервных копий.

Библиографический список

1. Moran, B. An Information Model for Firmware Updates in IoT Devices / B. Moran, H. Tschofenig. – URL: <https://tools.ietf.org/html/draft-ietf-suit-information-model-05> (дата обращения: 03.02.2020).
2. Яужев, А. А. Обеспечение безопасности встраиваемых систем на основе микроконтроллеров / А. А. Яужев // Новые информационные технологии и системы : сб. науч. ст. XV Междунар. науч.-техн. конф. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2018.
3. Ngabonziza, B. TrustZone Explained: Architectural Features and Use Cases / B. Ngabonziza, D. Martin. – URL: <https://sefcom.asu.edu/publications/trustzone-explained-cic2016.pdf> (дата обращения: 03.02.2020).

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

УДК 004.056.5

С. А. Авдеев, А. П. Иванов

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ КАНАЛОВ УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ И МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ОТ УТЕЧКИ ПО НИМ

Аннотация. Предлагается общее обозрение существующих каналов утечки информации и их классификация по средам распространения информации. Также рассматриваются основные мероприятия по защите информации от утечки по рассмотренным каналам.

Под утечкой информации понимается бесконтрольный выход конфиденциальной информации за пределы организации или круга лиц, которым она была доверена. Утечка информации может осуществляться по различным каналам.

Канал утечки информации – совокупность источника информации, материального носителя или среды распространения несущего указанную информацию сигнала и средства выделения информации из сигнала или носителя.

Все каналы утечки данных можно разделить на косвенные и прямые. Косвенные каналы не требуют непосредственного доступа к техническим средствам информационной системы. Прямые соответственно требуют доступа к аппаратному обеспечению и данным информационной системы.

Каналы утечки информации можно также разделить по физическим свойствам и принципам функционирования:

1. Акустические технические каналы утечки информации. В прямых акустических технических каналах утечки информации средой распространения акустических сигналов является воздух, вода и другие гидромеханические среды. В качестве датчиков средств разведки используются высокочувствительные микрофоны, преобразующие акустический сигнал в электрический.

2. Акустовибрационные и акустооптический (лазерный) технические каналы утечки информации. В акустовибрационных (вибрационных) технических каналах утечки информации акустические сигналы, возникающие при ведении разговоров в выделенном помещении, при воздействии на строительные конструкции и инженерно-технические коммуникации, вызывают в них упругие (вибрационные) колебания, которые и регистрируются датчиками средств разведки. Для перехвата речевой информации по виброакустическим каналам в качестве средств акустической разведки используются электронные стетоскопы и закладные устройства с датчиками контактного типа.

Акустооптический (лазерный) технический канал утечки информации образуется при облучении лазерным лучом вибрирующих в акустическом поле, возникающем при ведении разговоров, тонких отражающих поверхностей (стекол окон,

картин, зеркал и т.д.). Отраженное лазерное излучение (диффузное или зеркальное) модулируется по амплитуде и фазе (по закону вибрации поверхности) и принимается приемником оптического (лазерного) излучения, при демодуляции которого выделяется речевая информация.

3. Акустоэлектрические и акустоэлектромагнитные (параметрические) технические каналы утечки информации. Акустоэлектрические технические каналы утечки информации возникают вследствие преобразования информативного сигнала из акустического в электрический за счет микрофонного эффекта в электрических элементах вспомогательных технических средств и систем (ВТСС).

4. Оптические – визуальные методы, фотографирование, видеосъемка, наблюдение. Переносчиком информации выступает свет, испускаемый источником информации или отраженный от него в видимом, инфракрасном и ультрафиолетовом диапазонах.

5. Электромагнитные – копирование полей путем снятия индуктивных наводок.

Перехват побочных электромагнитных излучений ТСИП осуществляется средствами радио-, радиотехнической разведки, размещенными вне контролируемой зоны.

6. Радиоизлучения или электрические сигналы от внедренных в технические средства электронных устройств негласного получения информации «закладных устройств», модулированные информативным сигналом;

7. Материальные – информация на бумаге или других физических носителях информации.

Каналы утечки информации можно также классифицировать по информативности на информативные, малоинформативные и неинформативные. Информативность канала оценивается ценностью информации, которая передается по каналу.

По времени проявления каналы делятся на: постоянные, периодические и эпизодические. В постоянном канале утечка информации носит достаточно регулярный характер. К эпизодическим каналам относятся каналы, утечка информации в которых имеет случайный разовый характер.

Защита информации от утечки по техническим каналам достигается проектно-архитектурными решениями, проведением организационных и технических мероприятий, а также за счет выявления электронных устройств негласного получения информации (закладных устройств).

К основным организационным и режимным мероприятиям относятся:

- привлечение к проведению работ по защите информации организаций, имеющих лицензию на деятельность в области защиты информации, выданную соответствующими органами;

- установление контролируемой зоны вокруг объекта;

- организация контроля и ограничение доступа на объекты ТСПИ и в выделенные помещения;

- введение территориальных, частотных, энергетических, пространственных и временных ограничений в режимах использования технических средств, подлежащих защите;

- отключение на период закрытых мероприятий технических средств, имеющих элементы, выполняющие роль электроакустических преобразователей, от линий связи и т.д.

К техническим мероприятиям с использованием пассивных средств относятся:

- контроль и ограничение доступа на объекты ТСПИ и в выделенные помещения;

- локализация излучений;

- развязывание информационных сигналов.

- К техническим мероприятиям с использованием активных средств относятся:
- пространственное зашумление;
 - линейное зашумление;
 - выявление закладных устройств с использованием пассивных средств;
 - выявление закладных устройств с использованием активных средств.

Библиографический список

1. Зайцев, А. П. Технические средства и методы защиты информации : учеб. для студ. вузов / А. П. Зайцева, А. А. Шелупанова, Р. В. Мешеряков ; под ред. А. П. Зайцева, А. А. Шелупанова. – Москва : Машиностроение, 2009 – 508 с.
2. Технические каналы утечки информации. – URL: <https://ru.bmstu.wiki>

УДК 004.457

Р. Е. Деревягин, А. Г. Фатеев

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

АНАЛИЗ РЫНКА СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ДОСТУПА, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ВИРТУАЛЬНЫХ ИНФРАСТРУКТУР

Аннотация. Проведен анализ рынка средств защиты информации (СЗИ) от несанкционированного доступа (НСД), применяемых для защиты виртуальных инфраструктур. Сделан обзор и проведен анализ СЗИ от НСД, имеющих действующий сертификат ФСТЭК. Проведенный анализ показал, что существующие СЗИ позволяют реализовать защиту информации от НСД для защиты виртуальных инфраструктур в полном объеме. Однако количество СЗИ, предлагаемых отечественными разработчиками и имеющих сертификат ФСТЭК, на данный момент крайне мало.

В настоящее время в Государственном реестре сертифицированных средств защиты информации [1] есть сведения о двух средствах защиты от несанкционированного доступа применяемыми для защиты виртуальных инфраструктур являются – vGate от компании «Код безопасности» [2] и ПАК Аккорд-В. от компании «ОКБ САПР» [3].

СЗИ vGate является сертифицированным средством защиты платформ виртуализации на базе VMware vSphere, Microsoft Hyper-V и Скала-Р. СЗИ обеспечивает защиту от специфических угроз виртуализации, позволяет контролировать действия администраторов виртуальной инфраструктуры и осуществляет фильтрацию трафика на уровне гипервизора.

vGate предназначен для решения следующих задач:

- разграничение доступа к управлению виртуальной инфраструктурой;
- контроль действий привилегированных пользователей;
- контроль целостности виртуальных машин;
- регистрация и мониторинг событий безопасности виртуальной инфраструктуры;

- фильтрация сетевого трафика на уровне гипервизора;
- выполнение требований и рекомендаций по защите виртуальной инфраструктуры.

СЗИ vGate имеет Сертификат Соответствия ФСТЭК РФ №2308, который подтверждает соответствие требованиям руководящих документов в части защиты от несанкционированного доступа – по 5 классу защищенности (СВТ5) и контроля отсутствия недеklarированных возможностей – по 4 уровню контроля (НДВ4), а также может использоваться в АС до класса защищенности 1Г включительно и для защиты информации в ИСПДн до 1 уровня включительно, ГИС до 1 класса включительно[3].

Кроме СЗИ vGate в реестре ФСТЭК есть сведения о сертификате, выданном ПАК Аккорд-В. Программно-аппаратный комплекс Аккорд-В. предназначен для защиты инфраструктуры виртуализации VMware vSphere 4.1, VMware vSphere 4.0 и VMware Infrastructure 3.5.

ПАК Аккорд-В. обеспечивает защиту всех компонентов среды виртуализации: ESX-серверов и самих виртуальных машин, серверов управления vCenter и дополнительных серверов со службами VMware (например, VMware Consolidated Backup).

ПАК Аккорд-В предназначен для решения следующих задач:

- доверенная загрузка и контроль целостности всех элементов инфраструктуры виртуализации;
- разграничение доступа администраторов виртуальной инфраструктуры и администраторов безопасности информации;
- разграничение доступа пользователей внутри виртуальных машин;
- аппаратная идентификация всех пользователей и администраторов инфраструктуры виртуализации.

ПАК Аккорд-В. имеет сертификат Соответствия ФСТЭК РФ №2308 который подтверждает соответствие требованиям руководящих документов в части защиты от несанкционированного доступа – по 3 классу защищенности и технических условий (СВТ3, ТУ) и контроля отсутствия недеklarированных возможностей – по 2 уровню контроля (НДВ2).

Были проанализированы два приказа ФСТЭК [4] [5] для оценки возможности использования СЗИ vGate и ПАК Аккорд-В для реализации мер защиты среды виртуализации. В результате было установлено, что СЗИ от НСД для защиты виртуальных инфраструктур vGate обеспечивает реализацию всех мер защиты от ЗСВ.1 до ЗСВ.10, тогда как Аккорд-В. только ЗСВ.1-ЗСВ.3 и ЗСВ.5-ЗСВ.7.

Сравнение СЗИ от НСД, применяемых для защиты виртуальных инфраструктур показало, что СЗИ от НСД vGate имеет и ряд других преимуществ перед СЗИ от НСД Аккорд-В. Например, компоненты СЗИ vGate могут устанавливаться на виртуальные машины. ПАК Аккорд-В не обладает такой возможностью. Еще одним ограничением ПАК Аккорд-В является Аккорд-В. является необходимость использования модуля доверенной загрузки Аккорд-АМДЗ.

Библиографический список

1. Государственный реестр сертифицированных средств защиты информации № РОСС RU.0001.01БИ00 // Официальный сайт ФСТЭК России. – URL: <https://fstec.ru/tekhnicheskaya-zaschita-informatsii/dokumenty-po-sertifikatsii/153-sistema-sertifikatsii/591>
2. СЗИ от НСД vGate // Официальный сайт разработчиков. – URL: <https://www.securitycode.ru/products/vgate>
3. СЗИ от НСД Аккорд-В // Официальный сайт разработчиков. – URL: <https://www.okbsapr.ru/products/virtsys/segment-v>

4. Об утверждении требований о защите информации, не составляющей государственную тайну, содержащейся в государственных информационных системах : приказ ФСТЭК России № 17 от 11 февраля 2013 г. // Официальный сайт ФСТЭК России. – URL: <https://fstec.ru/normotvorcheskaya/akty/53-prikazy/702>

5. Об утверждении состава и содержания организационных и технических мер по обеспечению безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных : приказ ФСТЭК России № 21 от 18 февраля 2013 г. // Официальный сайт ФСТЭК России. – URL: <https://fstec.ru/normotvorcheskaya/akty/53-prikazy/691>

УДК 004.056.53

Ю. А. Есьман, Н. А. Егорова

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ОБЗОР МЕТОДОВ ПОИСКА НЕДЕКЛАРИРОВАННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ В ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВАХ

Аннотация. Рассмотрены разновидности недекларированных возможностей в программных средствах, выявлены угрозы информационной безопасности, возникающие от них, и изучены основные методы их поиска.

На современном этапе столь динамичного развития и применения информационных технологий неизбежно возникает вопрос защиты информации. Основная особенность информационных технологий состоит в том, что их определяющим компонентом является программное обеспечение (ПО). В большинстве случаев именно ПО и выступает источником угроз информационной безопасности (ИБ).

Согласно [1] недекларированные возможности (НДВ) – функциональные возможности ПО, не описанные или не соответствующие описанным в документации, при использовании которых возможно нарушение конфиденциальности, доступности или целостности обрабатываемой информации. НДВ могут быть случайными ошибками программистов либо следствием преднамеренно видоизмененной части ПО [2]. Программа с НДВ может напрямую выполнять необходимую злоумышленнику функциональность, и умышленно создавать «дыры» в безопасности, являться своего рода бэкдором.

В зависимости от целей НДВ можно разделить на несколько категорий:

- получение полного доступа к удаленному компьютеру или системе. Такие программы аналогичны хакерским руткитам и бэкдорам, при том, что их функциональность заложена в одну из легальных программ пользователя;

- кража паролей доступа (функции кейлоггера). Наличие пароля удаленного доступа к компьютеру обеспечивает обширные возможности, а доступ к аккаунтам электронной почты и Skype позволит отслеживать переговоры и переписку, даже когда человек использует для общения другие компьютеры, на которых программ-закладок нет;

- несанкционированное изменение данных и вывод из строя информационной системы (ИС). Наибольшую угрозу такие программы представляют в автоматизированных системах управления технологическим процессом, в особенности критически важных объектов, управления техникой военного или двойного назначения.

Установленные программные закладки позволяют вывести из строя инфраструктурные и военные объекты потенциального противника.

Согласно [3] при наличии НДВ в ИС, для нее могут быть актуальны угрозы 1-го и 2-го типа, что приводит к необходимости обеспечения, в зависимости от деятельности организации, 1, 2 или 3 уровня защищенности данных при их обработке в ИС. Угрозы ИБ, реализуемые с помощью НДВ, чрезвычайно обширны. Виды угроз могут составлять угрозы неавторизованного доступа, отказа в обслуживании, внедрения вредоносного кода, сбора информации и несоответствующего использования.

Сейчас применяются два основных метода поиска уязвимостей кода: статический и динамический анализ исходного кода, регламентируемые РД. Сущность статического анализа исходного текста ПО заключается в проверке семантического и синтаксического соответствия текста ПО определенным правилам [4–7]. Основной задачей статического анализа ПО является восстановление алгоритма по исходному тексту программ. В процессе статического анализа используются следующие методы: анализ соответствия результатов контрольной сборки ПО исходным текстам ПО и данным документации; формирование перечня информационных объектов, подлежащих контролю, и анализ всех участков кода, в которых осуществляется обращение к ним; построение по исходным кодам цепочки вызовов функциональных объектов, анализ указателей, поиск и устранение «мертвого» кода, минимизация количества переменных. Дополнительное применение метрик сложности позволяет проводить статический анализ программ при отсутствии семантического означивания используемых функций и процедур.

Цель динамического анализа – контроль соответствия заявленных функциональных возможностей ПО реально реализованным в нем. Анализ осуществляется на версии ПО, в которую встроены специальные программные средства контроля и идентификации, позволяющие определять маршруты выполнения заявленных функций ПО с точностью до линейных участков и контролировать используемое адресное пространство. В результате проведения анализа формируется перечень потенциальных НДВ, т.е. фрагментов программного кода, для которых получены неудовлетворительные результаты соответствия правилам программирования, алгоритмизации и заявленной функциональности ПО, рассматриваемый далее экспертом.

Статический и динамический анализ ПО основываются на формальном подходе и позволяют создать легко применяемые средства анализа, независимые от анализируемых программ. Однако на данное время любой из этих методов имеет существенный недостаток – исследование безопасности проводится лишь относительно некоторого подмножества НДВ. Контроль программного кода и выявление НДВ – это та область, где особенно важно предотвращение возникновения инцидентов ИБ, поскольку их последствия могут оказаться фатальными. Именно поэтому так актуально сейчас разрабатывать новые и более эффективные методы выявления НДВ.

Библиографический список

1. Руководящий документ «Защита от несанкционированного доступа к информации Часть 1. Программное обеспечение средств защиты информации». – URL: <https://fstec.ru/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/dokumenty/114-spetsialnye-normativnye-dokumenty/382-rukovodyashchij-dokument-prikaz-predsdatelya-gostekhkommisii-rossii-ot-4-iyunya-1999-g-n-114> (дата обращения: 11.02.2020).
2. ООО «АМ Медиа». Недекларированные возможности. – URL: <https://www.anti-malware.ru/threats/undeclared-capabilities> (дата обращения: 11.02.2020).
3. Об утверждении требований к защите персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных : постановление Правительства Российской Федерации от 11.02.2020 № 127.

ской Федерации № 1119 от 1 ноября 2012 г. г. Москва. – URL: <https://rg.ru/2012/11/07/pers-dannye-dok.html> (дата обращения: 12.02.2020).

4. Контроль отсутствия недеklarированных возможностей программного обеспечения. – URL: <https://www.mstandard.ru/certification/04> (дата обращения: 14.02.2020).

5. Марков, А. Выявление уязвимостей в программном коде / А. Марков, С. Мионов, В. Цирлов. – URL: <https://www.osp.ru/os/2005/12/380655> (дата обращения: 14.02.2020).

6. Темнов, О. Д. Анализ и исследование методов и средств обнаружения недеklarированных возможностей / О. Д. Темнов. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-i-issledovanie-metodov-i-sredstv-obnaruzheniya-nedeklarirovannyh-vozmozhnostey> (дата обращения: 16.02.2020).

7. Осовецкий, Л. Г. Технология выявления недеklarированных возможностей при сертификации промышленного программного обеспечения / Л. Г. Осовецкий. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-vyyavleniya-nedeklarirovannyh-vozmozhnostey-pri-sertifikatsii-promyshlennogo-programmnogo-obespecheniya-po/viewer> (дата обращения: 16.02.2020).

УДК 004.056.55

Д. А. Каблов

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ОБЗОР И АНАЛИЗ ИМЕЮЩИХСЯ СОТОВЫХ ТЕЛЕФОНОВ В ЗАЩИЩЕННОМ ИСПОЛНЕНИИ

Аннотация. Приведен обзор и анализ имеющихся сотовых телефонов в защищенном исполнении, рассмотрены принципы организации шифрованной телефонной связи в сетях стандарта GSM, а также технология VoLTE для передачи шифрованной речевой информации от абонента до абонента в сетях стандарта LTE.

В процессе зарождения новых проектов и заключения выгодных соглашений непрерывно растет число деловых контактов. При этом любая процедура принятия решения подразумевает, прежде всего, речевое общение партнеров. Речевая информация чаще всего передается по открытым сетям стандарта 2G (GSM), 3G (UMTS), в результате чего возникает угроза перехвата и использования конфиденциальной информации злоумышленниками.

В настоящее время количество специальных сотовых телефонов в защищенном исполнении ограничено, а стоимость такого аппарата достаточно велика.

На сегодняшний день на российском рынке представлены следующие модели специальных сотовых телефонов в защищенном исполнении:

– специальный сотовый телефон SMP-АТЛАС/2 стандарта 2G (GSM 850/900/1800/1900) (имеет сертификат ФСБ России № СФ/120-3110 от 25.04.2017 года, действует до 25.04.2020 года);

– специальный сотовый телефон М-633С стандарта 2G (GSM 850/900/1800/1900) (имеет сертификат ФСБ России № СФ/020-3109 от 25.04.2017 года, действует до 25.04.2022 года);

– специальный сотовый телефон М-752 предназначенный для работы в сетях мобильной связи 2G, 3G, 4G;

– специальный смартфон М-714К стандартов 2G (GSM 850/900/1800/1900) и 3G (UMTS) (имеет сертификат ФСБ России № СФ/120-3434 от 10.07.2018 года, действует до 10.07.2021 года);

- специальный смартфон М-714 стандартов 2G (GSM 850/900/1800/1900) и 3G (UMTS) (имеет сертификат ФСБ России № СФ/020-2835 от 17.02.2016 года, действует до 31.12.2020 года);
- защищенный сотовый телефонный аппарат «Телефон-Н2» стандарта 2G (GSM 900/1800/1900) (имеет сертификат ФСБ России № СФ/СЗИ-0183 от 30.11.2017, действует до 30.11.2022 года);
- защищенный сотовый телефонный аппарат «Вектор» стандартов 2G (GSM 900/1800) и 3G (UMTS 900/2100).

Общим для всех представленных моделей сотовых телефонов в защищенном исполнении является использование только стандарта связи GSM. Исключение составляют сотовые телефоны М-752 (поддержка 3G, 4G) и М-714К (поддержка 3G), смартфоны М-714 (поддержка 3G) и «Вектор» (поддержка 3G).

Проектирование защищенных сотовых телефонов только для работы в сетях стандарта GSM обуславливается необходимостью реализации пользовательского шифрования данных и передачи уже зашифрованных данных в канал связи.

Шифрованную речевую информацию от абонента до абонента в сети GSM 900/1800 можно передать только по «прозрачному» дуплексному каналу передачи данных (сервис BS-26T) при выполнении необходимых настроек системы, таких как запрет использования протокола защиты от ошибок, запрещение повторной передачи кадров, что позволяет использовать стандарт для организации шифрованной телефонной связи [1]. В этом случае зашифрованный канал, по которому передается информация, устанавливается от одного участника связи до другого без расшифровывания информации в тракте сети связи. При этом процесс шифрования/расшифровывания производится на парных ключах, не передаваемых по сети и, следовательно, недоступных третьим лицам.

С точки зрения возможности применения в сетях связи дополнительного контура абонентского шифрования, требующей доставки информации в реальном времени, главным свойством является возможность передачи по этим сетям связи произвольных (шифрованных) данных от абонента до абонента в «прозрачном» (без перекодирования, уплотнения и т.п.) виде с приемлемой для данной информации задержкой, скорости передачи и вероятности ошибок на бит передаваемой информации.

Дополнительный контур абонентского шифрования речевой информации, реализованный в специальных сотовых телефонах, может функционировать как наложенная подсистема конфиденциальной речевой связи с использованием сетей GSM, UMTS [2].

Помимо используемого метода организации шифрованной связи с использованием сотовых телефонов в защищенном исполнении с использованием «прозрачного» дуплексного канала передачи данных стоит рассмотреть реализацию пользовательского шифрования данных и передачи уже зашифрованных данных в канал связи с использованием сетей четвертого поколения и технологии VoLTE.

У сети LTE, в сравнении с предыдущими поколениями сети, лучше показатели по задержкам и RTT. Данная сеть приспособлена для работы с трафиком, критичным к качеству канала передачи, а именно, с шифрованными данными от абонента до абонента.

Осуществление голосовых вызовов в сети LTE переходит на протокол IP непосредственно с мобильного устройства. В качестве ядра для поддержки голосовых вызовов сети LTE используется IMS [3].

Для регистрации в сети мобильное устройство должно убедиться, что сеть оператора поддерживает передачу голоса поверх IP в конкретной зоне радиопокрытия. Если это так, то смартфон пытается активировать bearer (канал связи по IP) со

специальным идентификатором APN и со специально выделенным классом обслуживания QCI-5, который зарезервирован и оптимизирован для IMS-signaling. Данный класс обслуживания имеет более высокий приоритет по сравнению с классом обслуживания для передачи данных, которая используется для выхода в Интернет, но он не требует гарантированной полосы передачи данных и менее критичен к задержкам чем для голоса и видео. По завершению процесса активации канал связи (bearer) у мобильного устройства имеет IP адрес, и сеть сообщила IP адрес P-CSCF, который уже является первым элементом ядра IMS. Именно к нему смартфон впервые обращается по протоколу SIP и осуществляет регистрацию в IMS.

После регистрации в ядре IMS мобильное устройство получает возможность совершать голосовые вызовы, отправлять/принимать SMS, а также осуществлять передачу зашифрованной речевой информации от абонента до абонента.

Библиографический список

1. Пат. 2433547. Способ, устройство и система абонентского шифрования речевой информации и ее передачи по сетям связи общего пользования / Беляков А. В., Ермилов С. А., Шкуренок Д. А. ; заявл. 24.03.2019, Бюл. № 31.
2. Каарахен, Х. Сети UMTS. Архитектура, мобильность, сервисы / Х. Каарахен и др. – Москва : Техносфера, 2007. – 460 с.
3. Тихвинский, В. О. Сети мобильной связи LTE технологии и архитектура / В. О. Тихвинский, С. В. Терентьев, А. Б. Юрчук. – Москва : Эко-Трендз, 2010. – 284 с.

УДК 004.056

О. С. Коваленко

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

КАТЕГОРИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ ОБЪЕКТОВ КРИТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Аннотация. Рассматриваются основные аспекты категорирования объектов критической информационной инфраструктуры (далее – КИИ). Также показана актуальность вопросов, связанных с безопасностью КИИ. Анализируется закон «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации». Обсуждаются вопросы категорирования объектов и ведения реестра значимых объектов. Сделаны выводы о недостатках и преимуществах федерального закона в целом.

В настоящее время почти все сферы жизни человека, общества и государства стали зависеть от информационных инфраструктур. Поэтому вопрос информационной безопасности является актуальным на международном уровне. Чаще всего кибер-атакам подвергаются объекты КИИ: информационно-телекоммуникационные системы, информационные системы, автоматизированные системы управления государственных органов, государственных учреждений и компаний, функционирующие во всех областях жизнедеятельности городов, субъектов и всей страны в целом.

После начала действия Федерального закона от 26.07.2017 №187 «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» (да-

лее – 187-ФЗ) субъекты, на которые распространяются нормы данного закона, должны организовать комплекс мероприятий по исполнению положений данного нормативного акта, а также появился новый фрагмент в отрасли защиты информации, а так же новые субъекты и объекты взаимодействия, которые подлежат категорированию в соответствии с новыми постановлениями и приказами. Исходя из этого целесообразно рассмотреть особенности категорирования [1].

Важную роль законодатель отводит значимым объектам информационной инфраструктуры, то есть тем объектам, которым в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 8.02.2018 г. № 127 «Об утверждении Правил категорирования объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации, а также перечня показателей критериев значимости объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации и их значений» (далее – ПП № 127) присвоена категория значимости [2].

При этом рассматриваемые объекты, нередко, уже существовали до того как вступил в силу 187-ФЗ, и даже прошли необходимую классификацию и, в большинстве случаев, имеют соответствующую систему защиты информации и класс защищенности.

Из чего следует, что задача категорирования и обеспечения безопасности значимых объектов КИИ нередко будет сводиться к дополнительной классификации (категорированию), доработке и модернизации систем защиты информации информационных систем, информационно-телекоммуникационных сетей и автоматизированных систем управления.

Одним из главных составляющих 187-ФЗ является категорирование, которое необходимо для правильной расстановки приоритетов, при организации защиты информационной инфраструктуры. Оно зависит от значимости объекта, которая определяется размером ущерба, который был причинен владельцу КИИ, обществу или государству, в результате проведенной атаки на систему. Категории определяются опираясь на значимость. По завершению категорирования объекту присваивается категория (первая, вторая или третья), затем он включается в реестр значимых объектов КИИ [1].

Федеральный закон «О безопасности критической информационной инфраструктуры» повлек за собой поправки в уже существующих нормативных документах. Ряд документов и требований еще требуется принять.

К преимуществам принятия 187-ФЗ, учитывая все поправки в законах и принимаемые новые нормативные документы, можно отнести:

- увеличение уровня интереса и ответственности общества к проблемам информационной безопасности может решить проблемы человеческого фактора, что является одной из главных составляющих защиты информации;
- объекты, которые попадают под категоризацию, будут обязаны направить значительную часть финансовых ресурсов на выполнение требований и быть готовыми к регулярному взаимодействию с ключевыми организациями по вопросам обеспечения информационной безопасности, что приведет к повышению уровня защиты информации;
- возрастание интереса и потребности в улучшении качества отечественных разработок информационных технологий;
- единый реестр значимых объектов информационной инфраструктуры заставит обратить внимание ключевых органов исполнительной власти, в первую очередь, на критически значимые объекты страны.

К недостаткам можно отнести следующие моменты:

- резкое увеличение финансовых затрат затронет все объекты, подлежащие категоризации, что для некоторых из них окажется весьма затруднительным с точки зрения реализации выполнения;

– практическая реализация закона затруднена из-за его несовершенства: на сегодняшний день федеральный закон не полностью развернут, некоторые пункты требуют полной доработки, а для принятия подзаконных актов и требований необходимо время.

Защита КИИ требует привлечения огромных материальных сил и финансовых вложений. Полная изоляция объектов КИИ от внешнего мира тоже не является решением проблемы, поскольку высокий процент оборудования, используемого на объектах, составляют иностранные разработки. Наиболее оптимальным вариантом полноценного обеспечения защиты объектов КИИ считается подключение к ним Центра мониторинга информационной безопасности. Он предоставляет полный спектр услуг по мониторингу и администрированию систем защиты информации, выявлению и реагированию на инциденты. Это позволит субъектам КИИ более экономно осуществлять требования данного федерального закона.

Библиографический список

1. О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации : федер. закон № 187 от 26.07.2017. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/42128> (дата обращения: 06.02.2020).
2. Об утверждении Правил категорирования объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации, а также перечня показателей критериев значимости объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации и их значений : постановление Правительства РФ № 127 от 08.02.2018. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201802130006> (дата обращения: 06.02.2020).

УДК 004.056.55

В. С. Ковалерова

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ ЗАЩИТЫ АППАРАТНОГО КРИПТОКОШЕЛЬКА

Аннотация. Осуществлен обзор применения и наличия механизмов защиты аппаратного криптокошелька. Механизм защиты от атак фишинга позволит предотвратить ошибку подтверждения ложного адреса получателя при осуществлении транзакции, поэтому вопрос защиты и безопасности в аппаратном криптокошельке в настоящее время остается наиболее важным. Срабатывание механизма защиты позволит указать на факт совершения атаки, что исключит отправку денежных средств по ложному адресу. В работе проанализирована статистика государственного признания странами криптовалют, что указывает на актуальность данной темы. Представлено аппаратное (физическое) средство, использующее при анализе данных исследований.

Криптовалюты основаны на технологии блокчейн. Эта технология используется, в частности, крупными банками и отдельными государственными структурами, чтобы упростить обработку информации и осуществление транзакций. Криптовалюты представлены транзакциями, записанными в блокчейне, который может быть просмотрен любым пользователем. Это одновременно означает, что транзакции, проходящие на основе этой технологии не зависят от государственных струк-

тур и от официальной денежной системы, и что все финансовые операции каждого пользователя блокчейн могут быть доступны любым другим пользователям интернета.

В технологии криптовалют вирусные атаки все больше нацелены на использование в преступных целях ключевых составляющих блокчейн экосистемы – майнинговых ферм и электронных кошельков пользователей (далее – кошельки).

Кошельки пользователей – это структуры для хранения криптовалюты, то есть виртуальных денег на основе блокчейна, представляющие собой фактически две цифры – уникальный идентификатор кошелька (биткоин-адрес (открытый ключ), к которому привязаны все деньги) и секретный ключ.

Имеющийся открытый ключ можно сообщать третьему лицу, который собирается перевести денежные средства на кошелек пользователя, то есть оплатить что-то на указанный идентификатор (счет). После транзакции криптоденьги будут привязаны к данному биткоин-адресу.

В данной статье рассматривается кошелек «холодного» хранения. Аппаратный кошелек «холодного» хранения хранит криптовалюту в автономном режиме без подключения к сети Интернет.

На ранних этапах существования криптовалют, а в некоторых странах и по настоящее время, криптовалюты не регулировались на государственном уровне. В настоящее время в европейских странах используется достаточно мягкий режим правового регулирования криптовалют. В Германии в 2013 году криптовалюта признана официальным средством расчетов. В США действуют законы отдельных штатов, общей особенностью которых является формирование правовых основ использования криптовалют в различных сферах бизнеса, а не их запрещение.

В России до настоящего времени не выработано четкое понимание феномена криптовалюты – является ли она основой развития технологического прогресса или источником негативного влияния на финансовую систему.

В 2016 году ФНС России отмечалось, что использование криптовалют не запрещено действующим законодательством, а операции, осуществляемые на основе криптовалют, могут приравниваться к валютным операциям. Вместе с тем, в 2017 г. Банк России предупреждал граждан о небезопасности инвестиций в криптовалюты. При этом на государственном уровне обсуждается возможность введения национальной криптовалюты – крипторубля, технические особенности которого, согласно пока не реализованной концепции, будут отличаться от особенностей классических криптовалют.

В данной статье рассматривается аппаратный кошелек Trezor, производимый чешской компанией SatoshiLabs. К главной уязвимости данного аппаратного кошелька относится не возможности подтверждения адресата получателя при переводе криптовалюты, то есть фишинг-атака.

При первоначальной настройке сначала следует подключить устройство к компьютеру через USB-переходник. После чего в браузере перейти на сайт компании myTrezor.com для выполнения дальнейших инструкций. Перейдя по этой ссылке нужно выбрать модель «TREZOR One», а затем осуществить скачивание программы «TREZOR Bridge», необходимой для взаимодействия компьютера с электронным кошельком.

Скачать дистрибутив для соответствующей ОС, а затем установить специальное программное обеспечение.

На странице личного кабинета предлагается выбор двух вариантов дальнейших действий с кошельком: создание нового хранилища «Create a new wallet», восстановление доступа к существующему депозиту «Recover wallet» с помощью SEED-фраз.

При нажатии кнопки «Create new» сгенерируется новый кошелек, в котором необходимо активировать функцию восстановления в случае потери или поломки устройства. Активация начнется после нажатия на кнопку «Create a backup», а затем будут отображены рекомендации сервиса для хранения паролей. После перехода по ссылке «Continue» на дисплее кошелька «TREZOR» отобразится первое секретное слово, которое нужно сразу записать на надежный носитель, который будет недоступен третьим лицам. Когда будет переписан весь пароль, он отобразится еще один раз для проверки соответствия записям, и в дальнейшем доступ к секретным словам на кошельке будет невозможен.

На следующем этапе необходимо задать имя кошелька, которое понадобится для идентификации при одновременном использовании нескольких устройств «TREZOR». Последний этап первоначальной настройки «TREZOR» это создание PIN-кода с целью безопасного входа в личный кабинет.

После ввода PIN-кода на экране кошелька высвечиваются одно за другим 24 случайно сгенерированных слова, которые необходимо записать. Эта фраза может быть использована для восстановления кошелька.

Библиографический список

1. Глотков, В. И. Минимизация рисков в кредитнофинансовой сфере (блокчейн) / В. И. Глотков, Д. М. Михайлов // Экономика. Налоги. Право. – URL: <https://cyberleninka.ru>
2. Борисова, О. В. Криптовалюта как средство повышения привлекательности российского бизнеса / О. В. Борисова. – 2017. – № 9. – URL: <https://cyberleninka.ru>
3. Trezor wallet – обзор криптовалютного кошелька для хранения. – URL: <https://clickchain.ru/library/obzor-kriptovalyutnogo-koshelka-trezor>

УДК 004.056.53

Е. С. Лампетова

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

АУДИТ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МЕТОДОМ ТЕСТИРОВАНИЯ НА ПРОНИКНОВЕНИЕ

Аннотация. Были выделены отличительные особенности тестирования на проникновение как способа аудита информационной безопасности, проанализированы основные методы тестирования, а также рассмотрены основные этапы его проведения и средства автоматизации, применяемые при этом.

Тестирование на проникновение – метод оценки безопасности системы средствами моделирования атаки злоумышленника. Оно позволяет получить объективную оценку возможности и способа осуществления несанкционированного доступа к системе за счет эксплуатации ее уязвимостей.

Главной целью тестирования на проникновение является выявление и оценка уязвимостей, которые могут быть успешно использованы злоумышленником. Оценка уязвимостей включает в себя изучение и анализ реакции системы при моделиро-

вании атак потенциальных злоумышленников, направленных на эксплуатацию уязвимостей системы.

Условно все уязвимости информационной системы можно разделить на несколько групп: организационные уязвимости и недостатки в процессах обеспечения информационной безопасности, уязвимости общесистемного ПО, уязвимости прикладного ПО, уязвимости сетевой инфраструктуры.

Основной отличительной особенностью теста на проникновение по сравнению с традиционным аудитом информационной безопасности являются: большая детализация найденных уязвимостей системы, более точная оценка рисков информационной безопасности, большая достоверность результатов аудита, детальная проработка найденных уязвимостей, что позволяет получить более объективную оценку процессов обеспечения информационной безопасности организации.

При этом у тестирования на проникновение существует ряд недостатков: недостаток времени и высокая стоимость тестирования, ограниченный объем испытаний, основанный на требованиях за данный период времени (меньшая глубина охвата информационной инфраструктуры организации), возможность разрушения системы или потери системы в состоянии отказа в результате испытания на проникновение.

Тестирование на проникновение может осуществляться 3 методами: «черного ящика», «серого ящика» и «белого ящика».

Метод «Черного ящика» предполагает, что никакой информации о тестируемой системе не предоставляется, и специалист по тестированию на проникновение должен собрать все интересующие его сведения самостоятельно. Метод «Белого ящика» предусматривает передачу специалисту по тестированию на проникновение всех значимых с точки зрения безопасности сведений о системе, которые он запросит. Метод «Серого ящика» является компромиссом между двумя упомянутыми ранее. В этом варианте специалисту по тестированию на проникновение передается заранее согласованный ограниченный набор сведений. При этом проводится имитация действий нарушителя, обладающего ограниченными знаниями об организации, ее корпоративной сети и системе защиты [1].

Процесс тестирования на проникновение как правило включает в себя следующие этапы: планирование теста, поиск целей, поиск сведений о наличии потенциальных уязвимостей, проникновение в систему и эксплуатация уязвимостей, составление отчета.

Планирование теста на проникновение включает в себя определение стратегий и целей тестирования на проникновение, сроки и стоимость работ, методы, которые будут применены при проведении тестирования, а также перечисление проверяемых областей, типы планируемых испытаний и т.д.

Этап «Поиск целей» характерен для тестирования на проникновение методом «черного ящика» и «серого ящика». При проведении тестирования методом «белого ящика» специалисту по тестированию изначально предоставляется список целей информационной системы [2]. На данном этапе осуществляется сбор и анализ максимально подробной информации о тестируемой системе из общедоступных источников с применением специализированных инструментальных средств.

Поиск сведений о наличии потенциальных уязвимостей заключается в сканировании ресурсов системы различными программами-сканерами с целью обнаружения уязвимостей. Специализация таких сканеров может быть ориентирована на тестирование периметра сети, web-сайтов, отдельных программ и сервисов [3].

На этапе проникновения в систему и эксплуатации уязвимостей осуществляется фактическое проникновение в систему, включающее внутренние и внешние атаки. Проведение возможных атак осуществляется на основе выявленных уязвимо-

стей системы. Эксплуатация уязвимостей может осуществляться как ручным способом, так и с применением средств автоматизации. В качестве инструмента для проведения тестирования могут использоваться эксплойты. В случае невозможности применения автоматизированного подхода специалист по тестированию вручную проверяет обнаруженные потенциальные уязвимости. При получении доступа к информационной системе проводятся попытки повышения привилегий и моделирование деструктивных действий в системе.

По проведении теста на проникновение разрабатывается отчет о тестировании, содержащий полное описание процесса тестирования, описание выявленных уязвимостей и недостатков, базовую оценку процессов обеспечения информационной безопасности в информационной системе, а также рекомендации по устранению выявленных недостатков.

При проведении тестирования на проникновение могут использоваться различные экспертные системы: Kali Linux, Parrot Security OS Linux, BlackArch, BackBox Linux, Fedore Security Spin и др. Приведенные дистрибутивы включают в себя большое количество инструментов для аудита безопасности и тестирования на проникновение.

Специалист по тестированию на проникновение подбирает необходимый для проведения тестирования перечень инструментальных средств из состава приведенных экспертных систем в зависимости от сведений, полученных по результатам поиска сведений о наличии потенциальных уязвимостей в информационной системе.

Опираясь на вышеизложенный материал можно сказать, что в современном мире одним из самых перспективных методов аудита информационной безопасности на предмет поиска в системе уязвимостей является тестирование на проникновение.

Библиографический список

1. Тестирование на проникновение (аудит информационной безопасности). – URL: https://www.dialognauka.ru/services/penetration_testing
2. Профессиональное тестирование на проникновение: удел настоящих гиков-фанатов командной строки или уже нет. – URL: <https://habr.com/ru/company/echelon/blog/337776>
3. Тест сетей и систем на устойчивость ко взлому (pentest), или тест на проникновение. – URL: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/by/Documents/risk/Penetration-test-A4-RUS.pdf>

УДК 004.771

В. А. Мещеряков

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ОБОЗРЕНИЕ МЕТОДОВ АУТЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ПРИ УДАЛЕННОМ ДОСТУПЕ К КОМПЬЮТЕРНЫМ СИСТЕМАМ

Аннотация. Предлагается общее обозрение методов аутентификации пользователей при удаленном доступе к компьютерным системам – методы прямой, непрямой и автономной аутентификации пользователей в локальной вычислительной сети.

Аутентификация – это проверка принадлежности субъекту доступа предъявленного им идентификатора и подтверждение его подлинности.

Идентификатор – это уникальный набор символов, однозначно соответствующий объекту или субъекту в данной системе.

Удаленный доступ – это процесс получения доступа к сетевым ресурсам из другой сети или с терминала, не являющегося постоянно соединенным физически или логически с сетью, к которой он получает доступ.

При удаленном доступе пользователя к ресурсам компьютерной системы могут использоваться следующие схемы аутентификации:

- прямая;
- непрямая;
- автономная.

Идея модели прямой аутентификации состоит в том, что вычислительные службы размещаются в одном физически защищенном месте, тогда как точки использования (клиенты) не обязательно защищены. Этот шаблон принято называть «прямым», поскольку точка обслуживания сама принимает решение об аутентификации. Механизм аутентификации, механизмы управления доступом и сами службы находятся в одном устройстве. Администраторы поддерживают базу данных авторизованных пользователей в каждой системе. Изменение в базе данных пользователей имеет мгновенный эффект, так как, в случае если кто-то пытается войти в систему, она обращается к своей собственной базе данных пользователей. Очевидным недостатком прямой модели является недостаточная устойчивость к сбоям, поскольку все централизовано.

Самый простой протокол аутентификации – доступ по паролю (Password Authentication Protocol, PAP). Его суть состоит в том, что вся информация о субъекте (идентификатор и пароль) передается по сети в открытом виде. Это и является главным недостатком PAP, так как злоумышленник может легко получить доступ к передающимся незашифрованным данным.

При прямой аутентификации также может использоваться более сложный криптографический протокол CHAP (Challenge Handshake Authentication Protocol), который основан на методе «запрос-ответ» и заключается в использовании уникального ключа. Уникальный ключ, на базе которого производится шифрование, не передается по сети, следовательно, злоумышленник не сможет его перехватить. Но субъект должен обладать собственным вычислительным шифрующим устройством, к примеру, смарт-карта, мобильный телефон.

В протоколах непрямой аутентификации механизм реализован на отдельном главном сервере, а все другие серверы при доступе к ним клиентов связываются с главным сервером аутентификации. При непрямой аутентификации используются более сложные протоколы, например - RADIUS, Kerberos. Выполнение данных протоколов начинается после попытки пользователя войти на какой-либо сервер с удаленного клиентского компьютера. При использовании непрямой аутентификации возникает угроза того, что ответы сервера аутентификации или сервера обслуживания будут подделаны злоумышленником. Для повышения отказоустойчивости и надежности системы производится автоматическая синхронизация содержимого нескольких копий базы учетных записей.

Автономная аутентификация применяется, когда требуется сохранить централизованное управление правами пользователей, а владелец компьютерного ресурса не может доверять каждому аутентификатору клиента. Система аутентификации должна обеспечить надежную аутентификацию серверов обслуживания для клиентских вычислительных машин. Схема автономной аутентификации может быть реализована на основе инфраструктуры открытых ключей.

Автономная аутентификация объединяет преимущества прямой и непрямой схем аутентификации:

- аутентификация может производиться на локальном компьютере без установления сетевого соединения в реальном времени;
- механизмы аутентификации и управления доступом объединены в одном компьютере;
- возможность централизованного управления привилегиями зарегистрированных пользователей.

Библиографический список

1. Прямая аутентификация при удаленном доступе к ресурсам компьютерных систем: сущность, достоинства и недостатки, используемые протоколы. – URL: <http://referatwork.ru/category/radio/view/401674>
2. Аутентификация пользователей при локальном и удаленном доступе к компьютерным системам. – URL: <https://studref.com/363008/informatika>
3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 18028-1–2008. Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Сетевая безопасность информационных технологий. Ч. 1. Менеджмент сетевой безопасности. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200081733>
4. ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 13335-4–2007. Информационная технология (ИТ). Методы и средства обеспечения безопасности. Часть 4. Выбор защитных мер. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200051500>

УДК 004.056

А. А. Носова

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ И МЕТОДИК ПРОВЕДЕНИЯ АТТЕСТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ НА СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЯМ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИИ

Аннотация. Рассматриваются вопросы оценки соответствия информационных систем требованиям безопасности информации. Приведен краткий обзор законодательной и нормативно-правовой базы аттестации объектов информатизации по требованиям безопасности информации. Проведен анализ особенностей разработки программы и методик проведения аттестационных испытаний информационных систем на соответствие требованиям безопасности информации.

Процедура оценки эффективности принятых организационно-технических мер защиты информации в информационных системах занимает особое место в жизненном цикле их создания. На практике наиболее распространенной формой такой оценки информационных систем является аттестация на соответствие требованиям безопасности информации. В настоящее время получило определенное развитие законодательство в области аттестации объектов информатизации, которое привело к утверждению специальных нормативных правовых актов и методических документов ФСТЭК России.

Цель настоящей статьи заключается в определении содержания типовой программы и методик проведения аттестационных испытаний информационных систем на соответствие требованиям безопасности информации, применение которых позволит качественно повысить эффективность проведения оценки соответствия информационных систем.

Руководящий документ «Положение по аттестации объектов информатизации по требованиям безопасности информации» (Гостехкомиссия России, 1994 г.) определяет аттестацию объектов информатизации как «комплекс организационно-технических мероприятий, в результате которых посредством специального документа – «Аттестата соответствия» подтверждается, что объект соответствует требованиям стандартов или иных нормативно-технических документов по безопасности информации, утвержденных Гостехкомиссией России» [1].

В руководящем документе «Положение по аттестации объектов информатизации по требованиям безопасности информации» определен порядок аттестации и контроля. Одним из этапов проведения аттестации является разработка и согласование программы и методик проведения аттестационных испытаний (далее – ПМИ). ПМИ разрабатывается организацией-лицензиатом ФСТЭК России, оказывающей услуги по аттестации, и до начала проведения работ подлежит согласованию с организацией-заявителем данных работ [1].

Применительно к аттестации информационных систем программа испытаний может состоять из следующих мероприятий:

- проверка структуры, состава и условий эксплуатации информационной системы;
- проверка состояния организации работ и выполнения требований по защите информации;
- проверка выполнения требований для обеспечения установленного уровня защищенности персональных данных при их обработке в информационной системе (для информационных систем, содержащих персональные данные);
- проверка выполнения требований к составу мер защиты информации при ее обработке в информационной системе в соответствии с выбранным классом защищенности и/или уровнем защищенности обрабатываемых персональных данных.

Возросший объем проверок по сравнению с традиционными автоматизированным системам, в которых требования по защите информации установлены в руководящем документе ФСТЭК России «Автоматизированные системы. Защита от несанкционированного доступа к информации. Классификация автоматизированных систем и требования по защите информации» (например, только базовый набор мер защиты информации для государственной информационной системы третьего класса защищенности КЗ уже включает в себя 46 мер), а также вариант возможного внедрения компенсирующих мер защиты в составе СЗИ информационной системы со сложной структурой, делает решение задачи по определению соответствия выполнения той или иной меры нетривиальным [2].

В таком случае чрезвычайно важно определить формальные критерии и показатели выполнения каждой меры, а также алгоритм действий проверяющего. В качестве источника формирования критериев оценки следует использовать методический документ ФСТЭК России «Меры защиты информации в государственных информационных системах». Например, такими критериями могут быть как полнота и достаточность выполнения конкретной меры защиты информации, полученные экспертно-документальным методом, так и корректность реализации меры защиты в составе СЗИ информационной системы, проверенная инструментальным методом с помощью сертифицированных средств анализа защищенности. Эксперт из состава аттестационной комиссии, руководствуясь установленными в ПМИ критериями,

принимает решение о соответствии выполнения мера защиты информации из набора мер установленным требованиям и подводит общий результат выполнения.

Для составления протокола аттестационных испытаний результаты комплексных испытаний вносятся в опросный лист соответствующей формы, который в дальнейшем может подлежать автоматизированной обработке с помощью специализированного программного обеспечения. В случае применения в информационной системе сертифицированных средств защиты информации целесообразно создать справочную базу данных, в которой будет приведена информация о реализованных в средствах защиты информации мерах защиты информации. Тем самым данная база данных позволит облегчить выбор средств защиты информации для реализации набора мер защиты информации, адаптированного под конкретную информационную систему.

В перспективе положения ПМИ должны быть направлены на определение не только критериев проверки способности СЗИ противостоять угрозам безопасности информации на момент проведения аттестации, в том числе связанных с наличием уязвимостей, но и на определение критериев оценки возможностей СЗИ по поддержанию выбранного уровня защищенности информационной системы в ходе ее эксплуатации.

Таким образом, содержание ПМИ напрямую влияет на качество проводимой процедуры аттестации. Такой подход к формированию методик испытаний информационных систем позволит повысить эффективность аттестации как механизма оценки, которая в конечном итоге приведет к повышению информационной безопасности информационных систем.

Библиографический список

1. Положение по аттестации объектов информатизации по требованиям безопасности информации, утв. председателем Гостехкомиссии при Президенте РФ 25 ноября 1994 г. – URL: <https://fstec.ru/index?id=375:polozhenie-ot-25-noyabrya-1994-g> (дата обращения: 15.02.2020).
2. Руководящий документ Гостехкомиссии России «Автоматизированные системы. Защита от несанкционированного доступа к информации. Классификация автоматизированных систем и требования по защите информации». – URL: <https://fstec.ru/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/dokumenty/114-spetsialnye-normativnye-dokumenty/384-rukovodyashchij-dokument-reshenie-predsdatelya-gostekhkomissii-rossii-ot-30-marta-1992> (дата обращения: 16.02.2020).

УДК 004.056

А. М. Сливин, В. А. Мали

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕГРАЦИИ ДИСТАНЦИОННЫХ РЕСУРСОВ ОБУЧЕНИЯ С СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ ОБУЧЕНИЕМ MOODLE

Аннотация. Приведен анализ безопасности технологии интеграции внешних ресурсов в системе управления обучением Moodle, построенной на основе стандарта LTI – Learning Tools Interoperability.

Высшие учебные заведения Российской Федерации строят учебный процесс преимущественно на основе платформы Moodle, а интеграция внешних ресурсов с Moodle необходима для продуктивного и успешного освоения учебного материала студентами. В связи с этим с точки зрения информационной безопасности особый интерес представляет вопрос безопасности передачи защищаемой информации между внешним ресурсом и платформой Moodle.

Для установления соединения и обмена данными с внешним ресурсом платформа Moodle использует стандарт LTI версии 1.3 (далее – LTI) [1]. Стандарт LTI базируется на четырех технологиях:

- HTTP Over TLS (HTTPS, RFC 2818) – стандарт установления HTTP соединения по протоколу TLS [2];

- OAuth 2.0 – стандарт (фреймворк) авторизации сторонних лиц для доступа к защищаемым ресурсам (RFC 6749) [3];

- OpenID Connect (далее – OIDC) – протокол идентификации, позволяющий Клиенту подтвердить подлинность пользователя с помощью Сервера авторизации [4];

- JSON Web Token (далее – JWT) – протокол передачи данных в формате JSON (RFC 7519) [5].

В терминах LTI платформа Moodle будет Потребителем продукта, внешний ресурс – Поставщиком продукта.

Все сообщения между Потребителем и Поставщиком передаются по протоколу HTTPS, формирующему криптографически защищенный туннель для обмена сообщениями.

Все сообщения между Потребителем и Поставщиком соответствуют стандарту OAuth 2.0, а именно:

- в поле HTTP-заголовка Authorization указывается OAuth 2.0;

- все сообщения от Потребителя содержат Ключ потребителя – произвольно выбранную последовательность символов, позволяющую Поставщику идентифицировать Потребителя;

- все сообщения между Потребителем и Поставщиком подписываются на секретном ключе, о котором Потребитель и Поставщик заранее договариваются; электронная подпись выполняется по алгоритмам HMAC-SHA1 и HMAC-SHA256.

На рис. 1 представлена схема установления соединения и обмена данными в стандарте LTI.

На шаге 1 Потребитель отправляет Поставщику запрос авторизации для доступа к защищаемым ресурсам.

На шаге 2 Поставщик запрашивает у Потребителя токен. Токен доступа выдается Сервером авторизации, роль которого в стандарте LTI выполняет Потребитель.

На шаге 3 Потребитель вырабатывает токен доступа и отправляет его Поставщику. При этом токе доступа сформирован в формате OpenID Token. Данный токен является аналогичным JWT, но содержит в себе информацию для идентификации студента Поставщиком.

На шаге 4 завершается идентификация студента и авторизация Потребителя и предоставляется доступ к защищаемым ресурсам.

На шагах 5 и 6 обмен защищаемой информацией выполняется с помощью JWT. Данные токены содержат в себе электронную подпись, формируемую по алгоритмам из RFC 7518 [6] (чаще всего используется HMAC-SHA256).

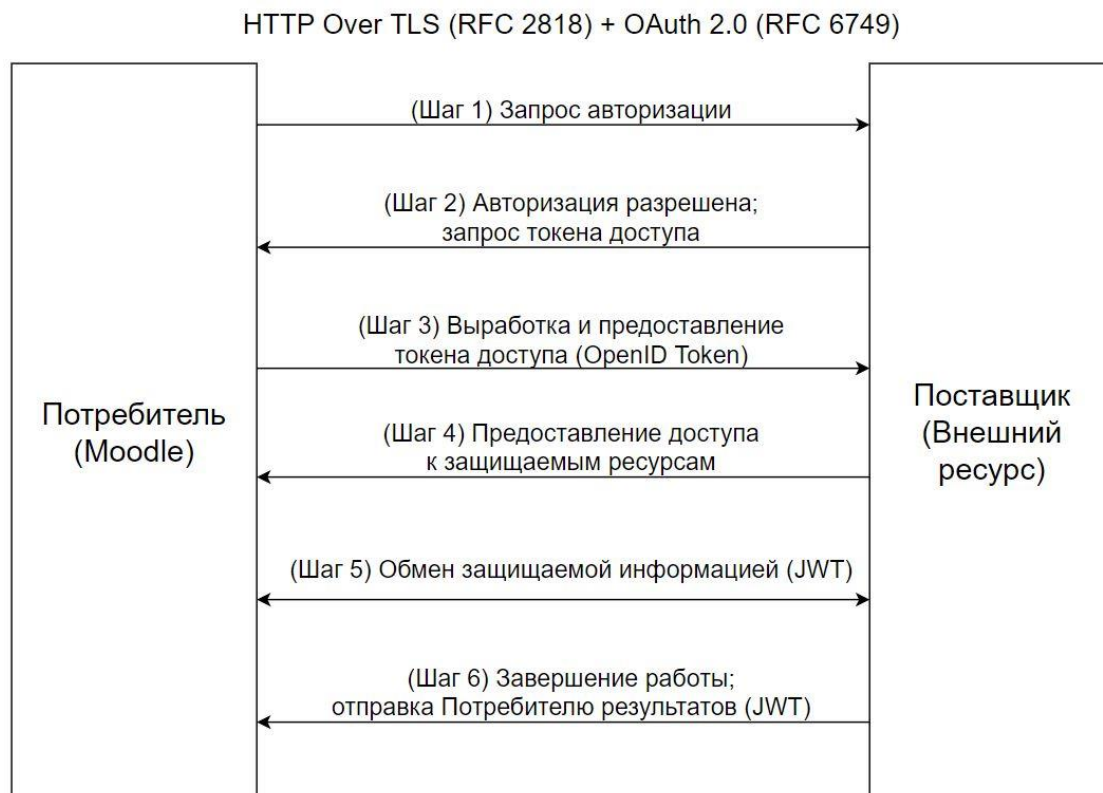


Рис. 1. Схема установления соединения и обмена данными в стандарте LTI

Таким образом, конфиденциальность защищаемой информации при ее передаче между Moodle и внешним ресурсом обеспечивается протоколом HTTP Over TLS, ее целостность – электронными подписями в стандарте OAuth 2.0 и протоколе JWT, а ее неотказуемость – протоколом OIDC. Следовательно, в Moodle реализовано достаточно мер информационной безопасности для безопасной интеграции в учебный процесс дистанционных ресурсов обучения.

Библиографический список

1. Learning Tools Interoperability Core Specification. – URL: <http://www.imsglobal.org/spec/lti/v1p3> (дата обращения: 03.02.2020).
2. HTTP Over TLS: RFC 2818. – URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc2818> (дата обращения: 03.02.2020).
3. The OAuth 2.0 Authorization Framework : RFC 6749. – URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc6749> (дата обращения: 03.02.2020).
4. OpenID Connect . – URL: <https://openid.net/connect> (дата обращения: 03.02.2020).
5. JSON Web Token (JWT): RFC 7519. – URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc7519> (дата обращения: 03.02.2020).
6. Cryptographic Algorithms for Digital Signatures and MACs: RFC 7518. – URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc7518#section-3> (дата обращения: 03.02.2020).

Р. Н. Трушин, А. Г. Фатеев

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ОБЗОР ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ WINDOWS SERVER, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ВИРТУАЛЬНЫХ ИНФРАСТРУКТУР

Аннотация. Проведен анализ функциональных возможностей операционной системы (ОС) Windows Server, применяемых для защиты виртуальных инфраструктур. Сделан обзор механизмов в Windows Server для защиты виртуальных инфраструктур. Проведенный анализ показал, что функциональные возможности ОС Windows Server могут применяться для решения задач защиты среды виртуализации и выполнения требований по защите среды виртуализации.

Виртуализация в ОС Windows Server – это одна из базовых технологий, необходимых для создания программно-определяемой инфраструктуры.[1] Это один из эффективных способов сокращения расходов на ИТ-инфраструктуру при одновременном повышении эффективности и адаптивности для компаний любых размеров. Виртуализация – это технология, которая имеет преимущества для решения ряда проблем. Однако использование виртуализации создает проблемы с безопасностью. Для решения этих проблем могут применяться функциональные возможности ОС Windows Server без использования специальных средств защиты информации.

ОС Windows Server реализует платформу виртуализации Hyper-V, позволяющую создавать виртуальные машины и управлять ими. Можно запустить несколько ОС на одном физическом компьютере и изолировать операционные системы друг от друга. При этом ОС Windows Server реализует механизмы безопасности. Например, сетевой безопасности – защита от вредоносного кода и атак внутри сети от одного компьютера к другому, безопасность общих ресурсов, безопасность интернет-серверов – основные преимущества в использовании операционной системы Windows Server в части защиты среды виртуализации.

В связи с широким применением виртуальных сред для обработки информации, в том числе информации ограниченного доступа, стали разрабатываться нормативные документы, устанавливающие требования к обеспечению ИБ. Так ФСТЭК России разработала Приказы № 17 и № 21, устанавливающих требования по обеспечению ИБ информационных и автоматизированных систем, в составе которых могут использоваться технологии виртуализации [2, 3]. В этих приказах определен перечень мер защиты, которые должны применяться для защиты среды виртуализации. Сравнительный анализ перечней мер защиты показывает, что они полностью совпадают. Каких-либо отличий по составу мер защиты и их идентификации нет.

Приведенные в приказах ФСТЭК меры защиты среды виртуализации могут быть реализованы с использованием функциональных возможностей Windows Server с помощью встроенных механизмов безопасности [4]. Использование дополнительных компонентов позволяет расширить функциональные возможности ОС Windows Server. Кроме того следует отметить, что в Государственном реестре сертифицированных средств защиты информации [5] есть сведения о наличии сертификата ФСТЭК у некоторых версий ОС Windows Server. Среди защитных механизмов ОС Windows Server следует отметить:

- изоляция серверных ролей;
- обеспечение безопасности DNS с помощью DNSSEC;
- правила межсетевого экрана в режиме повышенной безопасности;
- защита от намеренного подбора паролей к учетным записям;
- динамическое управление доступом;
- использование технологии доступа к сети NAP;
- управление адресным пространством IP.

Платформа виртуализации Hyper-V добавляет еще несколько функций таких как репликация и миграция виртуальных машин, служба пульса и др.

В целом необходимо отметить, что механизмы защиты, реализуемые ОС Windows Server и платформой виртуализации Hyper-V нацелены на обеспечение доступности и повышение эффективности использования ресурсов сервера. Обеспечение конфиденциальности не рассматривается разработчиками как первоочередная задача. Однако при необходимости обеспечить защиту от несанкционированного доступа и конфиденциальность обрабатываемой информации могут применяться и другие возможности ОС Windows Server, такие как шифрование с использованием BitLocker.

Для управления средой виртуализации и ее отдельными компонентами, например, виртуальными машинами разработчики Windows предлагают использовать оболочку PowerShell. PowerShell – расширяемое средство автоматизации от Microsoft, состоящее из оболочки с интерфейсом командной строки и сопутствующего языка сценариев. Причем следует отметить, что в последнее время функциональные возможности PowerShell превышают возможности графических консолей ОС Windows Server. Одним из средств автоматизации управления с помощью PowerShell являются сценарии. По умолчанию выполнение сценариев PowerShell в системе не запрещено. Для контроля за работой сценариев используются политики запуска, которые определяют условия запуска сценариев. В связи с этим следует отметить еще один механизм безопасности, который используется в среде виртуализации – механизм подписи сценариев с использованием сертификатов. Для возможности подписания сценариев необходимо установить соответствующие роли и компоненты ОС Windows Server.

В результате обзора механизмов безопасности следует отметить, что они позволяют реализовать почти все меры защиты, установленные приказами ФСТЭК [2, 3]. Их может быть достаточно и применение специальных средств защиты информации может не требоваться.

Библиографический список

1. Microsoft. – URL: <https://www.microsoft.com/ru-ru>
2. Об утверждении состава и содержания организационных и технических мер по обеспечению безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных : приказ ФСТЭК России № 21 от 18 февраля 2013 г. // Официальный сайт ФСТЭК России. – URL: <https://fstec.ru/normotvorcheskaya/akty/53-prikazy/691>
3. Об утверждении требований о защите информации, не составляющей государственную тайну, содержащейся в государственных информационных системах : приказ ФСТЭК России № 17 от 11 февраля 2013 г. // Официальный сайт ФСТЭК России. – URL: <https://fstec.ru/normotvorcheskaya/akty/53-prikazy/702>
4. Механизмы в Windows Server для защиты виртуальных инфраструктур. – URL: <http://www.oszone.net/18743>
5. Государственный реестр сертифицированных средств защиты информации N РОСС RU.0001.01БИ00 // Официальный сайт ФСТЭК России. – URL: <https://fstec.ru/tekhnicheskaya-zaschita-informatsii/dokumenty-po-sertifikatsii/153-sistema-sertifikatsii/591>

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ, ЭЛЕКТРОНИКЕ И ЭНЕРГЕТИКЕ

УДК 621.79.01

Ф. А. Абдуллин, А. В. Печерский

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

О ВЛИЯНИИ СЛОЖНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ, СОПРОВОЖДАЮЩИХ ПРОЦЕССЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МИКРОМЕХАНИЧЕСКИХ АКСЕЛЕРОМЕТРОВ, НА ПОВЫШЕНИЕ ВЫХОДА ГОДНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Аннотация. Рассмотрены сложные физические эффекты, возникающие в процессе сборки чувствительных элементов микромеханических акселерометров, а также их влияние на процент выхода годных изделий.

Акселерометры находят свое применение в различных областях техники и народного хозяйства для контроля линейных ускорений объектов. В ракетно-космической технике акселерометры являются одним из важнейших элементов инерциальных навигационных систем наведения, управления и телеметрических систем различного назначения [1]. Акселерометры, имеющие в своем составе кремниевый чувствительный элемент, также известны как микромеханические акселерометры. Отличительной особенностью микромеханических акселерометров является возможность выполнения кристаллов чувствительных элементов (ЧЭ) по групповой технологии (также известной как МЭМС-технологии), что определяет их малые габариты, низкое энергопотребление и высокую надежность [2]. Несмотря на преимущества применения кремния как конструкционного материала при изготовлении кремниевых чувствительных элементов существует ряд технологических проблем, связанных со сложными физическими эффектами, сопровождающими сборку ЧЭ [3]. К числу таких проблем можно отнести «залипание» кремниевого маятника, «перекос» упругой перемычки маятника, отсутствие электрической изоляции между деталями ЧЭ и ряд других.

Одной из самых сложных технологических операций сборки микромеханических акселерометров является технологический процесс сборки чувствительного элемента, представляющего собой дифференциальный конденсатор, подвижная обкладка которого получена анизотропным травлением пластины монокристаллического кремния, а неподвижные выполнены напылением металла на стеклянные обкладки (рис. 1).

Отличительной особенностью ЧЭ является сочетание малого емкостного зазора и малой толщины упругих перемычек. Соединение деталей ЧЭ между собой осуществляется электростатическим методом, предполагающий предварительную фиксацию деталей в технологических приспособлениях с последующей подачей высокого напряжения при повышенной температуре (рис. 2) [4].

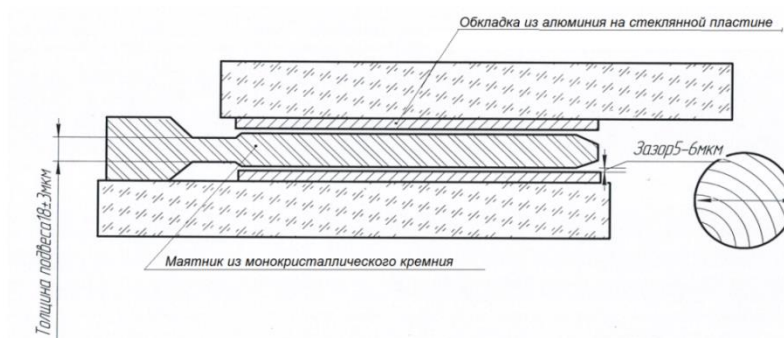


Рис. 1. Чувствительный элемент микромеханического акселерометра

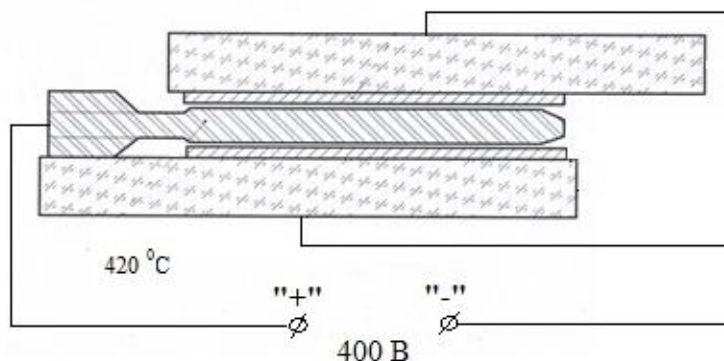


Рис. 2. Схема процесса электростатического соединения

К преимуществам электростатического соединения (по сравнению с диффузионной сваркой, и соединением за счет расплавления стекла) относят: температуру процесса ниже температуры деградации металлизации, возможность сохранения герметичности соединения при использовании с технологиями формирования электрических межсоединений сквозь стекло или кремний, отсутствие требования механического прижатия [5].

Для получения качественного соединения необходимо обеспечить ряд требований:

- высокое качество соединяемых поверхностей (следует обеспечить низкую шероховатость и высокую чистоту поверхностей);
- достаточную температуру процесса для обеспечения подвижности ионов, и, одновременно, достаточно низкую, чтобы не ухудшить характеристики создаваемого прибора;
- равномерное распределение температуры и подводимого заряда по поверхности;
- согласованность коэффициентов теплового расширения соединяемых материалов;
- достаточное число подвижных ионов в стекле для проведения процесса при рабочей температуре.

При проведении процесса ЭСС возможны следующие эффекты, влияющие на качество получаемых ЧЭ:

- «прилипание» подвижной и одной из неподвижных пластин при ЭСС;
- перекося пространственного положения маятника и, как следствие, отсутствие функционирования ЧЭ;
- отсутствие соединения деталей;

– повышенные значения тангенса угла диэлектрических потерь на собранном ЧЭ.

Эффект «прилипания». Эффект прилипания приводит к потере функционирования ЧЭ микромеханического акселерометра. Эффект возникает при подаче напряжения на соединяемые детали. При проведении ЭСС формируются условия для возникновения электростатической силы значительной величины, прижимающей подвижную обкладку к одной из неподвижных до состояния их электрического замыкания.

Сила прижима равна:

$$F = \frac{C_{\Pi} \cdot U_0^2}{2x_0},$$

где U_0 – напряжение, при котором проводится ЭСС, равное 400 В; x_0 – начальный емкостный зазор; C_{Π} – емкость последовательного соединения электрической емкости стекла ($C_{ст} = 0,3$ пФ) и электрической емкости ЧЭ ≈ 5 пФ.

Из приведенной формулы видно, что она в квадратичной степени зависит от приложенного напряжения и обратно пропорциональна емкостному зазору, что объясняет ситуацию с наличием «прилипания» в ЧЭ с минимальным емкостным зазором.

Сложность исключения возникшего «прилипания» зависит от соотношения силы прижима и измеряемой силы.

Указанная сила при $C_{\Pi} = 0,28$ пФ, $x_0 = 6,5 \cdot 10^{-6}$ м равна $F = 0,34 \cdot 10^{-2}$ Н. При этом измеряемое усилие или сила противодействия силе поджатия равна произведению массы подвижной пластины $m = 2 \cdot 10^{-6}$ кг на гравитационное ускорение $g \approx 10$ м/с², действующее на ЧЭ в процессе изготовления, и равна $22 \cdot 10^{-6}$ Н. Эта сила противодействия в 154 раза меньше силы поджатия [6, 7].

После завершения ЭСС внешняя сила поджатия становится равной нулю, но «КЗ» не исчезает, так как в соответствии с теорией адгезии (прилипания) твердых тел между поджатыми пластинами возникает двойной электрический слой (конденсатор большой емкости) и формируется сила поджатия, которая на единицу площади 1 м² оценивается величиной $6,28 \cdot 10^2$ Н/м². С учетом фактической площади поджатия, равной площади подвижной пластины $3 \cdot 10^{-6}$ м², указанная сила составляет $\approx 19 \cdot 10^{-4}$ Н, что больше измеряемого усилия в 86 раз.

Выходом из создавшейся ситуации может являться только нейтрализация заряда, полученного двойного электрического слоя.

Известными путями нейтрализации являются:

- утечки по закону Ома в течение длительного времени. По некоторым данным это время может достигать года;
- нейтрализация зарядов воздействием ионизирующих излучений. Подобный метод использовался в 80-х годах прошлого столетия фирмой Bell Aerospace (США) при производстве кварцевых акселерометров;
- формированием ударного воздействия на основание приспособления с закрепленными на нем ЧЭ, по амплитуде и длительности не превышающего требования КД.

Указанное решение является наиболее приемлемым и обоснованным, так как при воздействии удара $a_y = 100$ g (1000 м/с²) на ЧЭ действует сила амплитудой $F_y = ma_y = 22 \cdot 10^{-4}$ Н, не нарушающая его работоспособность.

Перекося пространственного положения и отсутствие соединения. Перекос пространственного положения при процессе ЭСС может быть вызван контактными напряжениями, возникающими в местах крепления соединяемых деталей. Идеаль-

ным решением проблемы ослабления влияния контактных деформаций можно считать прочное соединение деталей с минимально возможной площадью соединения. Перекос также может быть вызван электростатической силой, возникающей при подаче напряжения в процессе сборки ЧЭ и влияющей на подвижную кремниевую обкладку.

Отсутствие соединения деталей чаще всего вызвано отсутствием электрического контакта между ними, нарушением электрической цепи используемой технологической оснастки.

Локальный перегрев на стыке материалов. Наиболее часто процесс ЭСС деталей ЧЭ проводят при постоянном напряжении, однако, в этом случае начальный скачок тока может вызывать локальный перегрев поверхностей и привести к большим остаточным напряжениям. Во избежание такого эффекта применяют ограничение по току. В течение процесса поддерживают относительно низкое значение тока за счет плавного роста напряжения. Это снижает риск локального перегрева поверхностей, но в то же время может привести к увеличению длительности процесса [8].

Из-за неидеальной плоскостности поверхностей, кремний и стекло будут соприкасаться лишь в некоторых точках, через которые станет протекать ток. Протекание тока, в соответствии с законом Джоуля-Ленца, может вызвать локальный нагрев частей стыка до температур выше заданных. Различие в локальных температурах на стыке кремния со стеклом в момент их соединения может вызвать локальные вариации остаточных напряжений при охлаждении до рабочих температур.

При проведении процесса с ограничением тока подводимое напряжение изначально очень низкое и затем постепенно возрастает с увеличением соединенной площади деталей. При таком режиме происходит лучшее управление температурой стыка и ее воспроизводимостью от процесса к процессу [9].

Для повышения процента выхода годных при сборке ЧЭ микромеханических акселерометров и снижения влияния вышеперечисленных эффектов целесообразно выполнение следующих операций:

1. Уменьшение напряжения в процессе электростатического соединения для снижения воздействующей электростатической силы на подвижную кремниевую обкладку;
2. Использование механического воздействия в виде удара по основанию металлического приспособления, на котором закреплен собранный ЧЭ.
3. Использование материалов с повторяемыми характеристиками для воспроизводимости технологических режимов.
4. Уменьшение шероховатости поверхностей соединяемых деталей.
5. Обеспечить режим ЭСС со стабилизацией по току.

Библиографический список

1. Мокров, Е. А. Статико-динамические акселерометры для ракетно-космической техники / Е. А. Мокров, А. А. Папко. – Пенза : ПАИИ, 2004. – 164 с.
2. Абдуллин, Ф. А. Применение методов селективного травления кремния для оценки качества пластин при изготовлении микромеханических датчиков / Ф. А. Абдуллин, В. Е. Пауткин, Е. А. Печерская, А. В. Печерский // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2018. – № 1 (25). – С. 72–79.
3. Датчики механических параметров на основе МЭМС-технологий / А. В. Блинов, С. А. Козин, А. В. Федулов, И. Г. Акимов, В. Е. Пауткин // Мир измерений. – 2008. – № 1. – С. 49–53.
4. Козин, С. А. Разработка технологии и специального оборудования для соединения кремния со стеклом в поле высокого напряжения / С. А. Козин, А. В. Федулов, В. Е. Пауткин // Датчики и системы. – 2005. – № 9. – С. 46–47.

5. Синев, Л. С. Особенности применения электростатического соединения кремния со стеклом в микросистемной технике / Л. С. Синев // Инженерный вестник. – 2014. – № 5. – С. 501–509. – URL: <http://engbul.bmstu.ru/doc/722572.html>
6. Мокров, Е. А. Акселерометры НИИ Физических измерений – элементы микросистемной техники / Е. А. Мокров, А. А. Папко // Микросистемная техника. – 2002. – № 1. – С. 3–9.
7. Папко, А. А. Акселерометры уравнивающего преобразования с нормируемыми динамическими характеристиками : дис. ... канд. техн. наук / Папко А. А. – Куйбышев, 1990. – 210 с.
8. Rogers, T. Improvements in MEMS gyroscope production as a result of using in situ, aligned, current-limited anodic bonding / T. Rogers [et al.] // Sensors and Actuators A: Physical. – 2005. – Vol. 123–124. – P. 106–110.
9. Андреев, К. А. Анализ методов электростатической сварки кремния и стекла при производстве высокоточных датчиков / К. А. Андреев, С. А. Милешин, Т. А. Цивинская // Датчики и системы. – 2013. – № 2 (165). – С. 45–49.

УДК 681.3

А. В. Авдонин

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СИГНАЛОВ МОЗГОВОЙ АКТИВНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Аннотация. Исследуется возможность применения технологий виртуальной реальности при блокаде боли и контроля мозговой активности в процессе лечения.

По данным статистики большая часть населения мира страдает от хронических болей, связано это со стрессами, недосыпанием, малоподвижным образом жизни и многими другими факторами, которые отрицательно сказываются на уровне жизни.

Согласно данным исследования Американского фонда борьбы с болью среди людей [1]:

- у 59 % боль влияет на общую радость от жизни;
- у 77 % вызывает чувство депрессии;
- у 70 % возникают проблемы с концентрацией внимания;
- у 74 % снижается их энергетический уровень;
- у 86 % вызывает бессонницу.

Почти в 20 % случаях, из-за боли человек не может совершать простые действия, а 13 % людей настолько ослаблены болью, что в повседневной жизни нуждаются в помощи. В настоящее время препараты, выписываемые врачами для лечения боли, в большинстве случаев только усугубляют боль. У пациентов развивается состояние, известное как гипералгезия, то есть повышенная чувствительность к боли. По данным проведенного среди врачей исследования семь из 10 считают, что способы лечения боли должны являться главной задачей медицинского сообщества. В связи с отсутствием достаточных знаний в области лечения хронических болей, большинству врачей приходится прибегать к единственному решению: рецептурные препараты, не способные действовать на очаг боли. В связи с развитием компью-

терных технологий появилась возможность усовершенствовать подходы в области лечения и снижения болевых ощущений у пациентов. Реализовать новые подходы лечения помогут технологии, получившие название «виртуальная реальность». Несмотря на то, что технологии виртуальной реальности имеют в основном широкое применение в игровой индустрии, потенциал их внедрения в органы здравоохранения велик. Одним из основных направлений в медицине, применяющих виртуальную реальность, является реабилитация. В последние десять лет технологии виртуальной реальности используется в качестве, как самостоятельной методики, так и интегрированной в другие реабилитационные системы технологий [2, 3]. На фоне постепенного внедрения технологий виртуальной реальности в медицину было предпринято проведение исследований в области лечения боли с помощью данной технологии. Некоторые медицинские процедуры чрезвычайно болезненны и требуют применения сильных обезболивающих препаратов. На протяжении длительного времени врачи пытаются найти нелекарственные средства для облегчения боли при таких процедурах. Новой эрой в обезболивании может стать виртуальная реальность (VR) [4, 5]. Виртуальная реальность – это технически созданный мир, который передается человеку через его ощущения. Компьютерный синтез свойств, обеспечивающий убедительные ощущения, и реакции виртуальной реальности производятся в режиме реального времени [6, 7]. Было показано, что использование этого нового нефармакологического метода для психологического отвлечения пациента от боли при проведении медицинских процедур приводит к значительному снижению субъективных болевых ощущений. Действие VR было изучено при ее применении в разнообразных клинических ситуациях: при смене повязок у пациентов с сильными ожогами кожных покровов, проведении послеоперационной физиотерапии, например, при лечении фантомных болей. Как показали исследования, применение методов VR позволяет снизить болевые ощущения пациента на 30–50%, что сопоставимо с действием сильных обезболивающих препаратов, при этом указанный метод не вызывает побочных эффектов. Еще одной областью применения VR может стать психиатрия. Было проведено несколько исследований, в которых была продемонстрирована эффективность использования VR в лечении некоторых фобий и посттравматических стрессовых расстройств (ПТСР). Одним из перспективных направлений применения VR в медицине является лечение пациентов с хронической болью. Если не говорить об онкологических больных, в большом количестве случаев врачам не удается найти физиологических причин хронической боли, и единственным объяснением сохранения боли может служить лишь «неправильный стереотип», закрепившийся в памяти человека. Это означает, что пациент фиксируется на своей боли и уже не верит, что от нее каким-то образом можно избавиться, т.е. запускается порочный круг, выходом из которого может стать только перемена этого привычного образа мыслей.

Технология VR позволяет показать пациенту, что он может сам справиться с болью (хотя бы на некоторое время) без применения лекарственных средств. Конечно, таким способом невозможно победить хроническую боль раз и навсегда, однако применение VR может помочь пациенту осуществить когнитивный сдвиг: изменить свои представления о боли и вновь обрести надежду на полноценную жизнь.

Библиографический список

1. Larsen, E. A. Classification of EEG Signals in a Brain-Computer Interface System / E. A. Larsen. – Norwegian University, 2011. – 72 p.
2. Грачев, А. Ю. Аппаратно-программный комплекс для автоматизированных измерений биоимпеданса / А. Ю. Грачев, О. В. Карпанин, Е. А. Печерская // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2017. – № 1 (21). – С. 96–108.

3. Automated system for bioimpedance measuring / P. E. Golubkov, E. A. Pecherskaya, O. V. Karpanin, K. Y. Kraynova, D. V. Artamonov, Y. V. Shepeleva // International Conference of Young Specialists on Micro / Nanotechnologies and Electron Devices, EDM – Proceedings. – Novosibirsk, 2018. – P. 641–644.

4. Yang, J. S. Wireless brain-computer interface for electric wheelchairs with EEG and eye-blinking signals / J. S. Yang // Int. J. Innov. Comput. Inf. Control. – 2012. – Т. 8. – С. 611–624.

5. Каплан, А. Я. Нейрофизиологические основания и практические реализации технологии мозг-машинных интерфейсов в нейрологической реабилитации / А. Я. Каплан // Физиология человека. – 2016. – № 42 (1). – С. 118–127.

6. Боброва, Е. В. Методы и подходы для оптимизации управления системой «интерфейс мозг-компьютер» здоровыми испытуемыми и пациентами с нарушениями движений / Е. В. Боброва, А. А. Фролов, В. В. Решетникова // Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова. – 2017. – № 4. – С. 377–393.

7. Экспериментально-теоретические основания и практические реализации технологии «интерфейс мозг-компьютер» / А. Я. Каплан, А. Г. Кочетова, С. Л. Шишкин, И. А. Басюл, И. П. Ганин, А. Н. Васильев, С. П. Либуркина // Бюллетень сибирской медицины. – 2013. – 12 (2). – С. 21–29.

УДК 681.518.3

А. В. Авдонин, А. Н. Спиркин

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

СИСТЕМА ГОЛОСОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ИНВАЛИДНОЙ КОЛЯСКОЙ

Аннотация. Рассматривается система голосового управления роботизированной инвалидной коляской. Показываются преимущества голосового управления по сравнению с традиционными системами управления электроприводных колясок.

В повседневной жизни каждый день мы выполняем тысячи действий, кажущиеся нам естественными и простыми. Однако никто из нас не застрахован от ситуации, в которой движение нам может быть недоступно. Привести к потере двигательной активности могут такие факторы и заболевания, как травмы позвоночника, нарушение кровообращения, болезни центральной нервной системы и т.п. Большинство таких больных прикованы к инвалидным коляскам и не могут обходиться без патронажной службы.

По данным министерства труда и социальной защиты в настоящее время только в России насчитывается 12,8 миллиона инвалидов, это чуть менее 9 процентов от численности населения. Инвалиды первой, самой тяжелой, группы в России составляют около 13 процента от общей численности инвалидов, т.е. около 1,66 миллиона человек нуждаются в инвалидных колясках для передвижения [1]. На рынке представлено достаточное количество моделей инвалидных колясок, в том числе и оснащенных электроприводом. Однако, как правило, существующие инвалидные механизированные коляски управляются с помощью кнопочного пульта и джойстика или с помощью ручного привода. Но из-за слабости в руках или их полной неподвижности многие люди не могут пользоваться такими колясками. Поэтому необходимо разработать такую инвалидную коляску, для управления которой не понадобится прикладывать каких-либо физических усилий.

Разработка качественной и универсальной роботизированной инвалидной коляски – сложная задача, которую пытаются решить давно. Одной из основных нерешенных до конца проблем является выбор средства взаимодействия с пользователем, обеспечивающего эффективный и безопасный контроль действий. Для управления движением коляски можно применять биологические сигналы самого инвалида – голос, мышечную активность, движение взгляда, энцефалографические данные [2, 3]. Часть этих решений не универсальна, другие более универсальны, но сложны и дороги.

Авторами предлагается система голосового управления инвалидной коляски, реализованная на основе аналого-цифрового регистратора Arduino, построенной на микроконтроллере ATmega2560. Выбор данного устройства продиктован наличием в нем узлов для управления роботизированными механизмами и возможностью подключения модуля голосового управления. Предлагаемая система состоит из двух подсистем: голосового управления и исполнительного устройства. Принцип работы предлагаемой системы следующий: от оператора через микрофон поступает заданная голосовая команда. Модуль распознавания речи, согласно заданной программе, ставит соответствие звуковой команде определенное числовое значение. Для этого используется специальная библиотека. Соответственно этому числовому значению посылается управляющий сигнал на сервоприводы исполнительного устройства. Таким образом, каждой звуковой команде соответствует свое управляющее воздействие в исполнительном устройстве. Главная задача исполнительного устройства с помощью механических воздействий (через систему рычагов) управлять другими системами управления коляски, тем самым моделируется управление человеческой рукой. Кроме того, в инвалидной коляске можно реализовать дополнительно ультразвуковую систему обнаружения препятствий, построенную на датчиках HY-SRF05, легко подключаемых к регистратору Arduino, что повысит безопасность инвалида.

Подсистема обработки голосовых команд выполнена на устройстве EasyVR Shield (рис. 1), которая создана для того, чтобы использовать ее в любом приложении, разработанном на платформе Arduino.



Рис. 1. Модуль голосового управления

Распознавание работает без подключения к Интернет. Библиотека распознавания умеет выполнять два принципиально разных метода распознавания: T2SI

(text-to-speaker-independent, «человеко-независимый», говорить текст может любой человек, любым голосом) и SD (speaker-dependent, распознается голос того, кто обучал) [4]. Можно самостоятельно запрограммировать до 32 собственных команд. Также можно реализовать авторизацию по голосовому паролю. Кроме того, можно настроить GPIO контакты модуля для управления устройствами. Для доступа ко всем функциям EasyVR Shield с Arduino можно использовать простой и надежный последовательный протокол (9600 8-N-1 по умолчанию). Модуль EasyVR может быть использован с любым интерфейсом UART при работе с напряжением 3.3 – 5 В. Плата имеет выход на динамик и стандартный Jack 3.5 для выхода на наушники. Через них можно настроить воспроизведение заранее записанных звуков.

В качестве исполнительных механизмов используются сервоприводы, данный тип привода обеспечивает отрицательную обратную связь, позволяющую точно управлять параметрами движения. Связь микроконтроллера ATmega2560 с голосовым модулем осуществляется по UART/TTL интерфейсу.

Таким образом, предлагаемая система обладает универсальностью (может устанавливаться на инвалидную электроприводную коляску без существенных доработок), возможностью обработки до 80 голосовых команд, возможностью подключения к любой электронной системе (например, к системе «умный дом»), относительно дешевой (стоимость комплектующих от 4000–5000 рублей).

Библиографический список

1. Итоги года: социальная защита инвалидов. – URL: <https://rosmintrud.ru/social/80>
2. Грачев, А. Ю. Аппаратно-программный комплекс для автоматизированных измерений биоимпеданса / А. Ю. Грачев, О. В. Карпанин, Е. А. Печерская // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2017. – № 1 (21). – С. 96–108.
3. Automated system for bioimpedance measuring / P. E. Golubkov, E. A. Pecherskaya, O. V. Karpanin, K. Y. Kraynova, D. V. Artamonov, Y. V. Shepeleva // International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices, EDM – Proceedings. – Novosibirsk, 2018. – P. 641–644.
4. Шилд распознавания голоса для контроллеров Arduino. – URL: <https://www.rlocman.ru/review/article.html?di=150550>

УДК 531.781.2

Х. Р. Андамов

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ТЕНЗОРЕЗИСТИВНЫЙ ДАТЧИК СИЛЫ

Аннотация. Рассмотрены сферы применения тензорезистивных датчиков. Выделены основные преимущества использования тензорезистивных датчиков.

Необходимость проведения работы по разработке чувствительного элемента датчика силы вызвана следующим. В настоящее время потребуется развитие функциональных возможностей датчиков силы и, прежде всего повышения таких параметров как уменьшение массогабаритных размеров, малое энергопотребление, высокая точность и стабильность измерения, широкий температурный интервал измерения. Это достигается совершенствованием методик проектирования датчиков

силы, применением новых конструкций измерительных преобразователей, схемотехнических решений и др. Для совершенствования методик проектирования требуется проведение дополнительных исследований функции преобразования датчиков силы с учетом геометрических параметров чувствительных элементов (ЧЭ), что может быть выполнено путем математического и имитационного компьютерного моделирования.

Тензометрические датчики силы (динамометры) являются неотъемлемым компонентом весоизмерительных систем. Они служат «поставщиком» исходных данных в системах автоматического учета и контроля экономической деятельности любого серьезного предприятия. Без них невозможно построение систем автоматизации технологическими процессами. Сфера их применения – металлургия, строительство, сельское хозяйство, производство пищевых продуктов и т.д. (рис. 1).



Рис. 1. Сфера применения тензорезистивных датчиков

Принцип работы датчиков силы базируется на преобразовании усилий, приводящих к деформации чувствительного элемента, в электрический сигнал [1, 2].

Процесс преобразования включает ряд последовательных операций. Они протекают на физическом и электрическом уровнях. На физическом уровне приложенная сила вызывает деформацию упругого элемента и закрепленного на нем тензодатчика. На электрическом уровне происходит преобразование величины деформации в аналоговый сигнал. В последующих операциях сигнал преобразуется в удобную для пользования форму.

Работа тензометрических датчиков базируется на различных физических явлениях, позволивших создать следующие типы датчиков [3, 4]:

- резистивные;
- магнитные;
- тактильные;
- пьезорезонансные;
- емкостные;
- пьезоэлектрические;
- резистивные датчики силы.

Из предложенных к рассмотрению датчиков наиболее применяемыми (более 95 %) являются резистивные датчики силы [5]. Это обусловлено широким диапазоном воспринимаемых усилий (5 Н – 5 МН) и точностью измерения. Они могут использоваться при действии статических и динамических нагрузок. Существенным достоинством этого типа датчиков является линейность выходного сигнала. Чувствительным элементом датчика является тензорезистор. Датчик представляет собой тонкую проволоку, жестко закрепленную на гибкой подложке. Концы проволоки снабжены выводами для внешних подключений. Зигзагообразно уложенная проволока и места соединения ее с выводами закрыты защитной пленкой.

Тензорезистор подложкой приклеивается к упругому элементу, воспринимающему нагрузку. Последний под действием силы деформируется и вызывает деформацию тензорезистора. Изменение длины проволоки при действии сил растяжения или сжатия приводит к пропорциональному изменению величины ее сопротивления. Связь между величиной деформации тела и действующей на него силой подчиняется закону Гука. Обычно тензорезисторы включаются в плечи чувствительных мостовых схем. В этом случае о действующей силе судят по напряжению в диагонали моста.

Тензодатчики веса и силы изготавливаются из твердых алюминиевых сплавов, конструкционной стали с никелевым покрытием и нержавеющей стали.

Тензодатчики силы предназначены для самых различных применений как компоненты весового оборудования: весах – от торговых до промышленных – платформенных, автомобильных и железнодорожных. Для решения производственных весоизмерительных задач на промышленных объектах. Для того чтобы сделать использование на практике тензодатчиков силы удобнее, при их изготовлении используются различные размеры и формы измерительных тел. Тензодатчики делятся на типы в зависимости от формы измерительного тела, а также того, как прикладываются усилия во время установки их в весовое оборудование.

Таким образом: датчики силы применяются во многих отраслях деятельности и являются неотъемлемой частью измерительных систем, поэтому разработка переносного датчика является приоритетом для всех измерителей.

Библиографический список

1. Печерская, Е. А. Метрологические аспекты исследования активных диэлектриков для микро- и наноиндустрии / Е. А. Печерская // Нано- и микросистемная техника. – 2007. – № 7. – С. 41–44.
2. Печерская, Е. А. Применение методологии функционального и метрологического анализа к качеству исследования материалов микро- и нанoeлектроники / Е. А. Печерская // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения. – 2007. – Т. 7, № 2. – С. 94–98.
3. Печерская, Е. А. Методы и средства исследования активных диэлектриков для наноиндустрии: системный подход : монография / Е. А. Печерская. – Пенза, 2008. – 129 с.
4. Печерская, Е. А. Метрологические аспекты модели активного диэлектрика / Е. А. Печерская, Д. В. Рябов, Н. Д. Якушова // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. – 2012. – № 1. – С. 208–213.
5. Тесленко, В. А. Что следует знать о тензорезисторах / В. А. Тесленко // Промышленные измерения. Контроль. Автоматизация. Диагностика. – 2006. – № 1. – С. 48–52.

В. В. Антипенко, Е. А. Печерская

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ОСНОВЫ БИОИМПЕДАНСНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ МОНИТОРИНГА КЛИНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Аннотация. Биоимпедансометрия – это надежный способ определения характеристик состава тела человека, таких как доля жидкостей в организме, скелетно-мышечная и клеточно-жировая составляющие. Благодаря преимуществам данного анализа его применяют на первоначальном этапе диагностики заболеваний, для определения тактики лечения пациента, врачами различных специальностей. В статье систематизированы возможности внедрения биоимпедансного анализа с целью мониторинга и диагностики ряда заболеваний.

Метод БИА основан на исследовании проводимости биологических тканей организма, посредством измерения активной и реактивной составляющих сопротивления клеточной структуры. Полное значение импеданса Z связано с активным R и реактивным X_C сопротивлениями, следующим соотношением:

$$Z^2 = R^2 + X_C^2. \quad (1)$$

Данный анализ относят к контактным методам определения физических параметров тела человека в целом или, его сегментов.

Впервые термин «биоимпеданс», как характеристика электрического сопротивления клеток человека, упоминается в работах ученых двадцатого века, таких как К. Коула, Г. Фрике, Б. Н. Тарусова и других. С 1960-х годов анестезиолог А. Томассет ввел практическое применение БИА пациентов [1–3]. Позже, данный метод зарекомендовал себя в спортивной медицине, как клиническая диагностика физического состояния спортсменов, которая обеспечивала контроль объемов мышечно-жирового баланса и выносливость организма.

К концу 20 века начался серийный выпуск устройств БИА, отличающихся высокими показателями точности и надежности измерений, не уступающих эталонными методами. БИА применяется специалистами в науке, медицине, спорте, в военной и космической отраслях [4].

Активная составляющая импеданса определяется способностью клеток к тепловому рассеянию тока, а реактивная характеризуется емкостными свойствами клеточных мембран (накапливать заряд). Биологические особенности клеток, такие как отличия показателей сопротивления, позволяют анализатору измерить содержание водных, жировых и мышечных составляющих тканей. Измерение происходит зондирующим током постоянной частоты с мощностью 500–800 мкА.

Зондирующий ток протекает сквозь клеточные структуры, либо огибая их. Емкостные свойства мембран клеток зависят от частоты зондирующего переменного тока. Таким образом, эквивалентная электрическая схема ткани живого организма будет содержать емкость мембран, вне-и-внутриклеточные сопротивления.

Под влиянием различных физиологических факторов (болезни, воспалительных процессов и т.д.), сопротивление клеточных структур может значительно отличаться от показателей здорового организма. Например, сопротивление лимфатической жидкости и крови в очаге поражения, изменится при увеличении концентрации эритроцитов и белков. Таким образом, метод БИА позволяет оценить физическое состояние организма, или его органов, диагностировать заболевания, выявлять из-

менения в клеточных структурах под действиями физической, лекарственной и других нагрузок [5–6].

БИА можно классифицировать по частоте зондирования: одночастотные, двухчастотные, многочастотные.

Также метод БИА классифицируется по расположению участков измерений: локальные, региональные, интегральные, полисегментные.

По частоте измерений метод БИА можно разделить на однократные, эпизодические и мониторинговые.

Для получения ОО – оценки основного обмена, которая является характеристикой энергетического метаболизма, требуется исследование организма биоэлектрическими и антропометрическими параметрами, связь которых показана на рис. 1.



Рис. 1. Классификация параметров БИА

К антропометрическим параметрам относят этническую принадлежность, пол, возраст и характеристики телосложения. Для получения демографической статистики и биометрии населения, в начале 20-го века, возникла необходимость в получении точных значений антропометрических характеристик индивидуального физического развития человека. Было введено понятие среднего статистического человека, для оценки которого определяли несколько антропометрических индексов. Широкое распространение получил индекс массы тела – ИМТ, который отличается простотой и доступностью измерений. Многократные исследования показателей ИМТ, позволили установить корреляцию между отклонениями данных показателей от нормы с риском заболеваний и гибели. Данная зависимость показана на рис. 2.



Рис. 2. Корреляция значений ИМТ и относительного риска гибели

Исследование популяции невозможно по одному критерию, для этого необходимы сложные вычисления, которые производятся по биоэлектрическим измерениям.

Биоэлектрические параметры включают в себя компоненты импеданса организма или его сегментов, по которым вычисляется значение фазового угла, характеризующего жизнеспособность тканей (чем он больше, тем более здоровый организм) [6–7].

Для качественной оценки биоэлектрических жизненных показателей тела человека, удобно использовать различные модели исследования: двух-, трех-, четырех- и многокомпонентные модели. При этом также на точность измерений большое влияние оказывает схема расположения зондирующих электродов на теле человека, рис. 3. Заштрихованные части тела, указанные на рисунке 2, подвержены зондирующему току.

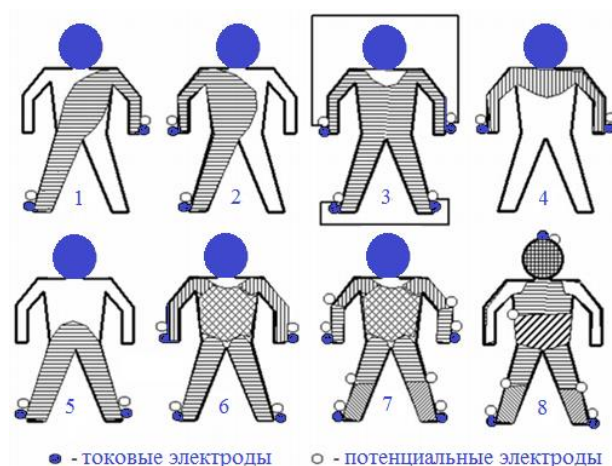


Рис. 3. Схемы измерений БИА

Таким образом, комбинируя антропометрические и биоэлектрические параметры тела, можно дать качественную оценку не только по величине показателя основного обмена, но и по его отношению на площадь поверхности тела (ОО/ППТ) и на безжировую массу (ОО/БМТ).

Используя метод БИА можно оценить абсолютные и относительные показатели параметров тела. К абсолютным относят: жировую, безжировую, скелетно-мышечную массы тела, общую воду организма, клеточную и внеклеточную жидкости. Относительные параметры рассчитывают по абсолютным, приведенным к массе тела и др. величин [5-8].

С помощью относительных параметров можно проводить клинические исследования целых групп людей, или отдельных сегментов организма, для оценки характеристики направлений и быстроты изменения объемов, вне-и внутриклеточной жидкости.

По многочисленным результатам сопоставления эталонных методов с БИА, доказана объективная точность данной методики измерений. Благодаря портативности устройства методика доступная для амбулаторных исследований. Одними из главных достоинств БИА является: неинвазивность измерений, комфортность процедуры, высокая точность и воспроизводимость результатов, а также невысокая стоимость обследования. Преимущества БИА позволяют применять методику не только в клиниках, но и во время массовых обследований населения, в спортивных и фитнес-центрах, врачами диетологами, в научной и космических сферах [4].

Библиографический список

1. Николаев, Д. В. Биоимпедансный анализ состава тела человека / Д. В. Николаев, А. В. Смирнов, И. Г. Бобринская, С. Г. Руднев. – Москва : Наука, 2009. – 392 с.
2. Иванов, Г. Г. Биоимпедансный метод определения состава тела / Г. Г. Иванов, Э. П. Балуев, А. Б. Петухов, Д. В. Николаев // Вестник РУДН. Медицина. – 2000. – Вып. 3. – С. 66–73.
3. Мартиросов, Э. Г. Технологии и методы определения состава тела человека / Э. Г. Мартиросов, Д. В. Николаев, С. Г. Руднев. – Москва : Наука, 2006. – 256 с.
4. Руднев, С. Г. Биоимпедансное исследование состава тела населения России / С. Г. Руднев, Н. П. Соболева, С. А. Стерликов. – Москва, 2014. – 493 с.
5. Гайворонский, И. В. Биоимпедансометрия как метод оценки компонентного состава тела человека (обзор литературы) / И. В. Гайворонский, Г. И. Ничипорук, И. Н. Гайворонский, Н. Г. Ничипорук // Вестник СПбГУ. Медицина. – 2017. – Т. 12, вып. 4. – С. 365–384.
6. Воробьева, Е. Ю. Факторы, влияющие на точность биоимпедансного анализа / Е. Ю. Воробьева, К. Ю. Крайнова, Е. А. Печерская, А. М. Бибарсова // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. VI Всерос. межвуз. науч.-практ. конф. / под ред. Л. Р. Фионовой. – Пенза, 2019. – С. 178–179.
7. Грачев, А. Ю. Аппаратно-программный комплекс для автоматизированных измерений биоимпеданса / А. Ю. Грачев, О. В. Карпанин, Е. А. Печерская // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2017. – № 1 (21). – С. 96–108.
8. Automated system for bioimpedance measuring / P. E. Golubkov, E. A. Pecherskaya, O. V. Karpanin, K. Y. Kraynova, D. V. Artamonov, Y. V. Shepeleva // International Conference of Young Specialists on Micro / Nanotechnologies and Electron Devices, EDM – Proceedings. – Novosibirsk, 2018. – P. 641–644.

УДК 658.56

Д. К. Аргамак, И. А. Кострикина

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. Качество продукции является важнейшим фактором, определяющим уровень эффективности производства и стоимости продукции. Повышение качества не только обеспечивает снижение затрат на устранение дефектов в процессе производства и эксплуатации продукции в общей стоимости затрат на ее производство и эксплуатацию, но и увеличивает деловую и инвестиционную привлекательность предприятия.

В следствие кризисных процессов в экономике страны в 90-е годы прошлого столетия, сократился кадровый и производственный потенциал в отраслях оборонной промышленности, кроме того, это привело к моральному и физическому износу основных средств производства. Данная проблема повлекла за собой заметное снижение качества продукции, существенный рост затрат на устранение дефектов, обнаруженных в процессе эксплуатации, а также уменьшение экспортного потенциала оборонно-промышленного комплекса (ОПК).

В последние годы не получается преодолеть тенденций ухудшение качества вооружения и военной техники (ВВТ). Идентичная ситуация с уровнем качества в

гражданской продукции, изготавливаемой предприятиями ОПК для федеральных государственных нужд [2].

Основными причинами данного обстоятельства является большой уровень износа оборудования и использование устаревших технологий при производстве ВВТ и гражданской продукции [2]. Проблемы обновления парка технологического оборудования и внедрения новых технологий в процессы производства продукции отечественных предприятий это длительные по времени и ресурсоемкие задачи. Обновление парка предприятий ОПК будет решаться в рамках инвестиционной программы технического перевооружения.

Кроме вышеперечисленных, есть и другие причины, которые препятствуют эффективному решению проблемы повышения качества продукции ОПК. К ним относится, то что нормативное, правовое, научно-методическое и программно-техническое обеспечение качества продукции ОПК не отвечает современному научно-техническому уровню и экономическим условиям.

В настоящее время правовое обеспечение в области качества продукции во многом не отражает современных условий и особенностей функционирования ОПК как высокотехнологичной отрасли экономики.

Законодательством не введено требование наличия эффективно действующей СМК как условия получения заказа по производству продукции для федеральных государственных нужд и государственного оборонного заказа. Введение требования необходимо потому, что государство вправе потребовать определенной гарантии заданного уровня качества продукции и обеспечения эффективности производства.

В области нормативного обеспечения качества ОПК требуется значительная актуализация, так как применяемый комплекс стандартов в оборонной промышленности был разработан более 40 лет назад и в настоящее время по многим вопросам не соответствует современным требованиям организации производства. Необходимо существенно повысить уровень гармонизации военных стандартов с международными стандартами в области информационных технологий и других технологий управления, необходимых для обеспечения и повышения качества создаваемой военной техники.

Компьютерные технологии организации и управления качеством продукции (КМК-технологии) пока не нашли широкого применения на предприятиях ОПК. На сегодняшний день не более 1 % предприятий ОПК применяющих КМК-технологии [1]. В то же время отсутствие в составе СМК системы компьютерного анализа информационных и материальных потоков фактически означает невозможность полноценного управления качеством продукции, в том числе отсутствие эффективного инструмента снижения уровня дефектов продукции и затрат на их устранение.

Оборонная промышленность в России значительно отстает от ведущих промышленно развитых стран в части внедрения технологии электронного сопровождения наукоемкой продукции на всех этапах жизненного цикла (ИПИ-технологии) [1]. Это отставание может повлечь за собой негативные последствия. Основное из этих последствий является возможное резкое сокращение экспортного потенциала российских производителей военно-технической продукции, а также вероятное вытеснение с международного рынка.

Таким образом, приведенный анализ состояния проблем обеспечения качества продукции ОПК показывает, что в оборонной промышленности нормативное, правовое, научно-методическое и программно-техническое обеспечение качества военной техники и продукции двойного назначения в большей степени не удовлетворяет современным требованиям и экономическим условиям. Для решения данной актуальной проблемы необходима разработка и реализации комплексной межведомственной программы обеспечения качества продукции ОПК. Задача этой

программы состоит в решении проблемы значительного повышения качества продукции и эффективности производства за счет резкого сокращения доли затрат на устранение дефектов продукции в процессах ее разработки, производства и эксплуатации.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 57193–2016. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла систем. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200141163>
2. ГОСТ 15467–79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения (с изм. № 1). – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200001719>

УДК 658

Д. К. Аргамак, И. А. Кострикина

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА FMEA И СОДЕРЖАНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Аннотация. Экономический анализ как одна из разновидностей анализа вообще представляет собой систематизированную совокупность аналитических процедур, имеющих целью получение заключений, выводов и рекомендаций экономического характера в отношении некоторого объекта.

Рациональность проведения FMEA подтверждается с точки зрения экономики. Раннее обнаружение вероятных ошибок и просчетов позволяет уйти от дорогого исправления дефектов. Лучше предвидеть возможные ошибки и своевременно исключать их, чем запоздало заниматься проблемами исправления недостатков, после того как они появились. Тем больше экономия, чем раньше будут обнаружены ошибки в цепи «планирование продукции, ее разработка, изготовление образца, установочная (пилотная) серия, серийное производство, эксплуатация потребителем».

Оглядываясь на опыт зарубежных предприятий можно понять, что существенные результаты от внедрения методики FMEA заметны уже через год или в крайнем случае через полтора после начала освоения методологии и далее обеспечивается положительная тенденция.

Технико-экономический анализ используется для оценки влияния технологии, техники и организации производства на эффективность деятельности хозяйствующего субъекта [1–3]. Для раскрытия этого влияния, обоснования методов управления обобщающими экономическими показателями и для более полного вскрытия резервов производства используют технико-производственные показатели, которые характеризуют использование материалов и техники, сырья, качество продукции и рабочего времени. Данные показатели относятся к техническим особенностям различных видов оборудования, технологическим свойствам материалов и готовых изделий, этапам производственного процесса. Зачастую они не обобщаются по предприятию в целом. Именно поэтому данный тип анализа проводится по отдельным

цехам и производственным участкам, подвергает тщательному рассмотрению конструкции изделий, технологию по которой они были изготовлены и другие технические аспекты. И только потом результаты этого анализа обобщаются в целом по предприятию [4].

Для эффективного применения метода FMEA экономические расчеты должны учитывать следующие положительные факторы:

- обнаружение и предупреждение дефектов в производстве;
- исключение отзыва продукции из-за пропущенных ошибок, снижение опасности обратного отзыва изделий за счет систематического отслеживания возникновения ошибок;
- распознавание слабых мест, повышение эффективности системы качества;
- систематический анализ современных достижений для избегания аналогичных дефектов;
- исполнение требований заказчика, повышение и сохранение конкурентоспособности, а также имиджа (авторитета) предприятия;
- осведомленность сотрудников, лучшее уяснение задач и сознание необходимости качества – мотивация качественного труда;
- недопустимость кризисных ситуаций;
- уменьшение сроков на проектирование, сокращение объемов ресурсоемких испытаний;
- планирование на ранних стадиях средств производства и контроля, оптимизация использования всех ресурсов;
- смягчение влияния барьеров между службами.

Необходимо добавить, что первоначальное применение методологии FMEA потребует существенных затрат. Но при многократном использовании, накоплении опыта применения и статистических данных по причинам наличия дефектов и вероятности их появления, затраты не только стремительно окупаются, но и дают существенный экономический эффект.

В настоящее время многие российские специалисты в самых разных секторах промышленности уже оценили эффективность данного метода. Вне всякого сомнения, методология FMEA давно ожидаема среди отечественного инженерного сообщества. На это указывают итоги опроса специалистов, которые освоили FMEA, многие оценили степень его практической полезности в среднем на 8,5 баллов по 10-балльной шкале. Наряду с этим некоторая часть опрошенных считает, что данный метод должен стать обязательным, а также считают необходимым запретить проектирование без ее использования. Регламентированное применение FMEA в процессе разработки и производства вероятно существенно улучшит качество изготавливаемой продукции и заметно повысит ее конкурентоспособность.

Следует отметить, что внедрение и освоение FMEA дает предприятиям некоторые очевидные преимущества:

- интенсивный обмен информацией дает эффект взаимообучения, передачи инженерного опыта и повышения квалификации членов команды в смежных областях;
- командная работа стимулирует возникновение новых технических идей, причем многие из них доходят до уровня патентов;
- нередко команда способна выявить недостатки конструкции технологии, которые сами авторы не в состоянии увидеть из-за излишней «привязанности» к своему детищу;
- снижаются потери, связанные с доработками и изменениями на стадии производства;

– улучшается репутация предприятия, потребитель сразу получает завершённые и качественные изделия, а не «сырые» продукты, на доработку которых иной раз требуются годы.

Однако надо иметь в виду, что российский путь внедрения и развития FMEA несколько отличается от западного – из-за специфичных «болезней» российского управления.

Таким образом, именно метод FMEA даёт качественный результат при решении проблем разработки и постановки продукции на производство. Данная методика позволяет улучшить качество, надёжность и безопасность изделий, сократить время и затраты на доработку изделий [5].

Библиографический список

1. Печерская, Е. А. Систематизация показателей качества высокотемпературных тонкопленочных тензорезисторов / Е. А. Печерская, Д. В. Попченков, В. А. Соловьев // Инновационные информационные технологии. – 2012. – № 1. – С. 302–305.
2. Software – hardware complex for measurement and control of ferroelectrics parameters / E. A. Pecherskaya, D. V. Artamonov, V. I. Kondrashin, P. E. Golubkov, O. V. Karpanin, T. O. Zinchenko // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 1. Ser.: International Conference on Materials, Alloys and Experimental Mechanics, ICMAEM 2017. – 2017. – P. 012254.
3. Печерская, Е. А. Методики принятия решений как составная часть интеллектуальной системы поддержки исследований материалов функциональной электроники / Е. А. Печерская, А. В. Бобошко, В. А. Соловьев // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. – 2011. – № 1. – С. 229–231.
4. ГОСТ 27.310–95. Надёжность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-27-310-95>
5. Прыкина, Л. В. Экономический анализ предприятия : учеб. для вузов / Л. В. Прыкина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2003.

УДК 681.5

И. Ю. Балашова, Н. В. Сорокина

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

НАСТРОЙКА КОЭФФИЦИЕНТОВ ПИ-РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОГРЕВОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Аннотация. Рассмотрены методы настройки коэффициентов ПИ-регулятора для адаптивной системы управления электрообогревом технологического оборудования. Выделены их основные достоинства и недостатки.

В настоящее время в системах контроля и управления технологическим оборудованием важную роль играет программно-аппаратный ПИД-регулятор – пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор для формирования управляющего сигнала с целью получения необходимой точности и обеспечения

качества переходного процесса [1]. Управляющий сигнал $u(t)$ образуется в результате суммы трех слагаемых:

$$u(t) = P + I + D = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{de(t)}{dt},$$

где u – выходной сигнал регулятора (управляющее воздействие); t – время; P – пропорциональная составляющая; I – интегральная составляющая; D – дифференциальная составляющая; K_p – коэффициент пропорциональной составляющей; e – рассогласование (разность датчика и задатчика); K_i – коэффициент интегральной составляющей; τ – время; K_d – коэффициент дифференциальной составляющей.

Для регулирования температуры в системе адаптивного управления электрообогревом технологического оборудования атомной электростанции (АЭС) наилучший результат регулирования достигается при использовании ПИ-регулятора, поскольку датчики температуры оснащены нормирующими преобразователями, которые позволяют получать значения температуры без помех. Основной проблемой при использовании ПИ-регулятора является настройка коэффициентов, поскольку она зависит от множества характеристик и факторов системы [2].

В настоящий момент известно несколько способов настройки коэффициентов ПИ-регулятора. Для адаптивной системы управления электрообогревом технологического оборудования могут быть применены метод Циглера-Никольса, метод CHR (Chein, Hrones и Reswick) и метод ручной настройки, основанной на правилах.

Методы Циглера-Никольса являются приближенными методами настройки. Различают настройку по процессу двухпозиционного регулирования по релейному закону и настройку по методу максимального коэффициента усиления. Первый метод заключается в том, что систему необходимо перевести в режим двухпозиционного регулирования по релейному закону и определить амплитуду A и период колебаний t_c .

На основании этих данных для ПИ-регулятора вычислить коэффициенты по формулам

$$K_p = \frac{0.4}{A},$$

$$K_i = 0.8 * t_c.$$

Второй метод настройки коэффициентов используется, если допустим колебательный процесс, при котором значение регулируемой величины значительно выходит за установленные пределы. Сначала определяется предельный коэффициент K_{max} усиления, при котором система переходит в колебательный режим при значении коэффициента интегрирования $K_i = 0$. Увеличиваем K_{max} , начиная с $K_{max} = 0$, до тех пор, пока система переходит в колебательный режим. Управление осуществляется с помощью П-регулятора. Определяем период колебаний t_c при K_{max} . На основании полученных данных вычисляем коэффициенты ПИ-регулятора по формулам

$$K_p = 0.45 * K_{max},$$

$$K_i = 0.8 * t_c.$$

К преимуществам методов Циглера-Никольса относится простота понимания и использования. К недостаткам следует отнести то, что не учитываются требования к запасу устойчивости и полученные коэффициенты следует корректировать.

Метод CHR (Chein, Hrones и Reswick) основан на использовании в качестве критерия качества настройки максимальную скорость нарастания при отсутствии перерегулирования или при наличии не более чем 20 % перерегулирования. Данный

метод позволяет получить больший запас устойчивости, чем в методе Циглера-Никольса. Метод CHR дает две разные системы параметров регулятора. Одна из них получена при наблюдении отклика на изменение уставки, другая – при наблюдении отклика на внешние возмущения. Если для регулятора важно качество регулирования при изменении уставки, то следует выбирать первую систему. Если в задачи регулятора входит ослабление внешних воздействий, то следует выбирать вторую систему. Метод CHR использует аппроксимацию реального объекта моделью первого порядка с задержкой. Вычислить коэффициента ПИ-регулятора по методу CHR по отклику на изменение уставки без перерегулирования можно с использованием следующих формул

$$K_p = \frac{0.35}{a},$$

$$K_i = \frac{1.2 * L}{K_p},$$

где a – амплитуда тестового импульса; L – длительность задержки на входное воздействие.

Вычислить коэффициента ПИ-регулятора по методу CHR по отклику на изменение уставки с 20% перерегулированием можно с использованием следующих формул

$$K_p = \frac{0.6}{a},$$

$$K_i = \frac{L}{K_p}.$$

Основными преимуществами данного метода являются простота понимания процесса настройки и меньшее время, чем у метода Циглера-Никольса. Недостатки такие же, как и у метода Циглера-Никольса: неполная информация о запасе устойчивости системы, которая определяет надежность работы регулятора, и приближенная настройка.

Вычисление коэффициентов по формулам не может дать оптимальной настройки ПИ-регулятора, поскольку полученные результаты основываются на сильно упрощенных моделях объекта. После расчета коэффициентов регулятора необходимо сделать его подстройку. Существуют правила, полученные из опыта, теоретического анализа и численных экспериментов. При увеличении пропорционального коэффициента увеличивается быстродействие и снижается запас устойчивости. При уменьшении интегральной составляющей ошибка регулирования с течением времени уменьшается быстрее. При уменьшении постоянной интегрирования уменьшается запас устойчивости. Использование вышеперечисленных правил возможно только после предварительной настройки ПИ-регулятора по формулам [3].

Библиографический список

1. Денисенко, В. ПИД-регуляторы: принципы построения и модификации / В. Денисенко // Современные технологии автоматизации. – 2006. – № 4. – С. 66–74.
2. Сорокина, Н. Адаптивный алгоритм управления электрообогревом технологического оборудования АЭС / Н. В. Сорокина, И. Ю. Балашова // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. VI Всерос. межвуз. науч.-практ. конф. / под ред. Л. Р. Фионовой. – Пенза, 2019. – С. 223–225.
3. Денисенко, В. ПИД-регуляторы: вопросы реализации / В. Денисенко // Современные технологии автоматизации. – 2008. – № 1. – С. 86–99.

М. В. Бержинская, В. В. Ломакина

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ОЦЕНИВАНИЕ КАЧЕСТВА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛЫХ ДОМОВ В ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Аннотация. Процесс теплоснабжения играет огромную роль в современном обществе. Понятие «качества» теплоснабжения часто идентифицируется с температурой теплоносителя подающего трубопровода теплосети, хотя качество температурного режима помещения обеспечивается не температурой теплоносителя подающего трубопровода, а количеством поставляемого тепла и рациональным использованием этого тепла внутри помещения, а также перерывами в предоставлении коммунальных услуг.

В последние годы активно обсуждаются принципиально разные модели развития теплоснабжения в стране. Определить на первый взгляд качество теплоснабжения невозможно, именно поэтому возникла необходимость расчета комплексного показателя. Для этого рассмотрим на примере отопительного периода 2018–2019 гг. процесс оценивания качества.

В процессе теплоснабжения участвуют три стороны: источник (производитель тепла), теплосеть (теплотранспортная компания), потребитель (потребитель тепловой энергии).

Рассмотрим значимость параметров теплоносителя для всех участников теплоснабжения.

Порядок значимости контрольных показателей качества теплоснабжения для Источника и Теплосети одинаков [1]:

- 1 температура теплоносителя в обратном трубопроводе t_2 ;
- 2 давление теплоносителя в обратном трубопроводе P_2 ;
- 3 давление теплоносителя в подающем трубопроводе P_1 ;
- 4 температура теплоносителя в подающем трубопроводе t_1 ;
- 5 тепловая нагрузка Q (заданная диспетчером теплосети).

Для Потребителя нормативная температура воздуха внутри помещения определяется количеством тепловой энергии, поступающей в помещение, и рациональным ее использованием.

В данной статье проведем анализ качества теплоснабжения для Потребителя, так как чаще всего именно у этой стороны процесса теплоснабжения возникает масса вопросов технического, юридического и финансового характера.

В качестве теплоносителя, с помощью которого передается тепловая энергия потребителям, рассмотрим горячую воду. В этом случае показателями качества теплоэнергии являются температура в подающем трубопроводе, а также минимальный перепад давления в подающем и обратном трубопроводах и предельные значения давления в обратном трубопроводе на границе балансовой (эксплуатационной) принадлежности [4].

Экспертным мнением были определены весовые коэффициенты показателей качества тепловой энергии:

- температура в помещении $t_{\text{пом}}$ – 80 %;
- температура воды в обратном трубопроводе t_2 – 6 %;
- давление воды в обратном трубопроводе P_2 – 5 %;
- давление воды в подающем трубопроводе P_1 – 4 %;
- температура воды в подающем трубопроводе t_3 – 3 %;
- температура теплоносителя в подающем трубопроводе t_1 – 1 %;

– тепловая нагрузка Q (фактическая отопительная нагрузка здания) – 1 %.

Нормативные значения показателей качества теплоснабжения жилых домов в отопительный период [3]:

$$t_{\text{пом}} = 18 \text{ }^{\circ}\text{C}; P_2 = 1,5-2,0 \text{ Па}; P_1 = 2,0-6,0 \text{ Па}; Q = 0,120 \text{ Гкал/ч.}$$

Рассмотрим пример расчета комплексного показателя за первый отопительный месяц 2018–2019 гг. – октябрь. Среднее значение температуры наружного воздуха составляло $4,4^{\circ}\text{C}$; $t_1 = 41,2^{\circ}\text{C}$, $t_2 = 35,2^{\circ}\text{C}$, $t_3 = 41,2^{\circ}\text{C}$.

Значения показателей качества теплоснабжения для потребителя за отопительный период 2018-2019 гг.: $t_{\text{пом}} = 19^{\circ}\text{C}$; $t_2 = 35,09^{\circ}\text{C}$; $P_2 = 4,0 \text{ Па}$;

$P_1 = 7,0 \text{ Па}$; $t_3 = 39,72^{\circ}\text{C}$; $t_1 = 39,72^{\circ}\text{C}$; $Q = 16,76 \text{ Гкал/ч.}$ Найдем значение отклонения показателей качества от нормативных значений :

$$\Delta t_{\text{пом}} = t_{\text{помНор}} - t_{\text{пом}} = 18-19 = -1^{\circ}\text{C}.$$

$$\Delta t_2 = t_{2\text{Нор}} - t_2 = 35,2-35,9 = -0,07^{\circ}\text{C}.$$

$$\Delta P_2 = P_{2\text{Нор}} - P_2 = 2,0 - 4,0 = -2,0 \text{ Па}.$$

$$\Delta P_1 = P_{1\text{Нор}} - P_1 = 6,0 - 7,0 = -1,0 \text{ Па}.$$

$$\Delta t_3 = t_{3\text{Нор}} - t_3 = 41,2 - 39,72 = 1,48^{\circ}\text{C}.$$

$$\Delta t_1 = t_{1\text{Нор}} - t_1 = 41,2 - 39,72 = 1,48^{\circ}\text{C}.$$

$$\Delta Q = Q_{\text{Нор}} - Q = 0,120 - 0,0499 = 0,0701 \text{ Гкал/ч.}$$

Для расчета комплексного показателя, найдем сумму произведений полученных значений отклонений и их весовых коэффициентов.

$$K_1 = 0,8 \cdot \Delta t_{\text{пом}0} + 0,06 \cdot \Delta t_{20} + 0,05 \cdot \Delta P_{20} + 0,04 \cdot \Delta P_{10} + 0,03 \cdot \Delta t_{30} + 0,01 \cdot \Delta t_{10} + 0,01 \cdot \Delta Q = -0,884$$

Значения комплексного показателя для других отопительных месяцев приведены в табл. 1.

Таблица 1

Значения комплексного показателя в зависимости от отопительных месяцев

Месяц	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель
Значение показателя	-1,179	-1,071	-1,064	-0,271	-0,414	-0,243

Для информативного графического представления данных на рис. 1 представлена контрольная карта кумулятивных сумм [2]:

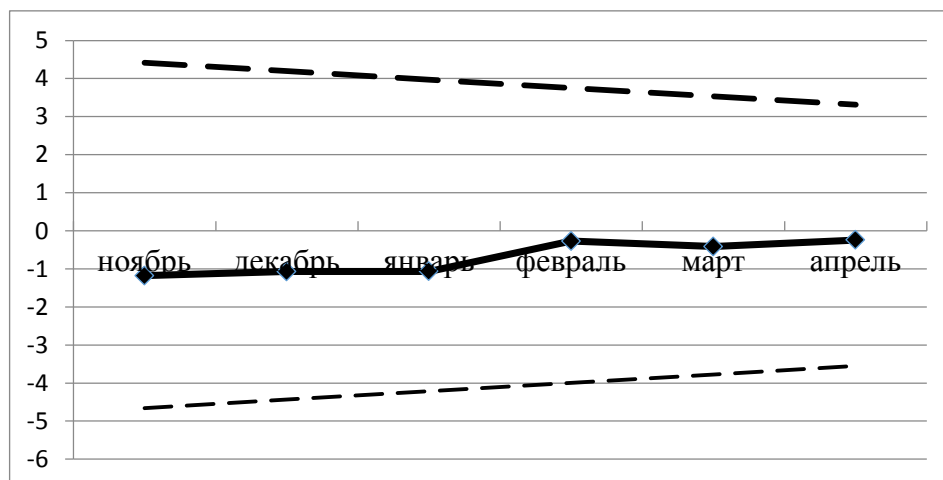


Рис. 1. Контрольная карта кумулятивных сумм

Анализ карты показывает: т.к. не наблюдается отклонение кривой КУСУМ от прямой, соединяющей крайние точки графика, можно говорить о стабильности процесса. Значения показателя не выходят за границы V-маски, что также означает устойчивость процесса.

Таким образом, комплексный показатель качества позволяет на примере отопительного периода 2018–2019 гг. оценить качество теплоснабжения жилых домов в отопительный период.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 54860–2011. Теплоснабжение зданий. Общие положения методики расчета энергопотребности и эффективности систем теплоснабжения.
2. ГОСТ Р ИСО 7870-4–2013. Статистические методы. Контрольные карты. Часть 4. Карты кумулятивных сумм.
3. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с изм. № 1, 2).
4. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации : федер. закон № 261-ФЗ от 23.11.2009 (последняя редакция).

УДК 621.3

М. М. Бирюков

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ БОЛЬШИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ

Аннотация. Рассмотрены существующие методы измерения больших электрических сопротивлений. Предложены комбинированная схема системы измерения больших электрических сопротивлений и ее описание.

Резисторы являются самыми массовыми изделиями электронной техники. Они применяются практически во всех видах аппаратуры, связанной с электроникой и электротехникой как военной, так и бытовой аппаратуре. Их основная функция - регулирование и распределение электрической энергии между цепями и элементами схемы. В высоковольтных цепях в энергетике, телевизионной техники, ракетно-космической аппаратуре широко используются высоковольтные высокоомные резисторы.

Все резисторы характеризуются предельным рабочим напряжением, которое может быть приложено к резисторам, не нарушая их работоспособности. Для высокоомных резисторов, работающих в воздушной среде, главным фактором, влияющим на предельное рабочее напряжение, является электрический пробой, который возможен между выводами резистора.

Коэффициент напряжения характеризует изменение сопротивления резистора при приложении различных по величине напряжений. Сопротивление компози-

ционных проводников с зернистой структурой может существенно изменяться вследствие различной проводимости контактных зазоров между частицами при изменении приложенного напряжения. В этом случае вольтамперная характеристика проводящего элемента имеет нелинейный характер, так как при повышении напряжения, начиная с некоторого значения, сопротивление проводящего элемента уменьшается.

Коэффициент напряжения показывает степень нелинейности вольтамперной характеристики проводящего элемента. Коэффициент напряжения определяется по формуле

$$K_u = \frac{R_2 - R_1}{R_1}. \quad (1)$$

При этом за R_1 принимают сопротивление, измеренное при напряжении, соответствующем 10 % номинальной мощности рассеяния резистора, а за R_2 – сопротивление, измеренное при напряжении, соответствующем 100 % номинальной мощности рассеяния резистора.

Высокоомные резисторы (с сопротивлением свыше 10^7 – 10^{14} Ом) часто входят в аппаратуру для измерения больших сопротивлений в качестве мер, при помощи которых определяется неизвестное сопротивление объекта измерения. Впервые мера весьма большого сопротивления использована для целей электрометрии в начале прошлого века сотрудником Резерфорда Бронсоном.

Методы, основанные на сравнении измеряемого сопротивления с известным, можно разделить на две подгруппы: метод делителя и мостовые методы.

Краткое описание методов измерения:

1. Методы, основанные на использовании делителя из известного и измеряемого сопротивлений, имеют низкие чувствительность и точность, но достаточно просты, благодаря чему широко используются в промышленных тераомметрах. При измерении не очень больших сопротивлений, когда образцовое сопротивление не превосходит 10^{11} Ом, можно использовать электрометрический усилитель с последовательной отрицательной связью. При больших образцовых сопротивлениях необходимо включать резистор в цепь обратной связи, иначе постоянная времени установления показаний получается недопустимо большой [1–3].

2. Мостовые методы измерений позволяют получить высокую точность измерений, особенно в тех случаях, когда используется образцовый резистор высокой точности (например, микропроводочный). Мостовые методы имеют низкую чувствительность и в общем случае мало пригодны для измерения очень больших сопротивлений, особенно при малых напряжениях.

3. Методы, основанные на разряде или заряде образцового конденсатора через измеряемое сопротивление, в своем простейшем исполнении не обеспечивают постоянства напряжения на контролируемом объекте в процессе испытаний, а также громоздки. Это не позволяет широко использовать их для построения промышленных приборов.

4. Метод, использующий интегрирующий электрометрический усилитель, обеспечивает высокую чувствительность, что позволяет использовать его для измерения очень больших сопротивлений. Он также имеет высокую точность и хорошо поддается автоматизации, т. е. на его базе могут быть выполнены образцовые и прецизионные автоматические приборы.

5. Методы, основанные на использовании источников малых токов, имеют наибольшую чувствительность из всех возможных. Они обеспечивают высокую

точность. На их базе могут быть выполнены образцовые и прецизионные измерители больших сопротивлений.

Рассмотрим структурную схему установки для измерений сопротивлений высоковольтных высокоомных резисторов, приведенную на рис. 1.

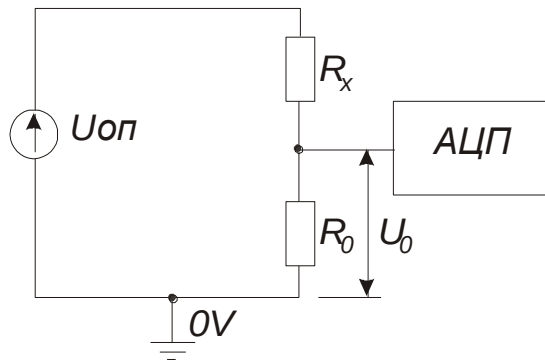


Рис. 1. Структурная схема установки для измерений сопротивлений

Принцип измерения заключается в следующем: сигнал с источника опорного напряжения $U_{оп}$ создает падение напряжения U_x на измеряемом резисторе R_x и падение напряжения U_0 на опорном резисторе R_0 . Измеряемым напряжением является напряжение U_0 :

$$U_0 = \frac{U_{оп} \cdot R_0}{R_x + R_0}. \quad (4)$$

Падение напряжения с опорного резистора поступает на вход АЦП, где оно преобразуется в цифровой код.

В соответствии с требованиями технического задания и разработанным методом составлена структурная схема, представленная на рис. 2.

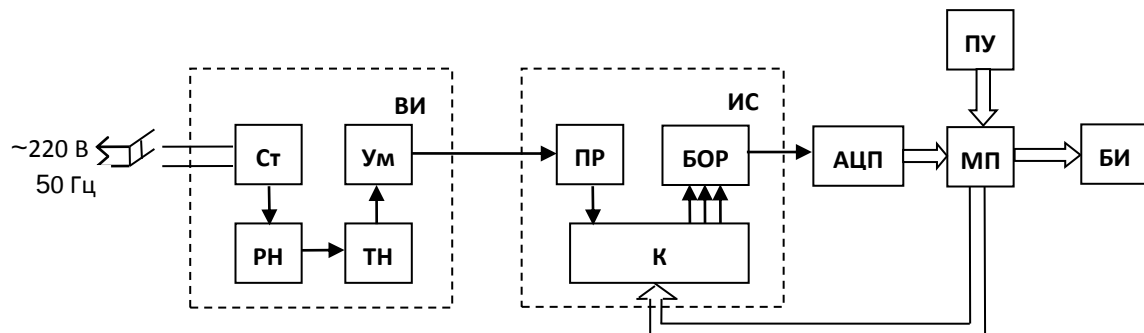


Рис. 2. Структурная схема измерения электрических сопротивлений: ВИ – высоковольтный источник; Ст – стабилизатор; РН – регулятор напряжения; ТН – трансформатор питания; Ум- умножитель; ИС – исследуемая схема; ПР – поверяемый резистор; К – коммутатор; БОР – блок опорных резисторов; АЦП – аналогово-цифровой преобразователь; МП – микропроцессор; ПУ – пульт управления; БИ – блок индикации

Высоковольтный источник необходим для преобразования напряжения промышленной сети с напряжением 220В и частотой 50 Гц в стабильное постоянное высоковольтное напряжение и состоит из стабилизатора, регулятора напряжения, трансформатора питания и умножителя.

Стабилизатор служит для подавления скачков сети и надежной работы всего устройства. Регулятор напряжения необходим для установления рабочего напряжения для данного исследуемого резистора. Трансформатор питания предназначен для усиления переменного напряжения сети в несколько десятков раз. Умножитель служит для преобразования переменного напряжения в постоянное и его дальнейшего усиления. Исследуемая схема состоит из поверяемого резистора, коммутатора и блока опорных резисторов. Коммутатор управляется цифровым кодом с микропроцессора, и служит для коммутации блоков опорных резисторов [4–6].

Блок опорных резисторов состоит из образцовых резисторов, на которых производится измерение падения напряжения.

АЦП служит для преобразования измерительного сигнала в цифровой код, для дальнейшей обработки его микропроцессором.

Микропроцессор предназначен для управления автоматического процесса измерения электрического сопротивления образцовых резисторов и вычисления значений сопротивлений исследуемых резисторов и напряжения на них.

Пульт управления предназначен для установки параметров исследуемых резисторов, необходимых для автоматического измерения сопротивления.

Блок индикации служит для отображения измерительной информации, в удобной для восприятия оператором форме.

При замыкании ключа, на выходе высоковольтного источника опорного напряжения формируется образцовый сигнал напряжения. Это приводит к падению напряжения на подключаемом резисторе и блоке опорных резисторов. Через коммутатор, управляемый цифровым кодом с микропроцессора, измеряемый сигнал подается на АЦП для преобразования в цифровой код, с последующей его обработкой микропроцессором и отображении результата измерения на блоке индикации. Таким образом, система измерения больших электрических сопротивлений является комбинированным решением, получившим положительные свойства от различных методов измерения.

Библиографический список

1. Software – hardware complex for measurement and control of ferroelectrics parameters / E. A. Pecherskaya, D. V. Artamonov, V. I. Kondrashin, P. E. Golubkov, O. V. Karpanin, T. O. Zinchenko // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 1. International Conference on Materials, Alloys and Experimental Mechanics, ICMAEM 2017. – India, 2017. – P. 012254.
2. Automated system for bioimpedance measuring / P. E. Golubkov, E. A. Pecherskaya, O. V. Karpanin, K. Y. Kraynova, D. V. Artamonov, Y. V. Shepeleva // International Conference of Young Specialists on Micro / Nanotechnologies and Electron Devices, EDM – Proceedings. – Novosibirsk, 2018. – P. 641–644.
3. Контроль временной нестабильности диэлектрических параметров сегнетоэлектриков / Е. А. Печерская, В. А. Соловьев, А. М. Метальников, Ю. А. Вареник, И. М. Гладков, Д. В. Рябов // Известия высших учебных заведений. Электроника. – 2013. – № 2 (100). – С. 84–88.
4. Ратхор, Т. С. Цифровые измерения. Методы и схемотехника : пер. с англ. / Т. С. Ратхор. – Москва : Техносфера, 2004. – 376 с.
5. Особенности измерения малых и больших сопротивлений. – URL: <http://electricalschool.info/spravochnik/izmeren/628-osobennosti-izmereniya-malykh-i.html> (дата обращения: 21.02.2020).
6. Хоровиц, П. Искусство схемотехники : пер. с англ. / П. Хоровиц, У. Хилл. – 2-е изд. – Москва : Техносфера, 2014. – 704 с.

Т. А. Бичурин

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА СОТОВОЙ СВЯЗИ В ПЕНЗЕ

Аннотация. Рассматриваются особенности оценивания качества услуг сотовой связи и проводится анализ их качества среди основных российских операторов на примере Пензы.

Современный уровень развития рынка сотовой связи, изменения в средствах и способах предоставления услуг сотовой связи, повышение объема и многоаспектности информации, циркулирующей в сетях сотовой связи, выдвинули проблему совершенствования системы управления качеством связи. В настоящее время система управления качеством связи направлена на сочетание деятельности органов исполнительной власти, операторов связи и абонентов (пользователей), используемых информационных систем, методов и средств управления, а также единых организационных, методологических и технологических механизмов. Система управления качеством в организациях, представляющих услуги связи, во многом определяет степень реализации конкурентных преимуществ операторов сотовой связи.

Качество связи – это интегральное понятие, означающее совокупность качества сетей связи, качества услуги связи и восприятия качества услуги связи потребителями (клиентский опыт). Под качеством сетей связи принято понимать степень соответствия сетей связи установленным требованиям к их доступности, устойчивости, целостности и безопасности, необходимым для оказания услуг связи [1]. Иными словами, качество услуги связи – это совокупность свойств услуги, обуславливающих ее пригодность для удовлетворения потребностей абонента (пользователя). Восприятие качества услуги связи потребителями – это клиентский опыт, совокупность ощущений абонента (пользователя), отражающих степень его ожиданий и удовлетворенности услугами связи. Управление качеством сотовой связи является составляющей единого процесса управления деятельностью оператора связи.

Согласно нормативно-технической документации, регламентирующей качество сотовой связи [1], к основным показателям качества связи следует отнести количество неуспешных соединений и обрывов в процессе разговора, долю обрывов голосовых соединений, а также среднюю разборчивость речи и долю неразборчивых соединений.

В Пензе работают следующие российские операторы сотовой связи: МТС-RUS, Мегафон, Билайн, Теле 2. Результаты для исследования были взяты из протокола Главного радиочастотного центра [2]. Параметры качества сотовой связи были получены с помощью радиоизмерительного комплекса Automatic & TEMS Pocket. Качество голосовой связи оценивалось по двум параметрам: количество неуспешных соединений и обрывов в процессе разговора, доля обрывов голосовых соединений, а также средняя разборчивость речи и доля неразборчивых соединений.

По количеству неуспешных соединений худшим является оператор ТЕЛЕ2 (1,9 %), по доле обрывов голосовых соединений худшим является оператор Билайн (1,5 %), он же является худшим по доле неразборчивых соединений (1,9%). Лидером по качеству голосовой связи в Пензе является МТС-RUS (количество неуспешных соединений – 1,2 %, обрывов в процессе разговора – 0,5 %, доля обрывов голосовых

соединений – 4 %, средняя разборчивость речи – 4 %, доля неразборчивых соединений – 0,4%; усредненная оценка качества связи – 1, 53 %).

По передаче текстовых сообщений лидирует также оператор МТС-RUS (доля недоставленных SMS-сообщений составляет 2,9 %), худшим в этой группе показателей является Мегафон (доля недоставленных SMS- сообщений составляет 12,9 %).

По средней скорости мобильного интернета лидирует оператор ТЕЛЕ2 (средняя скорость интернета – 10,7 Мбит/с); а Билайн опять находится на последнем месте средняя скорость интернета – 6,9 Мбит/с).

К числу основных показателей качества сотовой связи является удовлетворенность абонентов. Автором была сделана попытка определить удовлетворенность абонентов, основываясь на информации, представленной на форумах и социальных сетях.

Оператор МТС – одним из главных плюсов МТС пользователи считают тот факт, что он везде хорошо ловит и позволяет позвонить почти из любой точки России. Сигнал не пропадает даже за пределами больших городов, а непосредственно на их территории он везде стабильно хороший. МТС является самым массовым оператором на территории РФ, насчитывая около 78 миллионов пользователей, согласно мнению которых это лучший оператор связи в стране. За МТС нередко замечают лукавство при объявлении условий новых тарифов, которые имеют большое количество указанных мелким шрифтом ограничений. Также пользователи жалуются на подключаемые без ведома абонента платные услуги. Однако проблема носит не массовый характер и негодования чаще всего слышны от не разобравшихся в своих тарифах абонентов. Еще два минуса, которые раздражают пользователей: тяжело дозвониться до Живой поддержки; в салонах, далеким от технологий, пользователям навязывают ненужные услуги. А в остальном МТС вполне оправдывает лидирующие позиции на рынке услуг мобильной связи. У них стабильно высокая скорость интернета, хорошая связь, и адекватные по цене тарифы.

Оператор МегаФон раньше других конкурентов начал установку вышек 4G, что плотно закрепило за ним звание оператора с самым быстрым мобильным интернетом, и это действительно так. Кроме того, личный кабинет МегаФона – это очень удобный сервис, обходящий по функционалу аналогичные приложения от других операторов. Однако путь к этому чуду был тернист и долог, ранее МегаФон славился анекдотичной кривостью своих онлайн-сервисов, да и работа USSD-команд была далека от идеала. По частоте навязывания ненужных услуг МегаФон может сравниться с МТС. Впрочем, невнимательные абоненты, любящие кликать куда попало и не читать запросы о подтверждении, будут страдать везде. На сегодняшний день МегаФон хоть и не отличается самой выгодной ценовой политикой, предоставляет стабильно высокое качество связи и мобильного интернета. Примечательно что клиентов, желающих перейти со своим номером на обслуживание к другим операторам, компания пытается удержать, предлагая им 50 % скидку на популярные тарифы.

Оператор Tele2 вышел на российский рынок позже остальных операторов, а потому все время своего существования был вынужден играть роль догоняющего, что, в свою очередь, оказалось выгодно для абонентов. Несмотря на сравнительно небольшое количество вышек сотовой связи, Теле2 имеет нормальное покрытие в большинстве крупных городов и регионов РФ, а также предоставляет самые выгодные условия по тарифам и отличается самой высокой лояльностью к пользователям.

Оператор Билайн, будучи когда-то одним из наиболее популярных операторов мобильной связи, вот уже несколько лет подряд теряет свою популярность. Скажутся и низкая скорость интернета, и посредственное качество связи, и менее выгодные тарифы на фоне конкурентов. Практически по всем пунктам сравнения

Билайн оказался на последнем месте, на сегодняшний день завлечь новых клиентов этой компании решительно нечем и сейчас это один из наименее интересных вариантов для подключения по Пензе.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 53732–2009. Качество услуг сотовой связи. Показатели качества. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200082210>
2. Сайт федерального государственного унитарного предприятия «Главный Радиочастотный Центр». – URL: <http://www.grfc.ru/grfc>

УДК 656.11

А. Г. Буянов, А. В. Курганов

МБОУ ДО Центр детского творчества, г. Кузнецк, Россия

«УМНАЯ» ПАРКОВКА

Аннотация. Рассмотрена возможность использования современных цифровых технологий при организации автомобильных парковок.

Целью данного проекта была разработка устройства, помогающего автомобилистам в поиске свободных мест на больших парковках с созданием действующего макета с индикацией наличия и расположения свободных мест на экране мобильного телефона.

В крупных городах водители тратят большое количество времени на поиск свободного места для парковки автомобиля на больших стоянках, например в супер и гипермаркетах. Изучая информацию в сети Интернет было найдено интересное исследование. [2] Согласно него, по данным опросов международной организации IBM GlobalParkingSurvey, в 2011 году столица России занимала 17-е место из 20 в рейтинге качества парковок в мегаполисах: тяжелее ситуация обстоит лишь в Нью-Дели, Бенгалуру и Пекине. На поиски парковочного места у московских водителей в среднем уходило 19,1 минуты. 20 % опрошенных отмечали, что наибольшее время, которое они провели в поисках парковки за 2011 год составило от 21 до 30 минут. Еще 29 % респондентов заявили, что тратили на поиск парковки до 20 минут. А 34 % водителей случалось спорить из-за парковочного места.

Езда водителей в поисках свободных мест может вызвать заторы, пробки, увеличивает время холостых пробегов автомобилей и, соответственно, расход топлива и количества выхлопных газов. Помимо открытых стоянок есть стоянки закрытого типа, площади и количество парковочных мест на которых может быть очень большим (например, супермаркет ИКЕА в Екатеринбурге занимает площадь 308 000 квадратных метров и насчитывает 5800 мест для стоянки автомобилей) и найти свободное место можно только объезжая ряды автомобилей.

Из вышесказанного ясно, что проблема существует и она особенно актуальна в больших городах. Конечно же, полностью решить данную проблему в рамках этого проекта не получится, но предлагаемый вариант может помочь автомобилистам оперативно находить парковочные места на закрытых стоянках, подземных парковках супермаркетов и развлекательных центров.

В результате проведенного исследования было выяснено, что все парковки в России делятся на открытые (расположенные на поверхности земли без крыши) и закрытые (подземные, надземные или многоэтажные). В процессе поиска информации также стало понятно, что максимум, на что может рассчитывать заезжающий на парковку водитель – это помощь специально нанятого работника в поиске свободного места. В большинстве же случаев водитель оказывается предоставленным самому себе, что в современном мире конечно же не облегчает жизнь. А учитывая то, что уже несколько десятилетий мы живем в цифровом мире, хотелось бы интегрировать в него и такой рутинный процесс, как поиск свободного места для стоянки машины на парковке.

Проблему поиска места на большой парковке можно достаточно просто решить с помощью установки на каждое парковочное место датчиков с отображением полученной с них информации в мобильном приложении или с помощью технологии Carplay. Также возможен вариант с установкой светодиодного табло, информирующего водителя о наличии и расположении свободных мест при въезде на парковку. В этом проекте рассмотрен вариант отображения информации с помощью мобильного приложения на базе Android.

Принципиальная схема устройства показана на Рис 1(а). В макете для проверки наличия автомобиля на парковочном месте используются ультразвуковые датчики дальномеры HC-SR04. При обнаружении автомобиля на выходе датчика появляется сигнал, который затем поступает на соответствующие порты модуля ESP32. Этот модуль представляет собой радиоэлектронное устройство, предназначенное для сбора, обработки и передачи данных в глобальную сеть интернет. В состав модуля входит микроконтроллер STM, модуль с PCB-антенной на основе микросхемы ESP32-D0WDQ6 с поддержкой Wi-Fi и Bluetooth. Информация с модуля при помощи технологии Wi-Fi через сеть интернет передается на специализированный сервер. Далее с него информацию можно получить при помощи мобильного приложения.

Для передачи информации на сервер на языке C++ была написана специальная программа.

Мобильное приложение выполнено с помощью платформы Blynk, созданной специально для отправки и получения данных с плат ESP, Arduino и Raspberry PI. Интерфейс мобильного приложения для четырех датчиков можно увидеть на рис. 1(б).

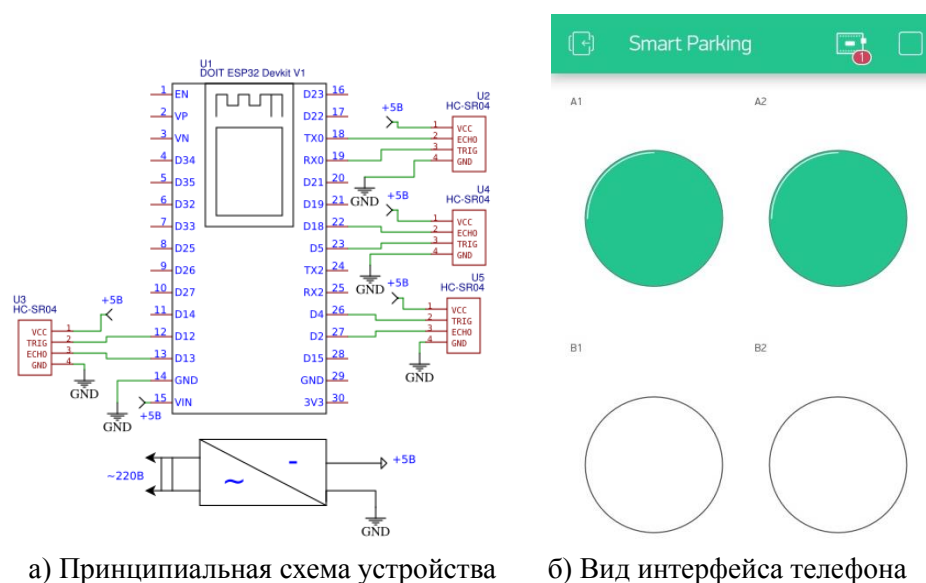


Рис. 1

В заключение можно сказать, что рассмотренный проект реально использовать на больших стоянках, не тратя при этом огромных средств. Единственным недостатком макета является использование ультразвуковых датчиков. Как было сказано ранее, на одной из стоянок в Екатеринбурге около 6 тысяч парковочных мест. И если на каждом из них будет стоять постоянно работающий ультразвуковой датчик, то неизбежно возникновение помех, влияющих как на соседние датчики, так и на датчики парковки, установленные на автомобилях. К тому же большое количество излучения в пространстве может негативно сказываться на самочувствии человека. Лучшим решением данной проблемы будет использование инфракрасных датчиков, которые не излучают вредных для человека волн и практически не создают помех близлежащему оборудованию.

Библиографический список

1. RadioNet Информационно-поисковый портал по радиоэлектронике. – 2002–2010. – URL: <http://radionet.com.ru> (дата обращения: 11.11.2019).
2. Данные опросов международной организации IBM GlobalParkingSurvey. – URL: <http://www.transport.mos.ru/#!/page/news/?id=21424> (дата обращения: 18.11.2019).
3. Подключение ультразвукового датчика. – URL: <http://wiki.amperka.ru/продукты:hc-sr04-ultrasonic-sensor-distance-module> (дата обращения: 18.11.2019).
4. Работа с платформой “Blynk”. – URL: <https://blynk.io> (дата обращения: 19.11.2019).

УДК 004.925

А. Г. Буянов, А. А. Пинясова

МБОУ ДО Центр детского творчества, г. Кузнецк, Россия

УДОБНАЯ ОБУВЬ ДЛЯ ВСЕХ

Аннотация. Рассматривается теоретическое обоснование идеи модернизации процесса пошива обуви для решения проблемы точности изготовления нестандартных моделей.

Человек постоянно стремится к комфорту. Вот только понятие комфорта у всех разное. Для кого-то это понятие включает жизнь по системе «все включено», а кому-то нужна всего лишь удобная одежда и обувь. С первыми все более-менее понятно, а вот ко вторым относятся люди с врожденными или приобретенными отклонениями в строении тела. И здесь возникает проблема: стандарты, по которым производятся одежда и обувь, им не подходят. Сшить одежду или обувь на заказ – единственное решение этой проблемы. И если сшить любую одежду на заказ достаточно просто, то найти хорошего сапожника, который сможет изготовить обувь «по ноге» крайне сложно. А по подсчетам исследователей современный человек преодолевает ежедневно порядка 5–6 км, а, значит, в год эта цифра может составлять 1825–2190 км. Так как же им помочь?

На отечественном рынке обуви в огромном количестве представлены дешевые модели из низкокачественных материалов, которые изготавливают по общим стандартам. Присутствует на нем и дорогая добротная обувь. Но и она шьется по ограниченному количеству стандартных колодок. Но существуют проблемы, при которых людям сложно, а порой невозможно найти «их» обувь. Одна из них – нестандартный размер и полнота ноги, а вторая – травма или врожденное заболевание.

Решением этой проблемы можно считать покупку обуви, сшитой в обувном ателье. Однако для индивидуального пошива потребуется личная колодка, которую проблематично изготовить вручную.

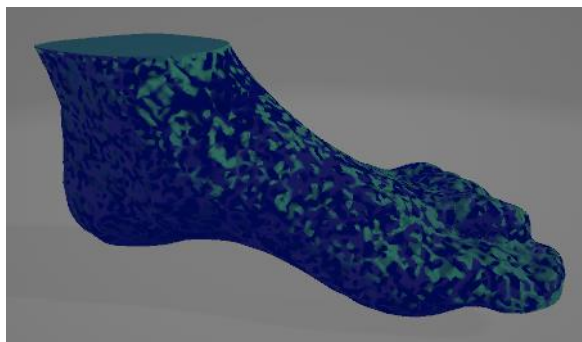
Идея авторов заключается в следующем: при помощи 3D-сканера получить объемную модель ноги. После программной обработки напечатать на 3D-принтере колодку. А после обработки в специальной программе получить развертку, по которой можно в ателье раскроить материал и сшить обувь. В дальнейшем человек, заказавший колодку, может использовать ее для пошива другой обуви и в других ателье.

Для производства необходимо будет использовать специальное программное обеспечение. В программу будет загружаться 3D модель отсканированной ноги, которую она будет преобразовывать в соответствующие чертежи.

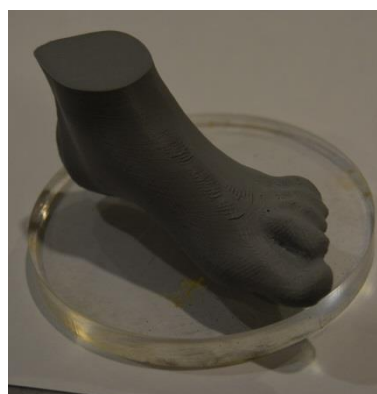
Функционал программы должен предусматривать возможность моделирования обуви, создания фасона и собственного дизайна по желанию клиента. А после доведения до «идеального» состояния, делать развертку.

Данный проект можно осуществить как полностью заново, так и внедрить в любое существующее современное производство, приобретя 3D сканер и соответствующее программное обеспечение.

Было проведено несколько попыток сканирования с помощью сканера «Sense». Из-за своей дешевизны он имеет невысокую точность сканирования, но в данном случае было важно проверить сам принцип. Полученная готовая модель представлена на рис. 1(а). На рис. 1(б) показана распечатанная пластиковая модель стопы в уменьшенном виде.



а) Результат сканирования



б) объемная модель

Рис. 1

Почти весь процесс производства обуви на современном производстве автоматизирован: в программу на раскройном станке загружаются чертежи моделей. Лазером на материале размечаются будущие детали и производится резка. Далее заготовки переносятся на сборочный станок, на выходе которого получается собранная верхняя часть обуви. В дальнейшем швеи обрабатывают их и пришивают к подошве. Поэтому для внедрения этой идеи в жизнь не потребуются огромные затраты.

Возможно, на данном отрезке времени стоимость проекта может показаться высокой, но прогресс не стоит на месте. Создаются новые материалы, разрабатываются новые технологии и соответственно удешевляется производство. И если эту идею начать разрабатывать, то в конечном итоге стоимость произведенного товара будет неуклонно снижаться. Следовательно, сроки окупаемости вложенных средств будут уменьшаться. К тому же не стоит забывать, что главная идея проекта – помощь людям, страдающим заболеваниями нижних конечностей. А помощь инвали-

дам вообще является социальной функцией государства и часть стоимости (или полную стоимость) могут компенсировать соответствующие фонды.

И хотелось бы отметить, что на современном этапе есть все необходимые материалы и оборудование для реализации ее на практике.

Библиографический список

1. Горбачик, В. Е. Конструкторско-технологическая подготовка производства обуви : конспект лекций / В. Е. Горбачик. – Витебск : УО «ВГТУ», 2017. – 58 с.

УДК 006.3.8

П. Н. Буянова

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

АНАЛИЗ ПОНЯТИЙ «ПОГРЕШНОСТИ» И «НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ», ПРИМЕНЯЕМЫХ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

Аннотация. Рассмотрены нормативные документы, связанные с неопределенностью, применяемые в России и за рубежом. Описано понятие «неопределенность» с точки зрения различных авторов. Проведен сравнительный анализ понятий «погрешность» и «неопределенность». Также выявлены проблемы по введению данного понятия в России. Использование неопределенности в качестве оценки достоверности результатов измерений в настоящее время в метрологических органах зарубежных стран и международных метрологических организациях является значительно более широким, чем в России. Более того, зарубежные фирмы, выпускающие средства измерений, активно переходят на их нормирование с использованием неопределенности.

Неопределенность (измерений) – параметр, связанный с результатом измерений и характеризующий рассеяние значений, которые могли бы быть обоснованно приписаны измеряемой величине [1]. Стандартная неопределенность и (измерений) – неопределенность результата измерений, выраженная в виде среднего квадратического отклонения. Аналог – «стандартное отклонение погрешности». Неопределенность, представленная в виде стандартного отклонения. Стандартное отклонение в виде среднего квадратического отклонения рассчитывается по известной формуле [1].

Суммарная стандартная неопределенность u_c (измерений) – стандартная неопределенность результата измерений, равная положительному квадратному корню суммы дисперсий. Расширенная неопределенность U (измерений) – границы интервала, в пределах которого находится большая часть распределения значений, которые могли бы быть приписаны измеряемой величине.

Согласно [5] под неопределенностью результата измерений понимают неполное знание значения измеряемой величины, и для количественного выражения этой неполноты вводят распределение вероятностей возможных значений измеряемой величины – параметр, который количественно характеризует точность результата измерений. В статье [3] автор дает следующее определение понятия неопределенности. Неопределенность измерения – неотрицательный параметр, характеризующий раз-

брос значений величины, приписываемых измеряемой величине на основе используемой информации.

В международном документе [4] применено понятие «неопределенность измерения при поверке средств измерений» без конкретизации этого положения. Возможны различные варианты его реализации из-за многообразия реальных ситуаций по соотношению пределов погрешностей поверяемых средств измерений и применяемых при этом эталонов, соотношению значений неопределенностей, оцененных по типу А и по типу В. Погрешность результата измерения – отклонение результата измерения от действительного (истинного) значения измеряемой величины. По мнению автора [1] погрешность является количественной характеристикой неопределенности, или неоднозначности, результата измерения. Ее оценивают, исходя из всей информации, накопленной при подготовке и выполнении измерений. Эту информацию обрабатывают для совместного одновременного определения окончательного результата измерения и его погрешности [6, 7]. Окончательный результат нельзя расценивать как “истинное значение” измеряемой физической величины, так как в этом нет смысла из-за наличия погрешности. По определению, приведенному в [2] конкретная погрешность всегда имеет определенный знак (положительный или отрицательный). В соответствии с данными определениями видно отличие погрешности от неопределенности, характеризующее рассеяние значений, т.е. всегда положительного параметра возможных значений величины. Понятие погрешности в концепции неопределенности, хотя и сохранилось, претерпело существенное изменение. Погрешность может использоваться только в тех случаях, когда имеется определенное значение величины, опираясь на которое можно вычислить погрешность. Если за опорную величину принимается истинное или действительное значение величины, то вычислить погрешность нельзя. Если опорное значение является условным значением величины, погрешность может быть вычислена.

Из сказанного следует, что, если в концепции погрешности использование последней для оценки достоверности измерений носит всеобъемлющий характер, то в концепции неопределенности применение погрешности весьма ограничено и может использоваться только при проведении специальных, иногда весьма важных, метрологических работ, например, при сличении измерительных эталонов, при определении компетентности лаборатории и пр. В общем случае при выполнении обычных измерений, когда опорное значение величины является неизвестным, для оценки измеряемой величины следует использовать неопределенность.

Результат измерения в концепции погрешности имеет уникальное (единственное) значение, которое при симметричном законе распределения находится в середине вероятностного интервала. Этот интервал характеризует результат измерения, в пределах которого с определенной вероятностью находится истинное значение, и разница между результатом измерения и этим значением определяется погрешностью результата измерения.

В концепции неопределенности отсутствует понятие действительного значения величины. Причиной можно считать тот факт, что, хотя действительное значение измеряемой величины в некоторых случаях можно определить экспериментальным путем, степень его «близости» к истинному значению является неопределимой по указанной выше причине, т.е. поскольку истинное значение измеряемой величины является неизвестным. Поэтому понятие «близость» является качественной, а не количественной оценкой, вследствие чего замена истинного значения действительным является сомнительным.

Таким образом, в концепции «погрешности» погрешность измерений остается неизвестной. Адекватным представлением измеряемой величины принимаем величину, характеризуемую набором численных значений, находящихся в пределах

некоторого интервала. Измерительная информация обозначает интервал обоснованных значений измеряемой величины, считая, что при выполнении измерений не было допущено ошибок.

Библиографический список

1. Дойников, А. С. Методические рекомендации по применению понятий «погрешность» и «неопределенность» в различных метрологических задачах / А. С. Дойников // Законодательная и прикладная метрология. – 2006. – № 1. – С. 43–46.
2. Бараш, В. Я. Неопределенность и погрешность в современной метрологии / В. Я. Бараш, О. Ю. Третьякова // Законодательная и прикладная метрология. – 2009. – № 5 (105). – С. 15–20.
3. РМГ 91–2009. Государственная система обеспечения единства измерений. Совместное использование понятий погрешность измерения и неопределенность измерения. Общие принципы.
4. Руководство по выражению неопределенности в измерении (GuidetotheExpressionofUncertaintyinMeasurement).
5. РМГ 43–2001. Государственная система обеспечения единства измерений. Применение «Руководства по выражению неопределенности измерений».
6. Печерская, Е. А. Метрологические аспекты модели активного диэлектрика / Е. А. Печерская, Д. В. Рябов, Н. Д. Якушова // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. – 2012. – № 1. – С. 208–213.
7. Контроль временной нестабильности диэлектрических параметров сегнетоэлектриков / Е. А. Печерская, В. А. Соловьев, А. М. Метальников, Ю. А. Вареник, И. М. Гладков, Д. В. Рябов // Известия высших учебных заведений. Электроника. – 2013. – № 2 (100). – С. 84–88.

УДК 006.3.8

П. Н. Буянова

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

АНАЛИЗ РИСКОВ ПРОЦЕССА ОЦЕНИВАНИЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Аннотация. Неопределенность является основной характеристикой риска. Планы предприятия, организации, любого экономического субъекта реализуются в условиях неоднозначности протекания реальных социально-экономических процессов, разнообразия способов и вариантов превращения возможностей в действительность, многообразия возможных состояний и ситуаций реализации решения, в которых в будущем может оказаться предприятие. В момент принятия решений практически невозможно получить точные и полные знания об отдаленной во времени среде реализации стратегии предприятия, обо всех действующих или потенциально могущих проявиться внутренних и внешних факторах. Все это суть выражения неопределенности как объективной формы существования окружающего нас мира.

Цель идентификации риска состоит в том, чтобы найти и перечислить возможные виды рисков, которые могут влиять на выполнение процесса в целом или на достижение целей на отдельных этапах процесса [1].

Идентификация рисков проводится как с точки зрения прошлого опыта, так и с точки зрения будущих возможных событий.

На этапе анализа риска необходимо определить последствия, вероятность возникновения и уровень риска, а также причины и факторы возникновения рисков-вых ситуаций [5, 6].

Анализ проводится отдельно по каждому из идентифицированных рисков.

Экспертная группа определяет возможные причины и последствия при возникновении риска.

Последствия могут быть:

- финансовым – потери прибыли или увеличение расходов;
- репутационным – негативные отзывы или уход клиента,
- производственным – задержки или остановка производства;
- соответствие законодательству – штрафы, пени;
- временные – потеря времени сотрудников организации;
- охрана труда – причинение вреда здоровью сотрудникам [3].

Для определения уровня рисков определяются показатели: В – вероятность возникновения риска, У – уровень ущерба, причиняемого риском.

Экспертная группа переделывает уровень риска (УР) по формуле 1 либо по таблице 5 на пересечение показателей вероятности и уровня ущерба:

$$УР = В*У, \quad (1)$$

где В – вероятность возникновения риска; У – уровень ущерба, полученного возникновением риска процесса СМК; УР – уровень риска процесса.

На этапе определения степени риска осуществляется сравнение уровня риска с установленными критериями. Это позволяет принимать решения о масштабе и характере рискованного решения, управляющего воздействием на риск, устанавливать приоритетные направления деятельности по отношению к рискам [2].

Принятие экспертной группой необходимых решений происходит исходя из значения УР.

Результаты оценки рисков по каждому процессу СМК и предлагаемые меры по управлению ими заносятся в Паспорт риска.

Паспорт риска хранится у ответственного за процесс оценивания неопределенности в течение 3 лет в условиях, обеспечивающих необходимую сохранность документов и их оперативный поиск и защиту.

Для анализа рисков процесса определения неопределенности необходимо использовать процессный подход.

Процесс – это совокупность взаимосвязанных видов деятельности, преобразующих вход в выход и добавляющих ценность [4].

Применение в организации системы процессов наряду с их идентификацией и взаимодействием, а также их менеджмент процессов могут считаться «процессным подходом».

Входными величинами процесса оценивания неопределенности являются статистические данные для оценивания неопределенности по типу А, априорная информация для оценивания неопределенности по типу В.

Выходными данными является «бюджет неопределенности», дающий итоговую оценку суммарной стандартной неопределенности результата измерения из неопределенностей входных величин. Бюджет неопределенности включает данные о каждой «входной величине» и ее вкладе в результат измерения и неопределенность и сами данные о результате измерения и ее неопределенности.

В результате идентификации был выявлен список возможных рисков:

- риск учета не всех вкладов в неопределенность;
- риск пропуска каких-либо значений измерений специалистом;

- риск использования не достоверной априорной информации;
- риск использования не точных приборов для измерений.

Результаты оценки рисков по каждому процессу СМК и предлагаемые меры по управлению ими заносятся в Паспорт риска [5].

Паспорт риска хранится у ответственного за процесс оценивания неопределенности в течение 3 лет в условиях, обеспечивающих необходимую сохранность документов и их оперативный поиск и защиту.

Библиографический список

1. ГОСТ Р ИСО 31000–2010. Менеджмент риска. Принципы и руководство.
2. Бараш, В. Я. Неопределенность и погрешность в современной метрологии / В. Я. Бараш, О. Ю. Третьякова // Законодательная и прикладная метрология. – 2009. – № 5 (105). – С. 15–20.
3. РМГ 91–2009. Государственная система обеспечения единства измерений. Совместное использование понятий погрешность измерения и неопределенность измерения. Общие принципы.
4. Руководство по выражению неопределенности в измерении (GuidetotheExpressionofUncertaintyinMeasurement).
5. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010–2011. Менеджмент риска. Методы оценки рисков.
6. Печерская, Е. А. Систематизация показателей качества высокотемпературных тонкопленочных тензорезисторов / Е. А. Печерская, Д. В. Попченков, В. А. Соловьев // Инновационные информационные технологии. – 2012. – № 1. – С. 302–305.

УДК 621.3.032

В. С. Волков, Е. А. Рыблова, Н. В. Волкова

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ НИТРИДА КРЕМНИЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ТЕНЗОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Аннотация. Обосновано применение слоя нитрида кремния в качестве слоя диэлектрика для отделения кремниевых тензорезисторов от чувствительного элемента. Приведено сравнение применения в качестве диэлектрического слоя двуокиси кремния и нитрида кремния.

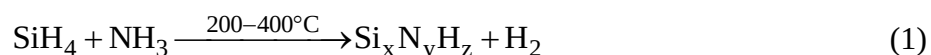
Одним из наиболее распространенных типов чувствительных элементов для датчиков давления являются чувствительные элементы, основанные на полупроводниковых технологиях. Измерительной схемой таких чувствительных элементов, как правило, является мостовая схема – мост Уитстона. Широкое распространение полупроводниковых тензорезистивных датчиков давления обусловлено тем, что в большинстве случаев при разработке приходится учитывать сразу несколько критериев, таких как надежность, стабильность выходных характеристик, точность, низкая стоимость [1–3]. Однако такие датчики характеризуются дополнительной температурной погрешностью выходного сигнала, которая является следствием зависимости коэффициента тензочувствительности и сопротивления тензорезисторов от температуры [4–6].

Для наилучшего функционирования полупроводниковых тензорезистивных датчиков при повышенных температурах при изготовлении чувствительных элементов (ЧЭ) широко используются структуры "кремний на диэлектрике" [7, 8]. В таких случаях слоем диэлектрика как правило выступает двуокись кремния (SiO_2), отделяя кремниевые тензорезисторы от поверхности чувствительного элемента [9].

Слой двуокиси кремния образуется при температуре порядка $1200\text{ }^\circ\text{C}$, это приводит к значительному различию температурных коэффициентов расширения кремния и двуокиси кремния, что, в свою очередь, является причиной возникновения на поверхности двуокиси кремния значительных термомеханических напряжений и деформаций, вызывающих дополнительную погрешность выходного сигнала тензомоста [10].

Применение нитрида кремния (Si_3N_4) в качестве диэлектрика позволяет существенно снизить температурные деформации. Нитрид кремния обладает высокой диэлектрической проницаемостью по сравнению с оксидом кремния (около 7, в то время как у SiO_2 – 3,9). Модуль упругости и коэффициент Пуассона нитрида кремния равны 298 ГПа и 0,26 соответственно. Тонкие пленки нитрида кремния обычно получают по реакциям взаимодействия силана с аммиаком (или азотом) в интервале температур $100\text{--}400\text{ }^\circ\text{C}$ [11].

Одним из наиболее распространенных способов получения пленок нитрида кремния является плазмохимическое осаждение, которое происходит при сравнительно низких температурах ($100\text{--}400\text{ }^\circ\text{C}$) в плазме высоко- и сверхвысокочастотных разрядов (ВЧ) низкого давления с использованием исходных реагентов в виде силана и аммиака или азота и реакция протекает следующим образом [7]:



На рис. 2 представлена зависимости температурного прогиба от толщины пленки двуокиси кремния (сплошная линия) и пленки нитрида кремния (пунктирная линия).

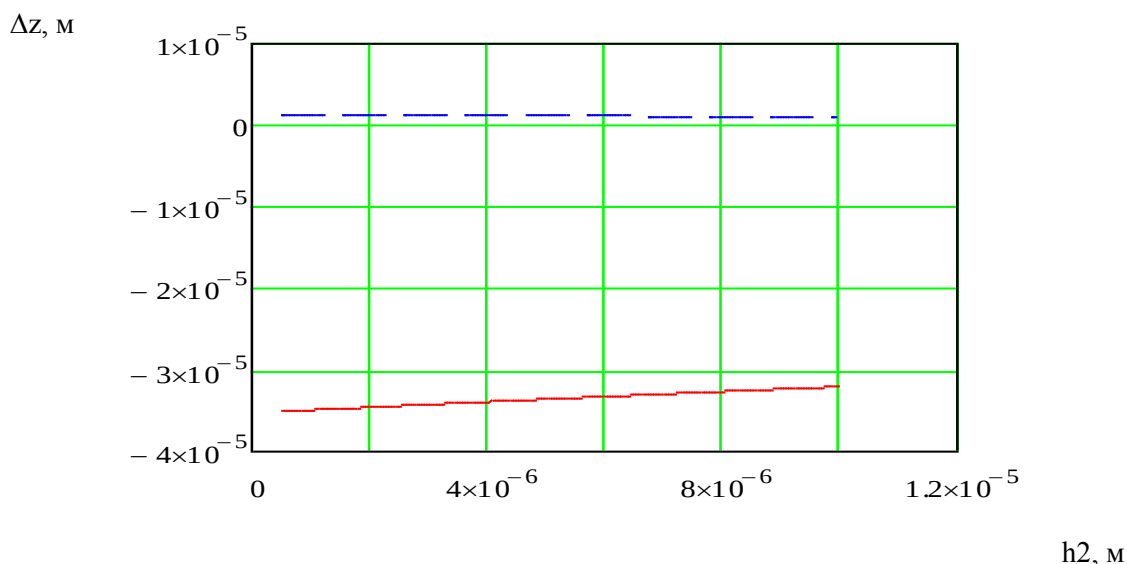


Рис. 2. Зависимость температурного прогиба от толщины пленки двуокиси кремния и нитрида кремния

Как видно из рис. 2, максимальный прогиб ЧЭ, покрытого пленкой нитрида кремния составляет порядка 1,2 мкм, при этом прогиб практически не зависит от толщины пленки. Для ЧЭ, покрытого слоем двуокиси кремния, максимальный прогиб составляет порядка 35 мкм.

Температурная деформация ЧЭ, покрытого нитридом кремния, составляет $1,6 \cdot 10^{-4}$ и является растягивающей, в то время как температурная деформация ЧЭ, покрытого двуокисью кремния, составляет минус $4,7 \cdot 10^{-3}$ и является сжимающей.

При разработке и создании ЧЭ полупроводниковых тензорезистивных датчиков со структурой "кремний на диэлектрике" рекомендуется использовать в качестве диэлектрика тонкие пленки нитрида кремния, так как они имеют более близкое к кремнию значение ТКЛР и существенно меньшую температуру осаждения по сравнению с пленками двуокиси кремния, что обеспечивает снижение температурной деформации ЧЭ, и как следствие, температурной погрешности выходного сигнала практически в 30 раз.

Библиографический список

1. Печерская, Е. А. Математические модели предметной области при исследовании параметров материалов нано- и микроэлектроники / Е. А. Печерская // Университетское образование : сб. ст. XV Междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 50-летию полета первого космонавта Ю. А. Гагарина / под ред. В. И. Волчихина, Р. М. Печерской. – Пенза, 2011. – С. 436–438.
2. Печерская, Е. А. Метрологические аспекты модели активного диэлектрика / Е. А. Печерская, Д. В. Рябов, Н. Д. Якушова // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. – 2012. – № 1. – С. 208–213.
3. Печерская, Е. А. Методы и средства исследования активных диэлектриков для наноиндустрии: системный подход : монография / Е. А. Печерская. – Пенза, 2008. – 129 с.
4. Баринов, И. Н. Разработка и изготовление микроэлектронных датчиков давления для особо жестких условий эксплуатации / И. Н. Баринов, В. С. Волков, Б. В. Цыпин, С. П. Евдокимов // Датчики и системы. – 2014. – № 2. – С. 49–61.
5. Баринов, И. Н. Конструктивно-технологические проблемы обеспечения долговременной стабильности параметров высокотемпературных полупроводниковых тензорезистивных датчиков давлений / И. Н. Баринов, В. С. Волков // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. Спец. выпуск. – 2011. – № 1. – С. 85–96.
6. Печерская, Е. А. Систематизация показателей качества высокотемпературных тонкопленочных тензорезисторов / Е. А. Печерская, Д. В. Попченков, В. А. Соловьев // Инновационные информационные технологии. – 2012. – № 1. – С. 302–305.
7. Волков, В. С. Метод прямого сращивания кремниевых пластин для изготовления чувствительных элементов полупроводниковых датчиков / В. С. Волков, Н. В. Волкова, М. В. Французов // Актуальные проблемы химического образования : сб. науч. ст. Всерос. науч.-практ. конф. учителей химии и преподавателей вузов (г. Пенза, 9 декабря 2015 г.) / под общ. ред. Н. В. Волковой. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2015. – С. 113–117.
8. Контроль временной нестабильности диэлектрических параметров сегнетоэлектриков / Е. А. Печерская, В. А. Соловьев, А. М. Метальников, Ю. А. Вареник, И. М. Гладков, Д. В. Рябов // Известия высших учебных заведений. Электроника. – 2013. – № 2 (100). – С. 84–88.
9. Баринов, И. Н. Датчики давления. Технология изготовления полупроводниковых чувствительных элементов : учеб. пособие / И. Н. Баринов, С. И. Торгашин, Б. В. Цыпин, В. С. Волков. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2016. – 122 с.
10. Волков, В. С. Использование слоя двуокиси кремния для создания чувствительных элементов высокотемпературных тензорезистивных датчиков / В. С. Волков, Н. В. Волкова, Е. А. Рыблова // Актуальные проблемы химического образования : сб. науч. ст. Всерос. науч.-практ. конф. учителей химии и преподавателей вузов / под общ. ред. Н. В. Волковой. – Пенза, 2017. – С. 147–150.
11. Гриценко, В. А. Электронная структура нитрида кремния / В. А. Гриценко // Успехи физических наук. – 2012. – Т. 182. – С. 531–541.

В. С. Волков, М. С. Конкина

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

АНАЛИЗ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЧАСТОТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ТЕНЗОСХЕМ

Аннотация. Проведен анализ программных средств для решения задачи моделирования мостовой схемы с полупроводниковыми тензорезисторами в области частотных интегрирующих и развертывающих преобразователей.

Разработки в области частотных интегрирующих и развертывающих преобразователей (ЧИРП) параметров датчиков резистивного типа в настоящее время являются актуальными вследствие возможности построения средств измерений с цифровым выходным сигналом на их основе. Перспективной научной задачей в данной области является разработка конструктивных решений преобразователей разбаланса мостовой схемы в частоту, учитывающей особенности функционирования мостовых схем на основе полупроводниковых тензорезисторов [1, 2].

Применение пакетов прикладным программ является неотъемлемой частью любого этапа исследовательских работ [3]. Работа вручную с большим объемом данных может привести к некорректным расчетам, а также затруднить выполнение анализа при выполнении исследовательской работы. Причем, в большинстве случаев проведение экспериментальной части работы инициирует решение задач имитационного моделирования [4]. Как следствие, зачастую применение только одного программного средства является нецелесообразным, что может привести к выполнению большего объема работ, и, как следствие, становится в достаточной степени трудоемким.

Для решения задачи моделирования ЧИРП мостовой схемы с полупроводниковыми тензорезисторами программа должна удовлетворять следующим требованиям:

- наличие встроенной библиотеки компонентов;
- возможность симуляции работы объекта при моделировании различных состояний и влияния внешней среды;
- визуализация полученных результатов в виде графиков с возможностью их обработки в текстовом виде.

Ранее при разработке ЧИРП учеными Пензенского государственного университета расчет частоты сигнала проводился с помощью программных средств MatLAB и Mathcad [5–8]. Известно, что данные программные продукты специализируются на технических вычислениях, причем MatLAB предназначен не только для проведения расчетов, но и для имитационного моделирования за счет базирующейся на нем среды графического моделирования Simulink. Однако функционал данных программ требует громоздкого математического описания температурной зависимости параметров электрорадиоэлементов, что снижает наглядность процесса моделирования и увеличивает вероятность ошибки.

Таким образом, для решения поставленной исследовательской задачи необходим программный продукт, предназначенный для моделирования электрических цепей постоянного и переменного тока и учитывающий воздействие температуры на элементы схемы.

Одной из наиболее совершенных программ для моделирования ЧИРП с температурно-зависимыми параметрами является программа Micro-Cap, которая представляет собой программу схемотехнического моделирования, позволяющую моделировать характеристики аналоговых и цифровых схем в реальном масштабе времени. Ее принципиально важное отличие от вышеуказанных программных средств заключается в широких возможностях задания внешних температурных воздействий различными способами. Также Micro-Cap имеет графическую визуализацию в процессе моделирования работы объекта и встроенные средства обработки графиков. В дополнении можно отметить, что программный продукт содержит достаточно широкий функционал (в частности, позволяет моделировать как отдельно аналоговые и цифровые, так и смешенные электрические схемы), а также минимальные программные требования к установке [9–11].

Также следует отметить программу схемотехнического моделирования Electronics Workbench, которая позволяет смоделировать схемы электронных устройств различного типа с возможностью подключения в схему виртуальных измерительных приборов. Однако наглядность отображения функционирования электронной схемы значительно снижается при необходимости одновременного наблюдения нескольких сигналов, так как большое количество виртуальных приборов на экране затрудняют чтение схемы и усложняют ее создание и отладку. Кроме того, по сравнению с Micro-Cap программа Electronics Workbench обладает меньшими возможностями задания и учета температурной зависимости электрорадиоэлементов, имеет примитивные средства обработки графиков сигналов, а также не позволяет сохранять результаты моделирования в виде текстовых файлов с данными [11].

Таким образом, наиболее оптимальным представляется использование для моделирования ЧИРП программы Micro-Cap, при этом расчет отдельных характеристик и параметров элементов схемы (например, сопротивлений и температурных коэффициентов резисторов) целесообразно осуществлять при помощи специализированного программного модуля, позволяющего определять номинальные сопротивления резисторов интегратора, входящего в ЧИРП [12]. Данный модуль может применяться для решения исследовательских задач и быть внедрен в учебный процесс.

Библиографический список

1. Волков, В. С. Анализ частотных преобразователей полупроводниковых резистивных датчиков для эксплуатации при повышенных температурах / В. С. Волков, М. С. Конкина // Проблемы автоматизации и управления в технических системах : сб. ст. по материалам XXXIII Междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 55-летию образования кафедры «Автоматика и телемеханика» (г. Пенза, 22–23 мая 2019 г.) : в 2 т. / под ред. д.т.н., проф. М. А. Щербакова. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2019. – Т. 1. – С. 121–123.
2. Печерская, Е. А. Систематизация показателей качества высокотемпературных тонкопленочных тензорезисторов / Е. А. Печерская, Д. В. Попченков, В. А. Соловьев // Инновационные информационные технологии. – 2012. – № 1. – С. 302–305.
3. Волков, В. С. Современные направления развития преобразователей давления с частотным выходным сигналом / В. С. Волков, Д. А. Кудрявцева, И. Р. Вергазов // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2014. – № 4 (10). – С. 20–28.
4. Печерская, Е. А. Применение методологии функционального и метрологического анализа к качеству исследования материалов микро- и наноэлектроники / Е. А. Печерская // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения. – Москва, 2007. – Т. 7, № 2. – С. 94–98.
5. Пат. 2395060 Российская Федерация. Частотный преобразователь сигнала разбаланса тензомоста с уменьшенной температурной погрешностью / Васильев В. А., Громков Н. В. ; опубл. 20.07.2010, Бюл. № 20.

6. Пат. 2631494 Российская Федерация. Универсальный модуль частотного интегрирующего развертывающего преобразователя для датчиков физических величин / Васильев В. А., Громков Н. В., Жоао А. Ж. ; опубл. 20.09.2017, Бюл. № 27.

7. Пат. 2430342 Российская Федерация. Полупроводниковый датчик давления с частотным выходным сигналом / Васильев В. А., Громков Н. В., Москалев С. А. ; опубл. 27.09.2011, Бюл. № 27.

8. Метод измерения толщины оксидного покрытия в процессе микродугового оксидирования / П. Е. Голубков, Е. А. Печерская, Н. В. Громков, Т. О. Зинченко, Д. В. Артамонов, И. И. Кочегаров // SCM-2019 : материалы Междунар. конф. по мягким вычислениям и измерениям (г. Санкт-Петербург, 23–25 мая 2019 г.). – Санкт-Петербург : Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), 2019. – Т. 1. – С. 300–303

9. Баринов, И. Н. Высокотемпературные полупроводниковые датчики давления с повышенной временной стабильностью / И. Н. Баринов, В. С. Волков // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2011. – № 8. – С. 51–55.

10. Волков, В. С. Компенсация температурной погрешности чувствительности высокотемпературных полупроводниковых датчиков давления / В. С. Волков, И. Н. Баринов // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2013. – № 1. – С. 30–36.

11. Архипов, С. Н. Основы компьютерного моделирования устройств телекоммуникаций : учеб. пособие / С. Н. Архипов, А. С. Чухров. – Новосибирск, 2011. – 159 с.

12. А. С. 2019664846 Российская Федерация. Программный модуль для расчета частоты выходного резистивного преобразователя с частотным выходным сигналом / Волков В. С., Конкина М. С. ; опубл. 14.11.2019.

УДК 338.1

И. А. Вольникова

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

РИСКИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОВЕРОЧНОЙ ЛАБОРАТОРИИ: ИДЕНТИФИКАЦИЯ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ РИСКА

Аннотация. В современной экономической и социальной среде, характеризующейся постоянными и непредсказуемыми изменениями, деятельность любой организации является рискованной. В результате от организации, стремящейся не только сохранить свое положение, но и занимать лидирующие позиции на рынке, требуются постоянное отслеживание изменений среды деятельности, поиск творческих решений, гибкость и готовность к внедрению нововведений. Принимаемые решения должны быть взвешенными и обоснованными. В связи с этим неотъемлемой частью управления любой организацией или территорией в настоящее время является управление рисками, чему посвящена данная статья.

Управление рисками – это процесс принятия и выполнения управленческих решений, направленных на снижение вероятности возникновения неблагоприятного результата и минимизацию возможных потерь, вызванных его реализацией. Управлять рисками означает определять перспективы и выявлять возможности для совершенствования деятельности, а также не допускать или сокращать вероятность нежелательного хода событий. Управление рисками подразумевает тщательный анализ условий для принятия решений.

Управление рисками включает в себя следующие этапы:

- а) идентификация рисков;
- б) анализ рисков ситуации;

- в) оценка рисков;
- г) принятие и реализация рискового решения.

Одним из первых шагов в управлении рисками является определение источника риска, события и потенциальных последствий реализации рискового события.

Идентификация рисков – определение источника риска, события и потенциальных последствий реализации рискового события. Источник риска – причина, предпосылка рисковой ситуации, которые способны причинить потенциальный вред.

В данной статье речь пойдет о рисках, возникающих при проведении процедуры поверки средств измерений.

Поверка средств измерений – совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим характеристикам [1].

Поверка средств измерений является процессом, регламентированным законами и нормативной документацией, и имеет большое значение, поскольку точность результатов измерений играет определяющую роль во многих сферах жизни [2]. Поэтому особенно важно контролировать и предупреждать всевозможные риски, возникающие при проведении процедуры поверки.

В ходе исследования были определены возможные риски и потенциальные причины их возникновения при проведении процедуры поверки средств измерений. Данные риски показаны в табл. 1.

Таблица 1

Таблица идентифицированных рисков и потенциальных причин

Наименование процесса	Возможный риск	Потенциальные причины
Поверка средств измерений	Выполнение работ с нарушением установленных требований	"Человеческий" фактор (невнимательность, некомпетентность, упущение)
		Использование эталонов с истекшим сроком поверки, вышедших из строя
		Использование эталонов, метрологические характеристики которых не соответствуют требованиям методики поверки
		Применение неактуализированной методики поверки (калибровки)
	Невыполнение принятых обязательств	Нарушение сроков выполнения работ
		Наступление форс-мажорных обстоятельств (резкое изменение климатических условий, выход оборудования из строя,)
		Недостаточное количество работников на месте
	Неподтверждение компетентности	Выявление несоответствий требованиям критериев аккредитации

Идентификация осуществляется как с точки зрения прошлого опыта, так и с точки зрения будущих возможных событий.

На этапе идентификации рисков в процессах необходимо использовать:

- инструкцию на процесс СМК;
- результаты внутренних и внешних аудитов;
- данные об удовлетворенности потребителей;
- решения и действия по улучшению процесса и СМК в целом;
- данные по функционированию процесса СМК за год;
- данные по анализу со стороны руководства за год;
- корректирующие и предупреждающие действия;
- записи по процессу СМК.

Следующим шагом становится прогнозирование сценариев того, каким образом источник риска и событие могут привести к ущербу.

Анализ рисков – прогноз последствий, определение вероятности возникновения и, следовательно, уровня риска, а также предпосылок и факторов развития рискованных ситуаций.

Оценка рисков – сравнение уровня риска с ранее установленными критериями. Определяется баланс между потенциальными выгодами и негативными последствиями. Это позволяет принимать решения о масштабе и характере рискованного решения, управляющего воздействия на риск, а также определять приоритетные направления деятельности, связанной с управлением рисками.

Цель оценки рисков – формирование полной картины рисков, угрожающих бизнесу организации. В данном случае важно не только сформировать перечень рисков, но и выявить то, как эти риски могут повлиять на деятельность организации и какие последствия может иметь реализация рискованной ситуации.

Оценка риска может быть выполнена с различной степенью глубины и детализации с использованием одного или нескольких методов разного уровня сложности. Форма оценки и ее выходные данные должны быть совместимы с критериями риска, установленными при определении области применения [3].

Существуют различные методы оценки риска: мозговой штурм, метод Дельфи, контрольный листок и другие. При выборе метода оценки риска необходимо учитывать, что метод должен:

- соответствовать рассматриваемой ситуации и организации;
- предоставлять результаты в форме, способствующей повышению осведомленности о виде риска и способах его обработки [4].

На каждом этапе оценки рисков используются различные виды методов.

На стадии идентификации рисков необходимо использовать такие методы как:

- Мозговой штурм;
- Метод Дельфи;
- Контрольные листы;
- Анализ опасности и критических контрольных точек (НАССР);
- Анализ видов и последствий отказов (FMEA).

Рассмотрим один из самых простых, но эффективных методов оценки риска – метод мозгового штурма.

Метод мозгового штурма – один из наиболее известных методов коллективного поиска решений. Это поиск решений в различных областях человеческой деятельности при недостатке информации.

Данный метод впервые был описан в конце 30-х гг. XX века американским журналистом А. Осборном.

Целью данного метода является идентификация возможных видов отказов и соответствующих опасностей, риска, критериев принятия решений и способов его обработки [5].

Метод мозгового штурма – групповой процесс выдвижения идей. Данный метод предполагает стимулирование обсуждения, периодическое направление обсуждения группы в смежные области и обеспечение охвата проблем, выявленных в результате обсуждения [6–8]. Универсальность метода обратно пропорциональна его эффективности.

Метод мозгового штурма («мозговой атаки») происходит в 3 этапа:

1) Подготовка (подбор участников для рабочих групп; подбор фактического материала; обучение и инструктаж участников).

2) Выдвижение идей (уточнение задачи; генерация идей; запись предложений; редактирование списка идей).

3) Оценка и отбор идей (уяснение проблемы; определение критериев оценки; классификация и оценка идей; развитие идей на основе анализа).

Достоинствами метода являются:

- Легкость освоения и простота в обращении;
- Незначительные затраты времени на проведение;
- Универсальность метода;
- Наиболее эффективен при решении организационных проблем, а также технических задач невысокого уровня сложности.

К недостаткам следует отнести отсутствие критериев, дающих приоритетные направления выдвижения идей; отсутствие гарантии нахождения сильных идей.

Данный метод особенно полезен при идентификации риска применения новых технологий, когда отсутствуют данные или необходимы новые нестандартные способы решения проблемы.

Цель всех выше упомянутых инструментов – составление перечня рисков, применительно к реальностям деятельности организации, понимание взаимосвязи событий и влияющих факторов, вероятность реализации риска.

Результатом этапа «идентификация рисков» является определение перечня источников рисков и потенциальных событий риска [9]. Перечень источников рисков должен быть возможно полным вне зависимости от вероятности и значения событий риска. В том случае, если риск идентифицирован полностью своевременно и правильно, дальнейший путь работы с ним будет определен наиболее оптимально.

Библиографический список

1. Об обеспечении единства измерений : федер. закон № 102-ФЗ от 26.06.2008 (ред. от 13.07.2015) .
2. Порошин, М. П. Значение поверки средств измерений / М. П. Порошин // Молодой ученый. – 2019. – № 23. – С. 121–122.
3. ГОСТ Р ИСО 31000–2010. Менеджмент риска. Принципы и руководство.
4. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010–2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска.
5. Печерская, Е. А. Методы и средства исследования активных диэлектриков для наноиндустрии: системный подход : монография / Е. А. Печерская. – Пенза, 2008. – 129 с.
6. Печерская, Е. А. Применение интерактивных методов обучения при преподавании дисциплины «История и методология науки и техники» / Е. А. Печерская // Университетское образование : сб. ст. XV Междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 50-летию полета первого космонавта Ю. А. Гагарина / под ред. В. И. Волчихина, Р. М. Печерской. – Пенза, 2011. – С. 95–97.
7. Печерская, Е. А. Систематизация показателей качества высокотемпературных тонкопленочных тензорезисторов / Е. А. Печерская, Д. В. Попченков, В. А. Соловьев // Инновационные информационные технологии. – 2012. – № 1. – С. 302–305.

8. Ракша, С. В. Функциональные материалы для сенсibilизированных красителем солнечных элементов / С. В. Ракша, В. И. Кондрашин, Е. А. Печерская, К. О. Николаев // Физика и технология наноматериалов и структур : сб. науч. ст. 2-й Междунар. науч.-практ. конф. (г. Курск, ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет» (ЮЗГУ). – Курск, 2015. – С. 143–146.

9. Васин, С. М. Управление рисками на предприятии : учеб. пособие / С. М. Васин, В.С. Шутов. – Москва : КноРус, 2018.

УДК 373.1

Е. Ю. Воробьева

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ В ВУЗЕ

Аннотация. Рассматриваются особенности научно-исследовательской работы студентов в вузе. Многолетний опыт организации научно-исследовательской работы студентов показывает, что необходимо применять различные формы НИРС, постоянно повышать уровень организации, находить более новые и современные. Студенты, активно занимающиеся наукой, показывают высокие результаты в учебной деятельности, раскрывают свои творческие возможности, а продолжая заниматься наукой в аспирантуре, в будущем становятся высокопрофессиональными специалистами.

В настоящее время разработана концепция творческой деятельности студентов в вузе, в рамках которой определена наиболее эффективная форма ее реализации, в виде непрерывной системы научно-исследовательской работы студентов максимально приближенной к учебному процессу. В связи с этим положением, важной составляющей процесса обучения в вузе является научно-исследовательская работа студентов (НИРС).

Основной целью НИРС является «формирование и усиление творческих способностей студентов, развитие и совершенствование форм привлечения молодежи к научной, конструкторской, технологической, творческой и внедренческой деятельности, обеспечивающих единство учебного, научного, воспитательного процессов для повышения профессионально-технического уровня подготовки специалистов с высшим образованием».

Успешное развитие любой науки и внедрение ее результатов в производство зависит, прежде всего, от знаний, умений, моральных качеств специалистов выпускаемых вузами.

Поэтому научно-исследовательская работа студентов (НИРС) является одним из важнейших средств повышения качества подготовки и воспитания специалистов с высшим образованием, способных творчески применять в практической деятельности последние достижения научно-технического и культурного прогресса [1].

Научно-исследовательская работа студентов преследует следующие цели:

– расширить и углубить знания студентов в области теоретических основ изучаемых дисциплин, получить и развить определенные практические навыки самостоятельной научно-исследовательской деятельности;

– проводить научные изыскания для решения актуальных задач, выдвигаемых наукой и практикой;

– выработать навыки грамотно излагать результаты собственных научных исследований и способность аргументировано защищать и обосновывать полученные результаты;

– привить навыки пользователей вычислительной техники при проведении научных исследований и обработке полученных результатов;

– широко внедрять новые информационные технологии при проведении НИРС, обеспечить информационно-программную поддержку изысканий и сопровождение полученных результатов;

– формировать системную методологию познания разнообразных объектов, принципов и способов их исследования;

Основные задачи научной работы студентов:

а) развитие творческого и аналитического мышления, расширение научного кругозора;

б) привитие устойчивых навыков самостоятельной научно- исследовательской работы;

в) повышение качества усвоения изучаемых дисциплин;

г) выработка умения применять теоретические знания и современные методы научных исследований.

В настоящее время НИРС вуза представляет собой комплексную, целенаправленную и методическую обоснованную систему [2]. Существующие формы в системе НИРС дают возможность каждому студенту освоить за период обучения в вузе комплекс различных видов творческой деятельности, который позволит будущим специалистам вносить в свою работу элемент научного подхода, вырабатывает стремление постоянного пополнения и совершенствования знаний для улучшения профессиональной деятельности [3–6].

НИРС является продолжением и углублением учебного процесса и организуется непосредственно на кафедрах института. Научная работа студентов включается в общий план работы кафедры и вуза. Организуется она в различных формах по двум направлениям:

1. Учебно-исследовательская работа студентов (УИРС), включаемая в учебном процессе;

2. Научно-исследовательская работа студентов (НИРС), выполняемая во внеучебное время.

Основная цель НИРС в учебном процессе заключается в практическом закреплении теоретических знаний студентов, формировании у них творческого мышления и познавательной активности, приобретении навыков самостоятельного проведения научных исследований, экспериментов и так далее. НИРС предусматривает: выполнение различных заданий, лабораторных, курсовых и дипломных работ, которые содержат элементы [7].

За время учебы в институте студенты проходят несколько этапов творческой подготовки. На первом начальном этапе на I и II курсах идет приобретение умений и навыков НИР, предусмотренной учебным планом.

Кафедры организуют и проводят для студентов младших курсов различные мероприятия по ознакомлению их со спецификой их работы, кафедральные научно-студенческие конференции, олимпиады, знакомят со своим коллективом, устраивая встречи с ведущими преподавателями – доцентами, профессорами. Это вызывает творческий интерес к дальнейшему ведению научно-исследовательской работы

На следующем этапе – научная работа студентов старших курсов (3 и 4) завершает формирование студентов-исследователей. Здесь большую роль в успехе НИРС играет личная заинтересованность.

В вузах учебными планами в обязательном порядке предусмотрено изучение дисциплин, где студенты знакомятся с методами исследований и актуальными проблемами.

Одной из особых форм организации студенческой научной деятельности в учебном процессе является курсовая и дипломная работы, при выполнении которых происходит значительная активизация деятельности студентов.

Курсовая работа – научное исследование, в котором осуществляется переход от простых методов исследования к более сложным. Это основа для дальнейшего углубленного исследования, которое может преобразоваться в дипломную работу.

Дипломная работа – самостоятельная научная разработка, включающая все знания, полученные в процессе работы студентов в различных формах научно-исследовательской работы. Она является самостоятельным исследованием.

В этих работах проявляются индивидуальные способности и навыки практического применения полученных теоретических знаний. Они могут быть как индивидуального, так и коллективного характера.

Так осуществляется вовлечение студентов в научно-исследовательскую работу, позволяющую объединять студенческое научное творчество и основные направления научных исследований в институте, на кафедре.

НИРС, проводимая во внеучебное время – наиболее важный этап формирования творческих всесторонне развитых специалистов [8].

Таким образом, научно-исследовательская работа студентов в настоящее время представляет собой стройную и методически обоснованную систему повышения уровня подготовки и воспитания специалистов. Научно-исследовательская работа отражает единство различных форм научной работы студентов, творческое развитие каждого студента, приобретенные умения творческого применения в практике последних достижений научно-технического прогресса [9, 10].

Библиографический список

1. Грибанькова, А. А. Организация научных исследований в вузе «менеджмент знаний» / А. А. Грибанькова, М. А. Мямина // Высшее образование в России. – 2011. – № 5. – С. 90.
2. Работа студентов в команде – важный аспект успешного освоения основных профессиональных образовательных программ высшего образования и взаимодействия «вуз-производство» / Р. М. Печерская, Ю. А. Вареник, О. В. Карпанин, С. П. Медведев, А. М. Метальников, В. А. Соловьев, Е. А. Печерская // Университетское образование : XVIII Междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 200-летию со дня рождения М. Ю. Лермонтова / под ред. А. Д. Гулякова, Р. М. Печерской. – Пенза, 2014. – С. 444.
3. Печерская, Е. А. О взаимосвязи параметров международных рейтингов университетов / Е. А. Печерская, О. Н. Кузнецова // Университетское образование : XVIII Междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 200-летию со дня рождения М. Ю. Лермонтова / под ред. А. Д. Гулякова, Р. М. Печерской. – Пенза, 2014. – С. 218–220.
4. Методика оценивания эффективности модуля электронной информационно-образовательной среды «вуз+работодатель» / Е. А. Печерская, Д. В. Артамонов, Е. В. Полосина, В. А. Симагин, Ю. В. Кротова // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2018. – № 3 (27). – С. 96–107.
5. Печерская, Е. А. Применение интерактивных методов обучения при преподавании дисциплины «История и методология науки и техники» / Е. А. Печерская // Университетское образование : сб. ст. XV Междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 50-летию полета первого космонавта Ю. А. Гагарина / под ред. В. И. Волчихина, Р. М. Печерской. – Пенза, 2011. – С. 95–97.
6. Печерская Е. А. О роли технического образования в вузах в условиях экономики знаний / Е. А. Печерская // Университетское образование (МКУО-2015) : сб. ст. XIX Меж-

дунар. науч.-метод. конф., посвящ. 70-летию Победы в Великой Отечественной войне / под ред. А. Д. Гулякова, Р. М. Печерской. – Пенза, 2015. – С. 179–180.

7. Диденко, Д. В. Профессиональное образование в России: пути догоняющей и инновационной модернизации – Вопросы образования / Д. В. Диденко, Г. А. Ключеров. – 2013. – № 1. – С. 183.

8. Печерская, Е. А. Вовлечение студентов в научно-исследовательскую работу в университете: механизм и оценка эффективности Инновации / Е. А. Печерская, Е. А. Савеленок, Д. В. Артамонов. – 2017. – № 8 (226). – С. 96–104.

9. Матушкин Н. НИРС как составляющая системы формирования компетенций специалиста // Вестник высшей школы. – 2007. – № 5. – С. 3.

10. Хисамиева, Л. Г. Основы научных исследований. метод. указания / Л. Г. Хисамиева, А. А. Азанова, Э. Р. Гаязова. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2016. – 28 с.

УДК 373.1

Е. Ю. Воробьева

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНОЙ РАБОТЫ НА КАФЕДРЕ В ВУЗЕ

Аннотация. Методы организации научной работы имеют важное значение для многих сфер умственной деятельности: для педагогической деятельности, подготовки научных работ, ведения дискуссий и т.п. В данной статье рассматривается значение для методологически правильного написания научных работ, т.е. для сведения научной работы к соответствующим вопросам и применения правил методологии для получения ответов на них.

Современное состояние промышленного производства, развитие экономических отношений, социальной сферы, науки, техники, технологий требует обновление профессионального образования [1–3]. Речь идет о подготовке грамотных специалистов – выпускников вузов, способных к профессиональной деятельности в новых условиях, а именно:

- ✓ владеющих профессиональными знаниями;
- ✓ интеллектуальных;
- ✓ творчески мыслящих;
- ✓ креативных личностей.

Известно, что в составе любого вуза кафедра является основным звеном подготовки будущих специалистов, центром образовательной, методической и научной деятельности. Наряду с научно-исследовательскими отделами, именно кафедра организует и проводит фундаментальные научные работы, научно-методические конференции и семинары, повышение научного потенциала сотрудников, руководит исследованиями обучаемых [4].

Научная работа – это методологически правильно организованное обоснование результата научного исследования (положения, тезиса и т.п.).

Если заведующий кафедрой стремится к эффективной организации научной работы, то преподаватели и сотрудники кафедры ориентируются на выполнение двух модулей функциональных задач [5–7]:

1. Научная деятельность, которая включает участие в конкурсах грантов и программ, выполнение хозяйственных договоров для предприятий, подготовку

научно-педагогических кадров и работу с аспирантами и студентами, организацию научных конференций и др.

2. Научно-методическая деятельность, предполагающая проведение научных семинаров, участие в конкурсах и выставках научных работ, использование результатов НИР в учебном процессе.

Понятие «научно-исследовательская работа студентов» включает в себя следующие элементы:

- обучение студентов основам исследовательского труда, привитие им определенных навыков;
- выполнение научных исследований под руководством преподавателей.

НИРС является продолжением и углублением учебного процесса, одним из важных и эффективных средств повышения качества подготовки специалистов.

Характерной особенностью научной работы в данном ее понимании является обоснование результата. Поэтому методологические правила будут относиться к тому, как правильно построить научную работу, чтобы она отвечала задаче обоснования результата. Научная работа может подразделяться на отдельные части, например, монография на главы, главы на параграфы и т.д. Каждая из частей также является научной работой и к ней относятся все требования, что и к научной работе в целом, но, разумеется, в ограниченной области [8].

Знание методики и методологии организации научной работы дает возможность:

1. правильно составить план научной работы (курсовой работы, диссертации и т.п.).
2. правильно построить все части научной работы, чтобы все части служили обоснованию результата:
 - а) выбрать заглавие;
 - б) сформулировать цель (задачу);
 - с) оптимально написать «Введение»;
 - д) рассредоточить материал по разделам (главам, параграфам и т.п.) и дать им заглавия;
 - е) сделать заключение, т.е. подвести итоги обоснования результата.

Для методологии науки целесообразно рассмотрение научной работы как частного случая вопросно-ответного мышления:

- 1) заглавие всей работы представляется как основной вопрос научной работы;
- 2) заглавия разделов работы – как вспомогательные вопросы;
- 3) распределение материала всей работы на подразделы означает сведение вопроса к вспомогательным вопросам;
- 4) ограничение сведения подразделами низшего уровня является достижением в сведении вопросов, являющихся правильными вспомогательными вопросами;
- 5) основной результат рассматривается как ответ на основной вопрос;
- 6) вспомогательные результаты – как ответы на вспомогательные вопросы;
- 7) обоснование результатов – как обоснование ответов на основе принятых предпосылок и ответов на вопросы более низкого уровня [9].

Основное методологическое правило организации научной работы: все части должны быть так связаны между собой [10].

Методологические требования к результату научной работы:

1. Результат должен быть конкретным суждением.

Это, во-первых, означает, что результат должен быть утвердительным предложением, в котором что-то и о чем-то должно утверждаться. Значит, надо четко представить, о чем идет речь, и что об этом объекте утверждается. Ясно, что в таком случае основные термины утверждения должны быть явно и ясно определены. Ре-

зультат не может быть выражен словосочетанием или вопросительным предложением. Однако именно такая ошибка допускается.

2. Истинность результата должна быть обоснованной. Основная задача научной работы и состоит в обосновании истинности результата исследования.

3. В диссертациях, научных статьях и монографиях должна быть показана новизна и актуальность результата.

Один из примеров грамотной организации научной работы в вузе на примере Пензенского государственного университета нашел отражение в [11].

Библиографический список

1. Работа студентов в команде – важный аспект успешного освоения основных профессиональных образовательных программ высшего образования и взаимодействия «вуз-производство» / Р. М. Печерская, Ю. А. Вареник, О. В. Карпанин, С. П. Медведев, А. М. Метальников, В. А. Соловьев, Е. А. Печерская // Университетское образование : XVIII Междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 200-летию со дня рождения М. Ю. Лермонтова / под ред. А. Д. Гулякова, Р. М. Печерской. – Пенза, 2014. – С. 444.

2. Печерская, Е. А. О взаимосвязи параметров международных рейтингов университетов / Е. А. Печерская, О. Н. Кузнецова // Университетское образование : XVIII Междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 200-летию со дня рождения М. Ю. Лермонтова / под ред. А. Д. Гулякова, Р. М. Печерской. – Пенза, 2014. – С. 218–220.

3. Печерская, Е. А. О роли технического образования в вузах в условиях экономики знаний / Е. А. Печерская // Университетское образование (МКУО-2015) : сб. ст. XIX Междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 70-летию Победы в Великой Отечественной войне : в 2 т. / под ред. А. Д. Гулякова, Р. М. Печерской. – Пенза, 2015. – С. 179–180.

4. Байбородова, Л. В. Методология и методы научного исследования : учеб. пособие для бакалавриата и магистратуры / Л. В. Байбородова, А. П. Чернявская. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2019. – 221 с.

5. Печерская, Е. А. Современные обучающие технологии при реализации образовательных программ технического профиля / Е. А. Печерская // Университетское образование (МКУО-2015) : сб. ст. XIX Междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 70-летию Победы в Великой Отечественной войне : в 2 т. / под ред. А. Д. Гулякова, Р. М. Печерской. – Пенза, 2015. – С. 180–182.

6. Печерская, Е. А. Вовлечение студентов в научно-исследовательскую работу в университете: механизм и оценка эффективности / Е. А. Печерская, Е. А. Савеленок, Д. В. Артамонов // Инновации. – 2016. – № 8. – С. 7.

7. Методика оценивания эффективности модуля электронной информационно-образовательной среды «вуз+работодатель» / Е. А. Печерская, Д. В. Артамонов, Е. В. Полосина, В. А. Симагин, Ю. В. Кротова // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2018. – № 3 (27). – С. 96–107.

8. Вайндорф-Сысоева, М. Е. Технология исполнения и оформление научно-исследовательской работы : учеб.-метод. пособие / М. Е. Вайндорф-Сысоева. – Москва : ЦГЛ, 2006. – 95 с.

9. Денисова, О. В. Методологические основы научных исследований : учеб. пособие / О. В. Денисова. – Санкт-Петербург : Национальный минерально-сырьевой ун-т «Горный», 2012. – 91 с.

10. Кузнецов, И. Н. Научное исследование : методика проведения и оформления / И. Н. Кузнецов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Дашков и К^о, 2007. – 457 с.

11. Поиск решений для повышения эффективности научно-исследовательской работы в пензенском государственном университете / И. И. Артемов, М. В. Кузнецова, Е. А. Печерская, В. А. Ветров, Ю. И. Денискин, С. А. Захарова, А. Л. Медведский, А. Н. Шишков // Университетское управление: практика и анализ / сост. К. В. Зиньковский, Е. А. Савеленок. – Екатеринбург, 2016. – С. 201–228.

Д. С. Ганьшина

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ И АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКОГО СИГНАЛА

Аннотация. Рассмотрены некоторые проблемы контроля и повышения качества электрокардиографического сигнала путем обнаружения искажений. Изучены возможности применения относительно нового подхода на основе применения искусственных нейронных сетей (ИНС). Приведен метод применения цифровых фильтров нижних и высоких частот. Исследование фильтрации является главным направлением для повышения эффективности помехоустойчивой обработки и снижения помех электрокардиосигнала.

В последнее время наиболее активно развиваются технологии предварительной обработки биологических сигналов, позволяющие идентифицировать функциональное состояние организма (ФСО) человека на ранней стадии заболевания [1–3]. Электрокардиография (ЭКГ) является одним из ведущих методов инструментального исследования сердечнососудистой системы, который остается наиболее распространенным и доступным для широкого круга людей. В основе этой методики лежит регистрация биопотенциалов, возникающих в сердце. Несмотря на достаточную сложность интерпретации информации, получаемой с помощью ЭКГ, есть достаточно простые методики, позволяющие по биоэлектрической активности сердца оценить состояние не только сердечнососудистой системы (ССС) но и организма в целом. Проблема выделения полезного сигнала на фоне комплекса помех и искажений является одной из главных при проведении современных электрокардиологических исследований [4].

В работе [5] автором проанализирован метод для помехоустойчивой обработки ЭКС, позволяющего увеличить качества подавления помех и достоверность обнаружения QRS-комплексов. Для устранения помех ЭКС был предложен блок фильтров. Для устранения высокочастотных, низкочастотных помех и для помехи промышленной частоты был применен низкочастотный, высокочастотный и режекторный фильтр. Следующим этапом для обработки и идентификации электрокардиосигнала являлся синтез фильтров. Для синтеза фильтров определялась передаточная функция фильтра, порядок фильтра, частота дискретизации, полоса пропускания. Сравнение результатов до и после фильтрации электрокардиосигналов показывает, что статистические параметры после фильтрации на два порядка меньше. Частотный состав спектра также до и после фильтрации электрокардиосигнала сужается. Проведенные работы, в конечном счете, направлены на создание систем медицинского мониторинга нового поколения [6].

Блок регистрации представляет собой электродную систему и регистрирующее устройство ЭКГ. Поскольку ЭКГ-сигнал имеет низкую амплитуду, то осуществляется его усиление, для этого используются усилители инструментальные. На электрокардиосигнал при регистрации могут накладываться различные помехи, в том числе: помехи, происхождение которых обусловлено электродами, помехи физической природы, связанные с воздействием окружающих электромагнитных помех и помехами биологической природы, в том числе с движением и дыханием пациента, а также с наличием нежелательной биоэлектрической активности перифе-

рических мышц. Очевидно, для повышения достоверности получаемой информации требуется фильтрация ЭКС. Задачей анализа электрокардиографического сигнала является извлечение информативных признаков, которые необходимы для классификации, в простейшем случае классификация подразумевает отнесение ЭКГ-сигнала к типу «норма» или «патология» [7].

Сигнал ЭКГ характеризуется набором зубцов на кардиограмме по временным и амплитудным параметрам с помощью которых ставится диагноз. Различают Р, Q, R, S и Т зубцы. Их комплекс отражает электрические изменения, так как при различных нарушениях нормального функционирования сердца электрокардиограф претерпевает изменения. Основным достоинством ЭКГ является ее безвредный метод исследования, и очень информативный показатель состояния сердца.

Процедура обработки сигнала включает в себя:

1. Удаление дрейфа нуля.
2. Удаление низкочастотной и высокочастотной фильтрации.
3. Усиление сигнала с помощью инструментальных усилителей.
4. Нахождение опорных точек в сигнале [4].

Для решения задачи анализа электрокардиографического сигнала существуют различные методы и подходы. Для того, чтобы проанализировать дополнительную информацию, содержащуюся в электрокардиосигнале, используют прямой или косвенный метод. При помощи прямого метода применяются параметры ручной расшифровки ЭКГ: амплитуды зубцов ЭКГ, ключевые интервалы между зубцами. Затем, по установленным в кардиологии правилам расшифровки ЭКГ составляется диагноз. Для этого требуется точная локализация опорных точек для каждого элемента ЭКГ, что усложняет структуру и алгоритм работы автоматизированных диагностических систем в условиях помех и повышает вероятность снижения надежности и достоверности результатов. При косвенном методе применяется множество различных параметров формы ЭКГ-сигнала, которые не используются в классической процедуре интерпретации. К ним относятся: дисперсия, интеграл под кривой, максимумы и минимумы амплитуды и длительности элементов ЭКГ, частотные оценки сигнала, временные отсчеты сигнала. Для распознавания отклонений ЭКГ-сигнала от нормы могут применяться решающие правила, функции расстояния и правдоподобия, дисперсионный анализ, нейронные сети, статистические классификаторы и другие методы [8].

Методы и алгоритмы обработки, анализа и хранения ЭКС должны обеспечивать уменьшение вероятности диагностических ошибок в условиях помех. Системы обработки и анализа, длительные ЭКС должны быть производительными и работать в автоматическом режиме, а также допускать режим диалога с пользователем. Анализ и обработка множества PQRS-комплексов, входящих в ЭКС, предполагает формирование ансамблей кардиоосцилляций. Такие ансамбли состоят из отрезков, содержащих один или несколько последовательных комплексов, которые могут быть дополнительно подвергнуты обработке. Используемые методы обработки должны, по возможности, вносить минимальные искажения в диагностически значимые признаки PQRS-комплексов. PQRS-комплексы разных типов следует анализировать отдельно, что требует формирования отдельных ансамблей с использованием алгоритмов классификации или кластеризации. Используемые для исследования методы кластеризации или классификации должны по возможности быть основаны на простых критериях. Наиболее простой метод кластеризации – разбиение ансамбля кардиоосцилляций. Исходя из этого, решаются следующие задачи:

- обоснование необходимости применения ансамбля кардиоосцилляций при обработке, анализе и хранении ЭКГ;
- изучение способов формирования ансамблей кардиоосцилляций;

- моделирование и исследование алгоритмов и структур блока формирования синхронного ансамбля кардиоосцилляций;
- разработка алгоритма отбора комплексов для формирования ансамблей кардиоосцилляций;
- проведение сравнительного анализа методов анализа и сжатия ЭКГ-сигнала [9].

Закключение: методы и алгоритмы обработки, отображения и хранения ЭКС должны вносить минимальные искажения в признаки PQRS-комплексов, это обеспечивает уменьшение вероятности диагностических ошибок в условиях помех. Эффективность методов анализа, отображения и сжатия ЭКГ зависит от того, насколько однородным является множество PQRS-комплексов, подвергаемых анализу.

Библиографический список

1. Automated system for bioimpedance measuring / E. A. Pecherskaya, P. E. Golubkov, O. V. Karpanin, K. Y. Kraynova, D. V. Artamonov, Y. V. Shepeleva // International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices, EDM – Proceedings. – Novosibirsk, 2018. – P. 641–644.
2. Воробьева, Е. Ю. Факторы, влияющие на точность биоимпедансного анализа / Е. Ю. Воробьева, К. Ю. Крайнова, Е. А. Печерская, А. М. Бибарсова // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. VI Всерос. межвуз. науч.-практ. конф. / под ред. Л. Р. Фионовой. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2019. – С. 178–179.
3. Грачев, А. Ю. Аппаратно-программный комплекс для автоматизированных измерений биоимпеданса / А. Ю. Грачев, О. В. Карпанин, Е. А. Печерская // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2017. – № 1 (21). – С. 96–108.
4. О техническом регулировании : федер. закон № 216-ФЗ от 29 июля 2017 г.
5. Дубровин, В. И. Автоматизированная система анализа и интерпретации ЭКГ / В. И. Дубровин, Ю. В. Твердохлеб, В. В. Харченко // Радиоэлектроника, информатика, управление, 2014. – № 1. – С. 150–157.
6. Адлер, Ю. П. Управление качеством. Ч. 1: Семь простых методов / Ю. П. Адлер, Т. М. Полховская, В. Л. Шпер. – 2-е изд. – Москва : МИСиС, 2001.
7. ГОСТ Р 50267.25–94 (МЭК 601-2-25-93) Изделия медицинские электрические. Часть 2. Частные требования безопасности к электрокардиографам (принят в качестве межгосударственного стандарта ГОСТ 30324.25–95 (МЭК 601-2-25-93)).
8. Лучкевич, В. С. Основы социальной медицины и управления здравоохранением : учеб. пособие / В. С. Лучкевич. – Санкт-Петербург : СПбГМА, 1997. – 184 с.
9. Панарина, К. В. Риски при организации процесса сертификации инновационного медицинского оборудования / К. В. Панарина // Современные научные исследования и инновации. – 2017. – № 12. – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2017/12/85169> (дата обращения: 03.02.2020).

УДК 616-71

Д. С. Ганьшина

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ПОДГОТОВКА ДОКУМЕНТОВ К СЕРТИФИКАЦИИ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФА

Аннотация. Представлена детальная информация по подготовке документов к сертификации электрокардиографа. Это официальный государственный документ, необходимый для удостоверения соответствия данной медицинской продукции нормам качества

и безопасности, прописанным в той или иной нормативно-технической документации Законодательства РФ или Комиссии Таможенного союза. Без наличия указанного разрешения компания не имеет права на законный выпуск и производство продукции, а также на реализацию, импорт и экспорт товаров, их транспортировку через государственную границу, использование в промышленных и медицинских целях [1].

В настоящее время в связи с развитием науки и техники, медицинская статистика свидетельствует о том, что среди основных причин смертности по миру более 40 % приходится на заболевания сердечно-сосудистой системы (ССС). Для диагностики заболеваний сердца в последние десятилетия все более широкое применение находят компьютерные системы передачи, хранения и автоматического анализа электрокардиографических (ЭКГ) данных, получаемых при обработке электрокардиосигнала (ЭКГ-сигнала) [2].

В последнее время наиболее активно развиваются технологии предварительной обработки биологических сигналов, позволяющие идентифицировать функциональное состояние организма (ФСО) человека на ранней стадии заболевания [3–6].

Электрокардиография (ЭКГ) является одним из ведущих методов инструментального исследования сердечно – сосудистой системы, который остается наиболее распространенным и доступным для широкого круга людей. Электрокардиограф, а также другое медицинское оборудование, представляет собой механизмы и устройства необходимые для профилактики, обследования и лечения различных заболеваний.

В наше время выделяют три основных класса медицинского оборудования: лечебное, лабораторно-диагностическое и реабилитационное.

Электрокардиограф является высокоточным современным медицинским прибором, призванным помочь докторам в анализе работы сердечно-сосудистой системы. Вне зависимости от фирмы-производителя он должен гарантированно выдавать точные результаты, быть простым в эксплуатации и безопасным для жизни и здоровья человека. Для получения официального подтверждения соответствия этим требованиям следует оформить сертификат на электрокардиограф [7].

В Российской Федерации практически для всех видов изделий, применяемых в медицинских целях, предусмотрена обязательная сертификация медицинского оборудования в форме принятия декларации соответствия.

Кроме обязательного декларирования соответствия на все виды медицинских устройств и приборов можно оформить сертификаты на медицинское оборудование в добровольной системе сертификации. Данный документ, в отличие от декларации соответствия, оформляется на специальном установленном бланке синего цвета со степенью защиты, который больше пользуется доверием у покупателей данной продукции [8].

Декларации соответствия и сертификаты на медоборудование в обязательной и добровольной системе сертификации можно получить, обратившись в аккредитованные центры по сертификации продукции. Данные организации в обязательном порядке должны иметь аттестат аккредитации, который подтверждает право заниматься сертификационной деятельностью в России.

Сертификат на электрокардиограф – это официальный государственный документ, который необходим для удостоверения соответствия данной продукции нормам качества и безопасности, прописанным в той или иной нормативно-технической документации Законодательства РФ или Комиссии Таможенного Союза. Без наличия указанного разрешения компания не имеет права на законное производство продукции, а также на реализацию, импорт и экспорт товаров, их транспортировку через государственную границу, использование в промышленных и медицинских целях.

Кроме того, чтобы производить и продавать такое медицинское оборудование, как электрокардиограф, фирма должна иметь свидетельство о государственной регистрации, иначе именуемое регистрационным удостоверением. Для оформления этого документа электрокардиографы проходят тщательную проверку в испытательных лабораториях. Проверяется их эффективность, точность и безопасность. Если, согласно протоколу испытаний, все показатели в норме, то выдается обязательный сертификат соответствия, наличие которого дает право производить и продавать медицинское оборудование.

Выдает этот документ центральное отделение Минздрава РФ. Это ограничение делает получение документа, как и на все прочее медицинское оборудование, достаточно длительным и сложным процессом.

Срок действия указанного разрешения может варьироваться в зависимости от того, какая избрана система подтверждения безопасности – в случае, если заказчик избрал проверку только одной партии электрокардиографов, то документ выдается бессрочно. Если же сертифицируется производство или получают разрешение на контракт, то оно выдается на срок от одного года до пяти лет.

В зависимости от условий работы и степени тяжести состояний пациентов специалисты используют различные типы электрокардиографов:

- одноканальные или многоканальные;
- переносные или стационарные;
- с механическим регистратором, термопринтером или с регистратором капиллярного типа и др.

Независимо от разновидности электрокардиограф всегда имеет:

- устройство для снятия электрического сигнала;
- усилитель биопотенциалов;
- регистрирующий элемент.

Получение свидетельства о государственной регистрации служит предпосылкой к получению еще одного документа – регистрационного удостоверения Минздрава. Подобное удостоверение оформляется на все виды медицинского оборудования в Министерстве социального развития и здравоохранения. После этого компания-заказчик должна от своего имени составить заявление по установленной форме и направить его в аккредитованный центр вместе с другими видами документации, в которую нужно включить:

- уставную и учредительную документацию компании-заказчика;
- ОГРН – общероссийский государственный регистрационный номер – он необходим для подтверждения регистрации компании-заказчика в ЕГРЮЛ или в ЕГРИП, то есть в качестве удостоверения регистрации в качестве юридического лица или индивидуального предпринимателя;
- для того чтобы удостоверить постановку фирмы на налоговый учет, предоставляется ИНН – идентификационный номер налогоплательщика;
- документы на производственное помещение – санитарно-эпидемиологическое заключение, сертификат пожарной безопасности, а также договор аренды или свидетельство о собственности;
- технические документы на саму продукцию;
- полное наименование товара и его описание;
- реквизиты изготовителя, контракт на поставку, спецификацию, инвойс.

Далее осуществляется лабораторная проверка кардиографов и составляются протоколы испытаний, на основании которых принимается решение о выдаче или невыдаче разрешительного документа [7].

Заключение. В данной статье рассмотрена процедура сертификации инновационного медицинского оборудования электрокардиографа. Прибор, предназначен

для регистрации электрических импульсов, образующихся при работе сердца. Используется для проведения диагностического обследования и мониторинга сердечной деятельности при лечении – электрокардиографии. Представлена полная информация о подготовке документов к сертификации электрокардиографа.

Библиографический список

1. Лучкевич, В. С. Основы социальной медицины и управления здравоохранением : учеб. пособие / В. С. Лучкевич. – Санкт-Петербург : СПбГМА, 1997. – 184 с.
2. Дубровин, В. И. Автоматизированная система анализа и интерпретации ЭКГ / В. И. Дубровин, Ю. В. Твердохлеб, В. В. Харченко // Радиотехника, информатика, управление. – 2014. – № 1. – С. 150 – 157.
3. О техническом регулировании : федер. закон № 216-ФЗ от 29 июля 2017 г.
4. Automated system for bioimpedance measuring / E. A. Pecherskaya, P. E. Golubkov, O. V. Karpanin, K. Y. Kraynova, D. V. Artamonov, Y. V. Shepeleva // International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices, EDM – Proceedings. – Novosibirsk, 2018. – P. 641–644.
5. Воробьева, Е. Ю. Факторы, влияющие на точность биоимпедансного анализа / Е. Ю. Воробьева, К. Ю. Крайнова, Е. А. Печерская, А. М. Бибарсова // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. VI Всерос. межвуз. науч.-практ. конф. / под ред. Л. Р. Фионовой. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2019. – С. 178–179.
6. Грачев, А. Ю. Аппаратно-программный комплекс для автоматизированных измерений биоимпеданса / А. Ю. Грачев, О. В. Карпанин, Е. А. Печерская // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2017. – № 1 (21). – С. 96–108.
7. Панарина, К. В. Риски при организации процесса сертификации инновационного медицинского оборудования / К. В. Панарина // Современные научные исследования и инновации. – 2017. – № 12. – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2017/12/85169> (дата обращения: 03.02.2020).
8. Петровский, М. А. Портативный ЭКГ-датчик компьютерной диагностической системы «Кардиовид» / М. А. Петровский, О. Н. Бодин, Л. Ю. Кривоногов, А. Г. Иванчуков // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4. – URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=14104> (дата обращения: 15.02.2020).

УДК 620.194.3

П. Е. Голубков, Е. А. Печерская, Т. О. Зинченко

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

АНАЛИЗ МОДИФИКАЦИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ

Аннотация. Представлены результаты аналитического обзора и анализа модификаций технологических установок, осуществляющих синтез оксидных покрытий на металлах легкой группы (сплавах алюминия, титана и т.д.). Это позволило выявить перспективные методы измерений и контроля параметров покрытий с целью их усовершенствования и внедрения в разрабатываемой технологической системе автоматизированного синтеза оксидных покрытий с заданными свойствами.

Несмотря на многочисленность научных источников с результатами экспериментальных исследований влияния факторов технологического процесса МДО на свойства МДО-покрытий, в большинстве из них даются лишь практические реко-

мендации по достижению оптимального режима, которые оказываются неработоспособными при изменении условий технологического процесса (смене электролита, использовании другого материала заготовки и токового режима, формы и частоты сигнала) [1–4].

Практически не исследовано влияние температуры и выработки электролита (изменение концентрации компонентов от времени обработки) на свойства МДО-покрытий [5]. Следует, однако, отметить, что в последнее время стали появляться работы, посвященные изучению данной зависимости [4, 6]. Так, в [7] установлено, что более низкая электропроводность электролита приводит к появлению более мощных микрозарядов, вследствие чего могут быть получены покрытия более высокой толщины, и кроме того, была дана эмпирическая формула взаимосвязи напряжения пробоя V_{bd} и электропроводности электролита k :

$$V_{bd} = a + b \log\left(\frac{1}{k}\right),$$

где a и b – эмпирические коэффициенты.

В последнее время при исследовании свойств МДО-покрытий большое распространение получили методы потенциодинамической поляризации и электрохимической импедансной спектроскопии (ЭИС) [8, 9]. Данные методы позволяют исследовать коррозионную стойкость МДО-покрытий. В некоторых работах применяются также анализ Мотта-Шоттки (для определения полупроводниковых свойств оксидных слоев на вентильных металлах) [10], оптическая эмиссионная спектроскопия (для определения температуры плазмы микрозарядов) и метод акустической эмиссии [11].

Недостатком данных исследований является также то, что изучение свойств МДО-покрытий проводится на готовых образцах при помощи отдельных измерительных приборов (потенциостат-гальваностат, твердомер и т.п.), что не позволяет отследить изменение этих свойств во время МДО-обработки и затрудняет управление данной технологической операцией.

Результаты, имеющиеся в некоторых из перечисленных работ [1, 2] целесообразно использовать для разработки методов измерения параметров технологического процесса и свойств МДО-покрытий (в частности, толщины и пористости), для создания установок управляемого синтеза МДО-покрытий и автоматизации процесса МДО.

В настоящее время ведется разработка измерительных систем для контроля параметров МДО-процесса. Так, на кафедре «Технология обработки материалов потоками высоких энергий» МАТИ [12] предложена структура установки МДО, позволяющей измерять мгновенные значения тока и напряжения, сигналы с которых используются для управления работой источника технологического тока, а также для мониторинга процесса МДО. Устройство имеет счетчик ампер-часов и термометр сопротивления для контроля состояния электролита и его температуры соответственно, но в нем отсутствует система охлаждения электролита.

Рассматриваемая система имеет недостатки:

- низкая точность измерения температуры электролита;
- термометр используется только для поддержания постоянной температуры электролита путем прерывания процесса МДО, но не для определения характера температурных изменений свойств покрытия;
- данный прибор не позволяет исследовать влияние концентрации компонентов электролита на качество МДО-покрытия, поскольку количество электричества, измеряемое счетчиком ампер-часов, является аддитивной величиной.

Сотрудниками ООО «Электронные системы БелГУ», основанного на базе НИУ «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» разработана установка МДО [13], позволяющая измерять средние и амплитудные значения тока и напряжения, количество электричества, переданное в нагрузку, скорость нарастания анодного/катодного напряжения/тока, время процесса/стадии МДО и температуру электролита с целью мониторинга хода МДО-обработки оператором. Устройство имеет многочисленные датчики, контролирующие исправность работы оборудования и несколько уровней защиты, а также базу данных, в которую заносятся применяемые режимы работы технологического оборудования. Основным недостаток данной системы – отсутствие обратной связи «параметр процесса – свойство покрытия», управление процессом производится полностью оператором. Данный прибор предназначен исключительно для нужд производства и не предусматривает проведение научных исследований, поэтому он имеет минимальное количество измерительных преобразователей.

В Пермском национальном исследовательском политехническом университете была разработана транзисторная установка МДО, обеспечивающая подачу прямоугольных импульсов технологического тока с регулируемой частотой и силой тока [Пономарев диссертация]. Устройство позволяет измерять ток и напряжение в гальванической ячейке, а также позволяет исследовать процесс горения микроархивов на поверхности детали с использованием высокоскоростной фотосъемки процесса МДО. Помимо этого устройство позволяет поддерживать температуру электролита на постоянном уровне благодаря системе охлаждения и перемешивания электролита особой конструкции.

Похожее техническое решение было внедрено научным коллективом А. В. Большенко при разработке транзисторной установки МДО для ООО НПП «МагнетикДон» (г. Новочеркасск), устройство которой состоит из корректора коэффициента мощности, микропроцессорной системы управления, силовой части, гальванической ячейки и позволяет осуществлять измерение тока и напряжения на образце.

Результаты выполненного обзора учтены при разработке автоматизированной системы синтеза оксидных покрытий с заданными свойствами, состоящей из аппаратной части, программного обеспечения, включающего в том числе, интеллектуальное приложение для поддержки принятия решений по выбору оптимальных технологических режимов [14].

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 19-08-00425.

Библиографический список

1. Мамаев, А. И. Влияние времени микроплазменной обработки на вольтамперные характеристики и свойства биокерамических покрытий на титане и его сплавах / А. И. Мамаев, Т. И. Дорофеева, В. А. Мамаева // Перспективные материалы. – 2005. – № 2. – С. 44–52.
2. Гордиенко, П. С. Микродуговое оксидирование при импульсной поляризации в гальванодинамическом режиме / П. С. Гордиенко, В. А. Достовалов, И. Г. Жевтун, И. А. Шабалин // Электронная обработка материалов. – 2013. – № 49 (4). – С. 35–42.
3. Дударева, Н. Ю. Влияние режимов микродугового оксидирования на свойства формируемой поверхности / Н. Ю. Дударева // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2013. – Вып. 17. – № 3 (56). – С. 217–222.
4. Кучмин, И. Б. Изменение физико-химических свойств двухкомпонентного электролита и характеристик покрытия, формируемого методом микродугового оксидирования, в ходе серийного производства / И. Б. Кучмин, Г. Г. Нечаев, Н. Д. Соловьева // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2013. – № 3 (72). – С. 80–86.

5. Голубков, П. Е. Методы измерения температуры в процессе микродугового оксидирования / П. Е. Голубков, А. В. Мартынов, Е. А. Печерская // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы (ВМНПК – 2018) : материалы V Всерос. межвуз. науч.-практ. конф. (г. Пенза, 14 марта 2018 г.). – Пенза : Изд-во ПГУ, 2018. – С. 245–248.
6. Исследование влияния технологических параметров процесса микродугового оксидирования на свойства оксидных покрытий / Е. А. Печерская, П. Е. Голубков, О. В. Карпанин, Д. В. Артамонов, М. И. Сафронов, А. В. Печерский // Известия высших учебных заведений. Электроника. – 2019. – Т. 24, № 4. – С. 363–369.
7. Characterization of AZ31 Mg Alloy coated by plasma electrolytic oxidation / S. Durdu, S. Bayramoglu, A. Demirtas et al. // Vacuum. – 2013. – Vol. 88. – P. 130–133.
8. Impedance monitoring of corrosion degradation of plasma electrolytic oxidation coatings (PEO) on magnesium alloy / L. Gawel, L. Nieuzyla, G. Nawrat et al. // J. of Alloys and Compounds. – 2017. – Vol. 722. – P. 406–413.
9. Sreekanth, D. Effect of various additives on morphology and corrosion behavior of ceramic coatings developed on AZ31 magnesium alloy by plasma electrolytic oxidation / D. Sreekanth, N. Rameshbabu, K. Venkateswarlu // Ceramics International. – 2012. – Vol. 38. – P. 4607–4615.
10. Sarbishei, S. Effects of alumina nanoparticles concentration on microstructure and corrosion behavior of coatings formed on titanium substrate via PEO process / S. Sarbishei, M. A. Faghihi Sani, M. R. Mohammadi // Ceramics Int. – 2016. – Vol. 42. – P. 8789–8797.
11. Darband, Gh. Barati. Plasma electrolytic oxidation of magnesium and its alloys: Mechanism, properties and applications (review) / Gh. Barati Darband, M. Aliofkhazraei, P. Hamghalam, N. Valizade // J. of Magnesium and Alloys. – 2017. – Vol. 5. – P. 74–132.
12. Микродуговое оксидирование (теория, технология, оборудование) / И. В. Суминов, А. В. Эпельфельд, В. Б. Людин и др. – Москва : ЭКОМЕТ, 2005. – 368 с.
13. Оборудование МДО. Официальный сайт ООО «ЭЛСИС БелГУ». – URL: <http://elsisbsu.tilda.ws/mdo> (дата обращения: 11.01.2020).
14. Интеллектуальная система управляемого синтеза оксидных покрытий / Е. А. Печерская, П. Е. Голубков, О. В. Карпанин, Г. В. Козлов, А. В. Печерский // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2019. – № 2. – С. 99–108.

УДК 621.317.757

А. А. Девяткин

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИГНАЛОВ

Аннотация. Спектральный анализ – это один из методов обработки сигналов, который позволяет охарактеризовать частотный состав измеряемого сигнала. Преобразование Фурье является математической основой, которая связывает временной или пространственный сигнал с его представлением в частотной области.

Дискретное преобразование Фурье (ДПФ) – разновидность преобразования Фурье, специально предназначенную для работы с дискретными сигналами.

Проанализируем формулу ДПФ. Пусть последовательность отчетов $\{x(k)\}$ является периодической с периодом N :

$$x(k + N) = x(k) \quad (1)$$

для любого k .

Такая последовательность полностью описывается конечным набором чисел, в качестве которого можно взять произвольный фрагмент длиной N , например $\{x(k), k=0, 1, \dots, N-1\}$. Поставленный в соответствии этой последовательности сигнал из смещенных по времени дельта-функций:

$$s(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(k)\delta(t-kT). \quad (2)$$

Также, разумеется, будет периодическим с минимальным периодом NT .

Так как сигнал $s(t)$ является дискретным, его спектр должен быть периодическим с периодом $2\pi/T$. Так как этот сигнал является также и периодическим, его спектр должен быть дискретным с расстоянием между гармониками, равным $2\pi/(NT)$ [1, 2].

Периодический дискретный сигнал имеет периодический дискретный спектр, который также описывается конечным набором из N чисел (один период спектра содержит $\frac{2\pi}{T} / \frac{2\pi}{NT} = N$ гармоник).

Рассмотрим процедуру вычисления спектра периодического дискретного сигнала [4 – 5]. Так как сигнал периодический, будем раскладывать его в ряд Фурье.

Коэффициенты $\dot{X}(n)$ этого ряда, согласно общей формуле, равны

$$\begin{aligned} \dot{X}(n) &= \frac{1}{NT} \int_0^{NT} s(t) e^{-j\omega n t} dt = \frac{1}{NT} \int_0^{NT} \sum_{k=0}^{N-1} x(k)\delta(t-kT) e^{-j\omega n t} dt = \\ &= \frac{1}{NT} \sum_{k=0}^{N-1} x(k) \int_0^{NT} \delta(t-kT) e^{-j\omega n t} dt = \frac{1}{NT} \sum_{k=0}^{N-1} x(k) e^{-j\omega n kT} = \frac{1}{NT} \sum_{k=0}^{N-1} x(k) \exp\left(-j \frac{2\pi n k}{N}\right). \end{aligned} \quad (3)$$

Таким образом, формула для вычисления комплексных амплитуд гармоник представляет собой линейную комбинацию отсчетов сигнала.

В выражении (3) реальный масштаб времени фигурирует только в множителе $1/T$ перед оператором суммирования. При рассмотрении дискретных последовательностей обычно оперируют номерами отсчетов и спектральных гармоник без привязки к действительному масштабу времени и частоты. Поэтому множитель $1/T$ из (3) удаляют, то есть считают частоту дискретизации равной единице. Удаляют обычно множитель $1/N$. Получившееся выражение называется дискретным преобразованием Фурье.

$$\dot{X}(n) = \sum_{k=0}^{N-1} x(k) \exp\left(-j \frac{2\pi n k}{N}\right). \quad (4)$$

Существует и обратное дискретное преобразование Фурье. Переход от дискретного спектра к временным отсчетам сигнала выражается следующей формулой:

$$x(k) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \dot{X}(n) \exp\left(j \frac{2\pi n k}{N}\right). \quad (5)$$

Для вычисления одного коэффициента ДПФ по формуле (4) необходимо выполнить N комплексных умножений и сложений. Таким образом, расчет всего ДПФ, содержащего N коэффициентов, потребует N^2 пар операций «умножений – сложений». Число операций возрастает пропорционально квадрату размерности ДПФ. Однако, если N не является простым числом и может быть разложено на множители, процесс вычислений можно ускорить, разделив анализируемый набор отсчетов на

части, вычислив их ДПФ и объединив результаты. Такие способы вычисления ДПФ называются быстрым преобразованием Фурье [6].

При реализации БПФ возможно несколько вариантов организации вычислений в зависимости от способа деления последовательности отсчетов на части (проживание по времени или по частоте) и от того, на сколько фрагментов производится разбиение последовательности на каждом шаге (основание БПФ).

1. БПФ не является приближенным алгоритмом; при отсутствии вычислительных погрешностей он даст в точности тот же результат, что и исходная форма ДПФ (4). Ускорение достигается исключительно за счет оптимальной организации вычислений.

2. Применение БПФ имеет смысл, если число элементов в анализируемой последовательности является степенью числа 2. Как уже отмечалось, некоторое ускорение вычислений возможно и при разложении N на другие множители, однако это ускорение не столь велико, как при $N = 2^k$.

3. Алгоритм БПФ предназначен для одновременного расчета всех спектральных отсчетов $X(n)$. Если же необходимо получить эти отсчеты лишь для некоторых n , может оказаться предпочтительнее прямая формула ДПФ.

Библиографический список

1. Голд, Б. Цифровая обработка сигналов : пер. с англ. / Б. Голд, Ч. Рэйдер ; под ред. А. М. Трахтмана. – Москва : Советское радио, 1973. – 368 с.
2. Куприянов, М. С. Цифровая обработка сигналов: процессоры, алгоритмы, средства проектирования / М. С. Куприянов, Б. Д. Матюшкин. – Санкт-Петербург : Политехника, 1998. – 592 с.
3. Лебедев, Е. К. Быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов / Е. К. Лебедев. – Красноярск : Красноярский университет, 1989. – 192 с.
4. Печерская, Е. А. Математические модели предметной области при исследовании параметров материалов нано- и микроэлектроники / Е. А. Печерская // Университетское образование : сб. ст. XV Междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 50-летию полета первого космонавта Ю. А. Гагарина / под ред. В. И. Волчихина, Р. М. Печерской. – Пенза, 2011. – С. 436–438.
5. Ryabov, D. V. Automated method of measuring the temperature dependences of the dielectric parameters of ferroelectrics with second kind phase transition / D. V. Ryabov, E. A. Pecherskaya, J. V. Shepeleva, R. M. Pecherskaya // Journal of Physics: Conference Series. – 2014. – Т. 541, № 1. – P. 012012.
6. Сергиенко, А. Б. Цифровая обработка сигналов : учеб. для вузов / А. Б. Сергиенко. – 2-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2007. – 751 с.

УДК 004:33

А. А. Демидов, И. А. Кострикина

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация. Метрологическое обеспечение является информационно-аналитической основой для повышения результативности систем менеджмента качества промышлен-

ного предприятия. Рассматриваются вопросы затрат на метрологическое обеспечение, которые должны соответствовать масштабам производства, сложности технологических циклов и в конечном счете не только окупаться, но и приносить доход.

Эффективность работы промышленного предприятия зависит от множества факторов, среди которых важное место занимает повышение качества продукции и обеспечение ее соответствия требованиям отечественных и международных стандартов. В условиях жесткой конкуренции в единой системе международных экономических отношений основными условиями конкурентоспособности предприятия является качество создаваемой продукции, ее цена и способность предприятия выполнить требования заказчика в установленные сроки. Качество продукции в современных условиях рассматривается как способ удовлетворения потребителя, так и средство уменьшения издержек производства. Потери предприятия из-за низкого качества продукции, вызванные обнаружением и устранением дефектов, могут достигать до 30 % от текущих затрат на производство продукции.

В настоящее время вопросы повышения качества продукции решаются на основе систем управления качеством предприятия, соответствующих требованиям международных стандартов ИСО серии 9000. Важнейшим элементом системы управления (менеджмента) качества (СМК) предприятия является система его метрологического обеспечения, играющая в СМК роль информационно-аналитической основы для управления (улучшения) процессами и объектами, т.е. результативностью СМК предприятия.

Под метрологическим обеспечением принято понимать комплекс мероприятий по установлению и применению научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства, а также точности, полноты, своевременности, оперативности измерений, достоверности контроля параметров и характеристик объектов. Юридическую основу метрологического обеспечения составляет Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» [1], а также нормативные документы Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии. Экономическую основу метрологического обеспечения составляют средства федерального бюджета Российской Федерации, а также средства предприятий и организаций.

Метрологическое обеспечение отличает наибольший объем требований в рамках СМК, включающих не только непосредственные измерения в совокупности видов деятельности предприятия, но и повсеместное присутствие измерений при мониторинге и анализе других видов деятельности, начиная с контроля точности технологических процессов предприятия и заканчивая мониторингом выпускаемой продукции, внутренним аудитом и адекватными корректирующими (управляющими) действиями.

Разработка и проведение мероприятий по метрологическому обеспечению возложено на метрологические службы предприятия. Метрологическая служба – служба, создаваемая в соответствии с законодательством для выполнения работ по обеспечению единства измерений и осуществления метрологического контроля и надзора.

Под экономической эффективностью производства понимается степень использования производственного потенциала, которая выявляется соотношением результатов и затрат общественного производства. Чем выше результат при тех же затратах, чем быстрее он растет в расчете на единицу полезного эффекта, тем выше эффективность производства. Поскольку все выше сказанное определяет эффективность любого вида деятельности (работ), оно полностью относится и к метрологическим работам. С одной стороны метрологические работы требуют определенных за-

трат (расходов), а с другой стороны они влияют на себестоимость продукции и на ее качество. Правильная организация всех метрологических работ позволяет не только снизить расходы предприятия при разработке, производстве, эксплуатации и утилизации продукции, но и повысить прибыль благодаря более высокому уровню ее качества.

Экономическую эффективность метрологического обеспечения целесообразно оценивать на всех стадиях жизненного цикла продукции [2–5]. В этой связи различают предварительную, ожидаемую и фактическую экономическую эффективность. Предварительная определяется на стадии постановки метрологических научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и на стадии разработки программ и планов мероприятий по совершенствованию метрологического оборудования. Ожидаемая экономическая эффективность рассчитывается при внедрении в метрологическую практику новой измерительной техники, новых организационных форм выполнения метрологических работ, при утверждении программ и планов мероприятий по совершенствованию метрологического обеспечения и т.д. Фактическая экономическая эффективность определяется при внедрении в практику метрологической службы новой техники, после выполнения программ и планов с учетом реально получаемых экономических результатов и служит основанием для экономического стимулирования.

Экономическая эффективность определяется путем расчета и сопоставления технико-экономических показателей различных вариантов решения одной и той же проблемы. За базу сравнения принимаются технико-экономические показатели и уровень метрологического обеспечения лучшей метрологической техники, лучших заменяемых форм и методов выполнения метрологических работ в году, непосредственно предшествующем расчетному. За расчетный год принимается год достижения поставленной цели – завершение этапа мероприятий по совершенствованию метрологического обеспечения путем внедрения новых различных мероприятий, предусмотренных соответствующими программами (планами), и начало получения ожидаемых экономических результатов. Определение потерь от погрешности измерений проводят экспериментальными или расчетными методами с учетом вида и параметров законов распределения измеряемого (контролируемого) параметра и погрешности измерений для конкретных организационно-технических условий [6, 7].

Таким образом, метрологическое обеспечение производства должно обеспечивать оптимизацию управления технологическими процессами и предприятием в целом, стабилизировать процессы, поддерживать качество изготовления продукции, при этом затраты на метрологическое обеспечение производства должны соответствовать масштабам производства, сложности технологических циклов и, в конечном счете, не только окупаться, но и приносить доход.

Библиографический список

1. Об обеспечении единства измерений : федер. закон РФ № 102-ФЗ от 26 июня 2008 г. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_77904
2. ПР 50.2.015-99 ГСИ. Порядок определения стоимости (цены) метрологических работ. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200028794>
3. Печерская, Е. А. Методы и средства исследования активных диэлектриков для наноиндустрии: системный подход монография / Е. А. Печерская. – Пенза, 2008. – 129 с.
4. Software – hardware complex for measurement and control of ferroelectrics parameters / E. A. Pecherskaya, D. V. Artamonov, V. I. Kondrashin, P. E. Golubkov, O. V. Karpanin, T. O. Zinchenko // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 1. Ser.: "International Conference on Materials, Alloys and Experimental Mechanics, ICMAEM 2017". – India, 2017. – P. 012254.

5. Методика оценивания эффективности модуля электронной информационно-образовательной среды «вуз+работодатель» / Е. А. Печерская, Д. В. Артамонов, Е. В. Полосина, В. А. Симагин, Ю. В. Кротова // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2018. – № 3 (27). – С. 96–107.

6. Печерская, Е. А. Метрологические аспекты исследования активных диэлектриков для микро- и наноиндустрии / Е. А. Печерская // Нано- и микросистемная техника. – 2007. – № 7. – С. 41–44.

7. Печерская, Е. А. Метрологические аспекты модели активного диэлектрика / Е. А. Печерская, Д. В. Рябов, Н. Д. Якушова // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. – 2012. – № 1. – С. 208–213.

УДК 004:33

А. А. Демидов, И. А. Кострикина

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

КЛЮЧЕВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация. Предлагается использовать систему ключевых показателей эффективности для оценки деятельности метрологической службы и ее вклада в выполнение стратегических и тактических задач предприятия.

В условиях рыночных отношений, складывающихся в настоящее время в России, промышленным предприятиям необходимо знать с достаточной степенью уверенности, какие расходы несет предприятие при создании и выпуске продукции и каковы пути достижения требуемого уровня экономической эффективности применяемых процессов и мероприятий. Особенно это относится к вопросам метрологического обеспечения, которые в значительной степени определяют качество создаваемой и выпускаемой продукции. Задача определения экономической эффективности метрологического обеспечения продукции на всех стадиях ее жизненного цикла является многопараметрической задачей и не может быть решена только специалистами в области экономики или метрологии. Поскольку она является комплексной, она может решаться только совместными усилиями этих специалистов [1].

Правильная организация всех метрологических работ позволяет не только снизить расходы предприятия при разработке, производстве, эксплуатации и утилизации продукции, но и повысить прибыль благодаря более высокому уровню ее качества. Однако в настоящее время методика оценки эффективности работ по метрологическому обеспечению остается недостаточно разработанной. В связи с этим актуальными являются исследования, посвященные разработке механизмов оценки эффективности метрологического обеспечения [2–4]. Зарубежные фирмы для оценки эффективности своей деятельности широко используют ключевые показатели эффективности (KPI). Под KPI (key performance indicators) понимают показатели деятельности, которые помогают предприятию достигать стратегические и тактические цели. Иными словами, KPI – это бизнес-индикаторы, отражающие полноту достижения тех или иных целей, поставленных перед предприятием. Используя ключевые показатели эффективности, предприятие получает возможность управлять процессом и вносить в него изменения, а также ставить цели перед персоналом и мотивировать сотрудников фирмы к достижению поставленных целей [5].

Можно использовать как индивидуальные КРІ, так и общие, также можно рассчитывать значение КРІ как по одному сотруднику, так и по подразделению в целом.

С целью выбора показателей КРІ представим деятельность метрологической службы как процесс, состоящий из шести подпроцессов: обеспечения ответственности руководства; обеспечения менеджмента ресурсов; обеспечения пригодности оборудования и процессов измерений; анализа системы менеджмента метрологического обеспечения (СММО); управления несоответствиями; улучшения СММО.

Иерархия показателей результативности СММО представлена на рис. 1. Показатель $R_{СММО}$ является комплексным и включает в себя множество групповых и единичных показателей, характеризующих составляющие элементы СММО. В качестве групповых показателей КРІ целесообразно использовать показатели результативности основных процессов СММО. Под показателем $R_{отв}$ понимается результативность подпроцесса «Ответственность руководства»; под показателем $R_{мр}$ – результативность подпроцесса «Менеджмент ресурсов»; под показателем $R_{МО}$ – результативность подпроцесса «Обеспечение пригодности оборудования и процессов измерений»; под показателем $R_{ан}$ – результативность процесса «Анализ СММО»; под показателем $R_{упр}$ – результативность процесса «Управление несоответствиями»; под показателем $R_{ул}$ – результативность процесса «Улучшение СММО».

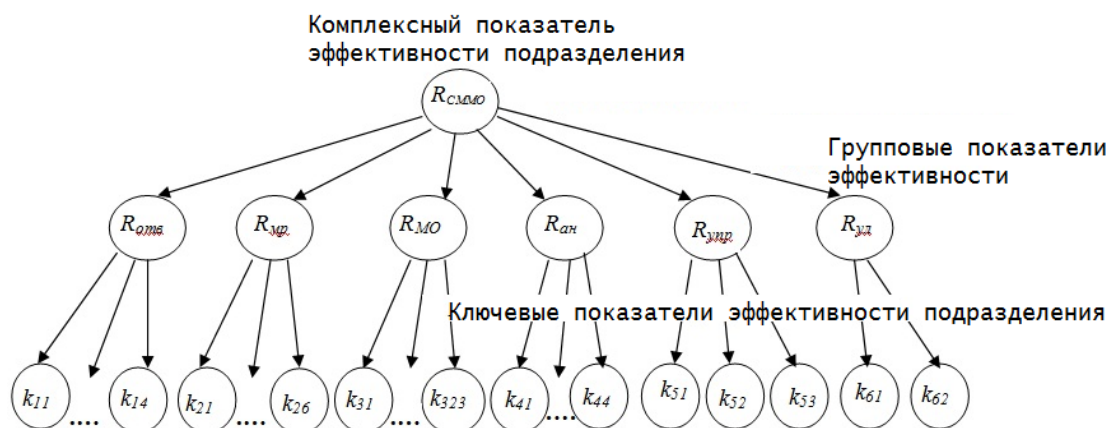


Рис. 1. Граф-модель зависимости комплексного показателя оценки эффективности СММО от групповых и единичных показателей КРІ

Комплексный показатель результативности СММО определяется как отношение произведений фактических и плановых групповых показателей:

$$R_{СММО} = \frac{\prod_{i=1}^m R_i^{\phi}}{\prod_{i=1}^m R_i^{пл}}, \quad (1)$$

где R_i^{ϕ} – фактическое значение группового показателя результативности каждого процесса СММО; $R_i^{пл}$ – плановое значение группового показателя результативности каждого процесса СММО; m – количество процессов СММО.

Для определения плановых и фактических значений групповых показателей результативности, входящих в формулу (1), предлагаются следующие формулы

$$R_i^{\phi} = \sum_{j=1}^n k_j^{\phi},$$

где k_j^{ϕ} – фактическое значение единичного показателя результативности i -го процесса СММО; n – количество единичных показателей результативности i -го процесса СММО;

$$R_i^{\text{пл}} = \sum_{j=1}^n k_j^{\text{пл}},$$

где $k_j^{\text{пл}}$ – плановое значение единичного показателя результативности i -го процесса СММО.

Результативность каждого процесса предлагается определять как отношение фактического и планового показателей результативности:

$$R_i = \frac{R_i^{\phi}}{R_i^{\text{пл}}}.$$

Если в результате анализа оказалось, что система СММО функционирует результативно, то разрабатываются мероприятия по улучшению функционирования системы с целью повышения ее результативности. Если по результатам анализа выявлено, что система СММО функционирует нерезультативно, то необходимо определить несоответствия и причины их возникновения, а также разработать и внедрить комплекс корректирующих мероприятий.

Применение предложенной методики оценки КРІ позволяет выявить не только недостаточно результативный процесс СММО, но и возможности для улучшения каждого отдельного подпроцесса системы.

Библиографический список

1. Голиков, Ю. А. Экономика метрологического обеспечения: учебно-методическое пособие / Ю. А. Голиков. – Новосибирск : СГГА, 2009. – 180 с.
2. Методика оценивания эффективности модуля электронной информационно-образовательной среды «вуз+работодатель» / Е. А. Печерская, Д. В. Артамонов, Е. В. Полосина, В. А. Симагин, Ю. В. Кротова // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2018. – № 3 (27). – С. 96–107.
3. Кондрашин, В. И. Исследование влияния концентрации примеси на поверхностное сопротивление в ППП (полученных методом спрей-пиролиза) на основе диоксида олова / В. И. Кондрашин, Е. А. Печерская // Актуальные проблемы физической и функциональной электроники : материалы 19-й Всерос. молодежной науч. школы-семинара. – Ульяновск, 2016. – С. 175–176.
4. Голубков, П. Е. Применение инструментов контроля качества для анализа процесса микродугового оксидирования / П. Е. Голубков, Е. А. Печерская, А. В. Мартынов // Радиоэлектроника. Проблемы и перспективы развития : тез. докл. третьей Всерос. молодежной науч. конф. – Тамбов, 2018. – С. 111–113.
5. ПР 50.2.015-99 ГСИ. Порядок определения стоимости (цены) метрологических работ. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200028>

УДК 519.246

Л. А. Долгих

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

АНАЛИЗ ОБЪЕМОВ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ДЕКОМПОЗИЦИИ

Аннотация. Рассмотрены возможности анализа объемов потребления электроэнергии методами декомпозиции. Предложено использование комбинации методов сингулярного спектрального анализа и метода разложения на эмпирические моды для анализа указанных временных рядов.

Эффективное энергопотребление является одной из задач, решение которой важно как для экономического развития промышленного производства, так и с точки зрения экологии. Частично решение данной задачи базируется на прогнозировании объемов потребления электроэнергии, что позволяет планировать затраты на ее покупку. Сам же прогноз всегда основывается на предварительном анализе исследуемых данных.

Задача анализа потребления электрической энергии является не тривиальной проблемой, т.к. ее решение связано с необходимостью учета дополнительных факторов, оказывающие косвенное, но достаточно сильное влияние на исследуемые данные. К таким факторам относятся температура окружающего воздуха, продолжительность дня, день недели, чрезвычайные ситуации и др. [1]. Кроме того, результаты анализа необходимо определенным образом интерпретировать. Именно поэтому наиболее удобными для анализа и дальнейшей интерпретации результатов можно считать методы, основанные на декомпозиции исследуемого временного ряда на компоненты.

Понятие «декомпозиция», используемое при анализе процессов, имеет более широкое значение и обозначает разложение не на подлинные исходные составляющие, а на функции, реально не присутствующие при формировании исходных данных. Функции, полученные при декомпозиции, имеют неестественную природу происхождения, но, независимо от этого, исследование их значений может позволить выявить скрытые закономерности в исходных данных. Известно много методов декомпозиции временных рядов, но данные, описывающие динамику объемов энергопотребления, являются нестационарными временными рядами, что существенно сужает перечень методов, которые можно использовать для их анализа.

Одним из перспективных методов для анализа подобных временных рядов можно считать метод сингулярного спектрального анализа (SSA) [2]. Суть данного метода заключается в преобразовании исследуемого одномерного временного ряда в многомерный с помощью параметрической сдвиговой процедуры. Далее к полученному многомерному временному ряду применяется метод главных компонент.

К достоинствам метода SSA следует отнести то, что он не требует стационарности анализируемого временного ряда, знания его параметрической модели и позволяет работать с зашумленными нестационарными сигналами. Однако у метода есть и недостатки: результат разложения сильно зависит от выбора величины параметра метода, используемого при преобразовании временного ряда в многомерный. Неверный выбор значения данного параметра может сильно исказить результаты разложения и привести к их неправильной интерпретации. В [3] рассмотрены особенности применения данного метода, даны описания различных методик для определения значения этого параметра.

Исследование возможности применения метода SSA для анализа данных об объемах энергопотребления показало, что напрямую данный метод использовать неудобно. При разложении получается большое количество слабо интерпретируемых компонент, которые к тому же трудно поддаются группировке.

В связи с этим предлагается использовать данный метод в связке с другим, достаточно известным методом декомпозиции – методом разложения на эмпирические моды [4]. Данный метод заключается в разложении исследуемого сигнала на функции (моды), удовлетворяющих условию знакопеременности (число экстремумов отличается от числа нулей не более чем на единицу) и условию близости к нулю полусуммы верхней и нижней огибающих. Основное преимущество данного алгоритма – адаптивность разложения нелинейного нестационарного сигнала на набор многокомпонентных составляющих. Недостаток алгоритма – слабое теоретическое обоснование и высокая трудоемкость.

Предлагается анализ исследуемого временного ряда разделить на два этапа. На первом этапе проводится разложение исследуемого сигнала на эмпирические моды. На втором этапе выбранные для исследования эмпирические моды анализируются методом сингулярного спектрального анализа.

На рис. 1,а. показан график энергопотребления жилого дома (данные снимались с 22.09.2017 г. по 03.07.2018 г.). Данный временной ряд был разложен на эмпирические моды (рис. 1,б). Далее каждая эмпирическая мода была проанализирована методом сингулярного спектрального анализа. На рис.1 показан результат анализа 1-й моды: приведен график собственных чисел траекторной матрицы (рис. 1,в), построены компоненты, соответствующие максимальному собственному числу (рис. 1,г) и сумме компонент, соответствующих 5 и 6 собственным числам (рис. 1,д).

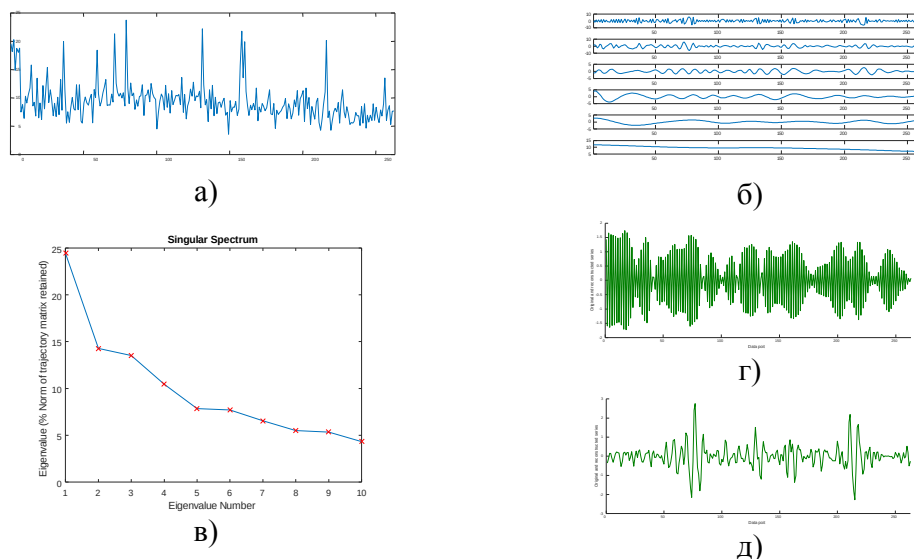


Рис. 1. Результаты анализа объемов энергопотребления

Преимуществ в таком подходе несколько:

- при разложении на эмпирические моды количество составляющих определяется автоматически;
- анализ каждой моды методом сингулярного спектрального анализа менее трудоемок в плане вычислений, а результаты лучше поддаются интерпретации;
- использование метода сингулярного спектрального анализа позволяет в дальнейшем осуществить прогноз исследуемого временного ряда.

Библиографический список

1. Казаринов, Л. С. Метод прогнозирования электропотребления промышленного предприятия / Л. С. Казаринов, Т. А. Барбасова, О. В. Колесникова, А. А. Захарова // Вестник ЮУрГУ. Сер.: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2014. – Т. 14, № 1. – С. 5–13.
2. Голяндина Н. Э. Метод «Гусеница»-SSA: анализ временных рядов : учеб. пособие / Н. Э. Голяндина. – Санкт-Петербург, 2004. – 76 с.
3. Поршнев, С. В. Исследование особенностей применения метода сингулярного спектрального анализа в задаче анализа и прогнозирования временных рядов : монография / С. В. Поршнев, Ф. Рабайя. – Ульяновск : Зебра, 2016. – 167 с.
4. Huang, N. E. The Empirical Mode Decomposition and The Hilbert Spectrum for Non-linear and Non-stationary Time Series Analysis, Proc. Royal Soc / N. E. Huang. – London, 1998. – Vol. 454. – P. 903–995.

Т. О. Зинченко, Е. А. Печерская

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ИЗМЕРЕНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЗРАЧНЫХ ПРОВОДЯЩИХ ОКСИДОВ МЕТОДОМ ВАН-ДЕР-ПАУ

Аннотация. Прозрачный проводящий оксид – тонкопленочное покрытие на основе оксида металла, обладающее высокими показателями проводимости (поверхностное сопротивление порядка 5–10 Ом/□) и прозрачности (коэффициент прозрачности $T > 80 \%$) в видимой и ближней инфракрасной области спектра. Исследование электрофизических свойств имеет важное значение при разработке технологии управляемого синтеза прозрачных проводящих оксидов, при этом одним из наиболее точных методов является метод Ван-дер-Пау, представленный в данной работе.

В последнее время значительное внимание уделяется получению тонких пленок на основе металлических оксидов для фотогальванических и фотокаталитических применений различными способами. Из тонких пленок на основе оксидов металлов значительное применение нашли прозрачные проводящие оксиды или ППО. Как следует из названия, данного вида пленки должны иметь высокую проводимость (поверхностное сопротивление порядка 5–10 Ом/□) и прозрачность (коэффициент прозрачности $T > 80 \%$) в видимой и ближней инфракрасной области спектра [1–3]. Низкое поверхностное сопротивление ППО на их основе достигается легированием материала примесными атомами, прозрачность же достигается тем, что в области длинных волн свет отражается в результате появления плазменного края, когда частота света ω совпадает с частотой коллективных колебаний носителей заряда в материале (плазменная частота ω_p).

В настоящее время тонкие ППО широко используются как прозрачные электроды в различных приложениях: солнечные батареи, тонкие дисплеи, оконные приложения и т.д. В таких приложениях тонкие ППО должны иметь удельное электрическое сопротивление не более 10^{-4} Ом·см и коэффициент пропускания $\sim 90 \%$ в видимом диапазоне.

Тонкие ППО являются чувствительными к кислородосодержащей газовой среде, поскольку содержат структурные дефекты, такие как кислородные вакансии. При нахождении в кислородосодержащей среде тонкие ППО начинают менять свое электрическое сопротивление. По этой причине тонкие ППО используются в приложениях газовой сенсорики в качестве чувствительного элемента. По динамическому изменению электрического сопротивления можно производить анализ газовой среды.

Поэтому исследование электрофизических параметров покрытий имеет важное значение, как с фундаментальной, так и с технологической точки зрения [4, 5].

Одним из методов исследования электрофизических свойств является метод Ван-дер-Пау:

1) Для измерения удельного сопротивления образца ток подается на соседние пары контактов (A-B, C-D, B-C, D-A), и снимается напряжение с противоположных пар контактов (V_{AB} , V_{BC} , V_{CD} , V_{DA}). Ток также подается в противоположном направлении (B-A, D-C, C-B, A-D) и снимаются напряжения V_{-AB} , V_{-BC} , V_{-CD} , V_{-DA} . Это необходимо для исключения из окончательного результата паразитных ЭДС (термоэдс).

После чего вычисляются средние значения сопротивления в «вертикальном» и «горизонтальном» направлениях [Ом]:

$$R_V = \frac{V_{AB}-V_{-AB}+V_{CD}-V_{-CD}}{4I}, R_H = \frac{V_{BC}-V_{-BC}+V_{DA}-V_{-DA}}{4I}, \quad (1)$$

и их соотношение R_V / R_H характеризует анизотропию электрического сопротивления образца в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Окончательно, удельное сопротивление [Ом/□] вычисляется по формуле:

$$\rho = \frac{\pi}{\ln 2} \frac{R_V + R_H}{2} f\left(\frac{R_V}{R_H}\right), \quad (2)$$

где f – неявная поправочная функция R_V / R_H , определяющаяся уравнением:

$$\exp\left(\frac{\ln 2}{f}\right) \operatorname{ch}\left(\frac{\frac{R_V}{R_H}-1}{\frac{R_V}{R_H}+1} \frac{\ln 2}{f}\right) - \frac{1}{2} = 0. \quad (3)$$

Удельная проводимость – величина, обратная удельному сопротивлению: $\sigma = 1/\rho$. Для гетероструктур с двумерным электронным газом рассчитывается данное удельное сопротивление (поверхностное), отнесенное к единице площади образца, имеющее размерность [Ом/□] (Ом на квадрат) [6].

2) Для измерения слоевой концентрации и подвижности носителей образец помещается в магнитное поле путем автоматического перемещения и позиционирования пары постоянных магнитов. Установка содержит два набора магнитов одинаковой индукции и противоположной полярности для измерений в полях противоположного направления.

Таким образом, непосредственно измеряемыми величинами являются: напряжение Холла (V_H) для двух пар диагональных контактов ($A-C$ и $B-D$), и продольное падение напряжения для двух направлений тока и двух направлений вектора индукции магнитного поля:

$$V_{MBD}, V_{M-BD}, V_{MAC}, V_{M-AC}, V_{-MBD}, V_{-MAC}, V_{-M-AC}, V_{-M-BD}.$$

Это требуется для исключения паразитных ЭДС, гальваномангнитных и других эффектов, нечетных относительно магнитного поля и электрического тока. Сопротивление Холла вычисляется следующим образом: $R = V_H / I$:

$$R_{AC} = \frac{V_{MAC}-V_{M-AC}+V_{-MAC}-V_{-M-AC}}{4I}, R_{BD} = \frac{V_{MBD}-V_{M-BD}+V_{-MBD}-V_{-M-BD}}{4I}. \quad (4)$$

Постоянная Холла в направлениях AC и BD вычисляется по формулам:

$$R_{H AC} = \frac{R_{AC}}{B}, \quad R_{H BD} = \frac{R_{BD}}{B}. \quad (5)$$

И средняя постоянная Холла:

$$R_H = \frac{R_{H AC} + R_{H BD}}{2}. \quad (6)$$

Объемная концентрация зарядов n_s [см⁻³] находится по формуле:

$$n_s = \frac{1}{eR_H}. \quad (7)$$

Для объемно-легированных образцов с толщиной проводящего слоя объемная концентрация подвижных носителей тока рассчитывается как

$$n = n_s / d; \quad (8)$$

подвижность носителей тока [см²/(В·с)] равна:

$$\mu = \sigma \cdot R_H = R_H / \rho. \quad (9)$$

Для двумерного электронного газа финальные формула расчета:

$$n_s = \frac{I B}{e V_H}, \quad (10)$$

где V_H – напряжение Холла [7].

Библиографический список

1. Зинченко, Т. О. Анализ материалов, используемых для производства прозрачных проводящих покрытий / Т. О. Зинченко, Е. А. Печерская // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. V Всерос. межвуз. науч.-практ. конф. (г. Пенза, 14 марта 2018 г.) / под ред. Л. Р. Фионовой. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2018. – 256 с.
2. Electrical properties of transparent conductive ATO coatings obtained by spray pyrolysis / E. A. Pecherskaya, T. O. Zinchenko, V. I. Kondrashin, A. S. Kozlyakov, K. O. Nikolaev, J. V. Shepeleva // IOP Conference Series : materials Science and Engineering. – 2017. – № 225. – P. 012255.
3. Ракша, С. В. Функциональные материалы для сенсibilизированных красителем солнечных элементов / С. В. Ракша, В. И. Кондрашин, Е. А. Печерская, К. О. Николаев // Физика и технология наноматериалов и структур : сб. науч. ст. 2-й Междунар. науч.-практ. конф. – Курск : ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет» (ЮЗГУ), 2015. – С. 143–146.
4. Кондрашин, В. И. Исследование влияния концентрации примеси на поверхностное сопротивление в ППП (полученных методом спрей-пиролиза) на основе диоксида олова / В. И. Кондрашин, Е. А. Печерская // Актуальные проблемы физической и функциональной электроники : материалы 19-й Всерос. молодежной науч. школы-семинара. – Ульяновск, 2016. – С. 175–176.
5. Шамин, А. А. Методики получения и исследование функциональных слоев солнечных элементов / А. А. Шамин, К. О. Николаев, Е. А. Печерская, А. Н. Купцов // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2017. – № 2 (22). – С. 279–286.
6. Кругляк, Ю. Нанoeлектроника «снизу – вверх»: возникновение тока, обобщенный закон Ома, упругий резистор, моды проводимости, термоэлектричество / Ю. Кругляк // ScienceRise (Ukraine). – 2015. – Vol. 7, № 2 (12). – С. 76–100.
7. Рембеза, С. И. Микроструктура и физические свойства тонких пленок SnO_2 / С. И. Рембеза // Физика и техника полупроводников. – 2001. – Т. 35, № 7. – С. 796–800.

УДК 004.9

А. Д. Зорина

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Аннотация. Рассматривается проблема внедрения информационных технологий в сферу электроэнергетики. Отмечается необходимость автоматизации энергетики. Перечисляются автоматизированные системы контроля работ. Особое внимание уделяется "SmartGrid" технологиям. Перечисляются инновационные изменения электросетей. Упомянутся альтернативные способы получения электроэнергии.

Развитие информационных технологий, технического прогресса, да и жизни современного человека неразрывно связана с электроэнергией. К сожалению, на данный момент энергетика является одной из наименее оснащенной отраслью экономики по части автоматизации. Для сохранения и повышения качественной и надежной работы требуется организовать четкую оперативное и информационное взаимодействие между компанией поставщика электроэнергии и потребителем. В связи с этим, разрабатываются и развиваются автоматизированные системы электрических сетей, что невозможно без современных информационных технологий.

Для повышения количества и качества электроэнергии необходимо обеспечить комплексное управление всеми системами, такими как:

- Автоматическая система (АС) противоаварийное управление;
- АС релейная защита и линейная автоматика;
- АС регулирование частоты и мощностей;
- АС регистрация данных об авариях [1] и др.

Автоматизированные системы обеспечивают единое время во всех составляющих системы. Все изменения в системе фиксируются на сервере системы со временем изменения и лица, сделавшего изменения. При возникновении нештатных ситуаций, система проводит диагностику и диспетчер получает информацию о времени, месте, виде и возможных причинах нарушения функционирования систем. Возможен возврат предыдущих конфигураций системы без потери данных [1].

Одна из основных задач АС – решение оптимизационных задач распределения электростанции с учетом особенностей генерирующего объекта и запросов потребителей. За счет установки подобных систем повышается оперативность и точность регулирования мощности, сводится к минимуму влияние человека. Применение автоматизированных систем прежде всего снижает износ оборудования электростанции.

Для бесперебойного энергоснабжения потребителей необходимо обеспечить безаварийную эксплуатацию высоковольтных линий электропередач (ЛЭП). Как известно, системные аварии приводят к повреждению оборудования ЛЭП и отключению потребителей, что влечет за собой тяжелые последствия для энергосистемы.

При большой потребности электроэнергии необходимость в оптимизации электропотребления становится особенно острой, требуется способы экономичного использования электричества приборами, а так же минимизации потерь на линиях электропередач. Для этих целей в западных странах, в том числе России, прорабатываются основы, стандарты и принципы "интеллектуальных энергетических сетей и систем", известные под названием "SmartGrid", или "активно-адаптивные сети" [2].

Основные технологии умных сетей появились еще в конце XX века. В начале 1990-х американское агентство Bonneville Power Administration расширило радиус действия датчиков, теперь они могли проводить очень быстрый анализ аномалий электроэнергии на большие площади [2].

Разработанная концепция умных сетей требует развитие базовых инфраструктур и оборудования различных уровней, такие как: выработка, транспортировка, распределение и потребление электроэнергии. Параллельно с этим в "SmartGrid" включают источники распределенной генерации, системы хранения электроэнергии, децентрализованные системы автоматизации, контроля и проверки, внедряется автоматизированное управление подстанциями, новые приборы учета потребления.

С установкой архитектуры умных сетей энергетики появился ряд передовых изменений. В том числе:

- Двухнаправленная информационно-энергетическая связь электросетевых компаний и потребителей;
- Постоянный контроль элементов сети;
- Использование распределенных генерирующих мощностей, в том числе возобновляемых;
- Самодиагностика электросетей;
- Защищенность от внешних подключений;
- Увеличение контроля оборудования со стороны потребителя;
- Оптимизация потребления электрической энергии [2].

Установка технологий и решений умных сетей на некоторых этапах существенно повышает качество электроэнергии, надежность и гибкость работы. Обеспечивает соответствие вырабатываемой мощности потребляемой.

Первым этапом развития "SmartGrid" является внедрение современных приборов мониторинга и управления, создание автоматической инфраструктуры измерительных сетей. Решается задача автоматического управления энергообеспечения и нагрузками объекта, как целиком, так и по отдельным зонам [2].

Наличие системы мониторинга и управления позволяет: вести в режиме реального времени полный анализ потребления электроэнергии, фиксировать десятки параметров электрообеспечения, таких как наличие реактивной составляющей электрической мощности, гармоник и т.п., и другие функции описанные ранее.

Существуют локальные внедрения полноценной умной сети или ее составляющих, но, к сожалению, объемы задач требуют серьезных денежных вливаний в энергетику, в связи с этим внедрение технологий "SmartGrid" может занять несколько лет или даже десятилетий.

Однако, повышение качества составляющих электросетей и их составляющих не единственный способ увеличения объемов получаемой электроэнергии. Существует альтернативные методы, такие как: ветроэнергетика и солнечная энергетика. Мощность от солнечных батарей (и в меньшей степени ветрогенераторов) ставит под сомнение необходимость крупных, централизованных электростанций. Быстрое снижение расходов указывают на переход от централизованной топологии сети на сильно распределенную, когда производство и расход электроэнергии происходит в пределах локальной сети [3]. Такие источники энергии являются крайне непостоянными и требуют более сложных систем управления, которые можно собрать из инновационных информационных технологий. Также данные источники являются возобновляемыми и безопасными с точки зрения экологии.

Библиографический список

1. Скотарев, И. Н. Информационно-коммутационных системы в электроэнергетики / И. Н. Скотарев. – 2013. – URL: <https://sibac.info/studconf/tech/x/32193>
2. Устинов, А. П. Современные информационные технологии в управлении системами электрообеспечения / А. П. Устинов. – 2015. – URL: https://knowledge.allbest.ru/physics/2c0b65625b3ac69a4d43a88421206c26_0.html
3. Волобуев, В. Современный комплекс мониторинга и управления системами электрообеспечения объектов / В. Волобуев // Автоматизация зданий. – 2011. – URL: http://www.it.ru/press_center/publications/2368

С. А. Изранов, М. В. Бержинская

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ МЕТОДИКИ КАЛИБРОВКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Аннотация. В связи с переходом к рыночной экономике возникла необходимость повысить эффективность управления электропотреблением, поскольку это отвечает экономическим интересам поставщиков и потребителей электроэнергии. Рассматривается актуальность калибровки автоматизированной системы контроля и учета электроэнергии в сравнении с ее поверкой.

Калибровка средств измерений (СИ) меняется на государственную поверку, которая является обязательной и итоги которой действительны и актуальны на время всего интервала поверки. С изменениями в законодательстве поверка проводится только в отношении СИ, перечисленных в законодательных актах. Во всех остальных случаях калибруются измерительные приборы. Это осуществляется в соответствии с ГОСТ Р 8. 879-2014 [1, 2].

Все средства измерений, в зависимости от системы мер государства, разделяются на отдельные единицы. Это необходимо для обеспечения одинаковых измерений по всей стране. Исключительно важно, чтобы они все были однородными, а их погрешность не была бы больше принятых допусков. Для обеспечения единообразия была создана система стандартов мер. Национальная система мер должна быть согласована с мировой системой измерений. Главной задачей калибровки является обеспечение однородности измерений как на национальном уровне, так и на межгосударственном уровне.

Почему и когда требуется калибровка измерительных приборов? СИ требует калибровки после изготовления оборудования, после его ремонта, во время активной эксплуатации, после покупки используемого оборудования, аренды или импорта, измерения допустимой погрешности по отношению к стандарту.

Калибровка осуществляется специализированной калибровочной или метрологической лабораторией, использующей определенный стандарт. Было разработано много методов тарировки.

Результат наносится непосредственно на калибровочную область СИ или на запись в технической документации о виде обнаруженной ошибки.

Таким образом, процесс калибровки, как и поверки, выявляет степень пригодности СИ для дальнейшего использования, проверяет достоверность приведенных показаний. Наличие сертификата калибровки повысит доверие к любому производителю продукции.

Если обнаруженный дисбаланс средств измерений превышает допустимое значение, прибор признают непригодным для использования. Благодаря специальному современному программному обеспечению, во многих случаях можно корректировать измеренные параметры, регулируя оборудование [3–5]. Это возможно, если измеренные параметры значительно превышают пределы допусков или близко приближаются к ним. В процессе корректировки или перекалибровки вводятся поправочные коэффициенты в СИ.

Благодаря своевременному обнаружению неисправностей при калибровке и наладке можно значительно продлить срок службы измерительного оборудования, минимизируя потенциально дорогостоящие затраты на техническое обслуживание. Записанные результаты калибровки могут быть использованы в качестве доказательств при судебном разбирательстве.

Поверка средств измерений. Поверка служит подтверждением типа измерений, выполняемых текущим СИ.

Измерительные приборы требуют предварительной поверки перед вводом в эксплуатацию, а также после ремонтных работ и периодической поверки в процессе эксплуатации. Юридические лица и ИП, использующие средства измерений в области государственного регулирования в целях обеспечения единства измерений, обязаны своевременно представлять эти средства измерений для поверки.

Поверка средств измерений осуществляется юридическими лицами и ИП в соответствии с действующими законами Российской Федерации.

Каждому конкретному СИ присваивается период, указанный в паспорте, в течение которого должна производиться поверка. К примеру, типичные счетчики холодной воды должны поверяться каждые 6 лет, а счетчики горячей воды – каждые 4 года.

Техническое содержание процедуры калибровки будет соответствовать техническому содержанию поверки, если заказчик удовлетворен методом калибровки и не заботится о допустимых значениях метрологических характеристик, а только о «паспорте средств измерений».

Если заказчика интересуют характеристики средств измерений в узком диапазоне, в определенном режиме и т.д., то техническое содержание процедуры калибровки может быть значительно меньше, чем процедуры поверки, в то время как в процессе проверки исследование проводилось в более широком контексте.

Наконец, калибровка может быть намного более обширной, чем поверка, если характеристики измерительного прибора не входят в рамки процедуры проверки. Это может быть связано с работой измерительного инструмента в нестандартных условиях, определением метрологической надежности измерительного инструмента, детальным учетом бюджета неопределенности и т.д.

Отсутствие информации о фактических значениях метрологических характеристик средств измерений может существенно снизить достоверность результатов измерений, что в некоторых случаях может быть критическим. Метод калибровки может быть адаптирован к конкретным задачам измерения, которые пользователь измерительного инструмента устанавливает для него, а метод поверки устанавливается раз и навсегда.

Может возникнуть следующий вопрос: Можно ли выполнить калибровку с помощью метода проверки?

Ответ кажется очевидным: если пользователь измерительного инструмента должен знать, соответствует ли измерительный инструмент требованиям этого типа измерительного инструмента, то, конечно, он должен быть откалиброван в соответствии с методом проверки. Особенно, если в будущем предполагается, что результаты калибровки должны служить основанием для выдачи сертификата о поверке.

Второй аргумент связан с Законом Российской Федерации "Об обеспечении единства измерений", который вводит понятие "калибровка", совпадающее с понятием "ведомственная поверка", с той лишь разницей, что калибровка выходит за рамки государственного метрологического контроля и надзора. В большом количестве случаев такое отношение к калибровке будет приемлемо на предприятии. Такая ситуация не подходит и не должна быть подходящей для науки, инновационных технологий и измерений, на основе которых принимаются решения, сопряженные с

большими рисками. Но этот процент измерений очень низок по отношению ко всем измерениям. Таким образом, нынешняя тенденция "запрещать" калибровку с использованием методов проверки абсолютно бессмысленна и вредна, что, по мнению многих экспертов, заставляет компании воспроизводить методы проверки, заменяя слова "проверка" на "калибровка" и "погрешность" на "неопределенность"», а это значит усложнить жизнь метрологам на предприятиях.

Библиографический список

1. Об обеспечении единства измерений : федер. закон РФ № 102-ФЗ от 26 июня 2008 г. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_77904
2. ГОСТ Р 8. 879–2014. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики калибровки средств измерений. Общие требования к содержанию и изложению. – URL: http://www.allgosts.ru/17/020/gost_r_8.879-2014
3. Печерская, Е. А. Метрологический анализ установки для измерений электрофизических свойств сегнетоэлектрических образцов с линейными размерами микрометрового диапазона / Е. А. Печерская // Нано- и микросистемная техника. – 2007. – № 12. – С. 43–47.
4. Software – hardware complex for measurement and control of ferroelectrics parameters / E. A. Pecherskaya, D. V. Artamonov, V. I. Kondrashin, P. E. Golubkov, O. V. Karpanin, T. O. Zinchenko // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 1. Сер. "International Conference on Materials, Alloys and Experimental Mechanics, ICMAEM 2017". – India, 2017. – P. 012254.
5. Кондрашин, В. И. Исследование влияния концентрации примеси на поверхностное сопротивление в ППП (полученных методом спрей-пиролиза) на основе диоксида олова / В. И. Кондрашин, Е. А. Печерская // Актуальные проблемы физической и функциональной электроники : материалы 19-й Всерос. молодежной науч. школы-семинара. – Ульяновск, 2016. – С. 175–176.

УДК 004.08; 004.94

Г. Г. Козлова, А. Н. Спиркин

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

СИСТЕМА НЕЙРОСЕТЕВОГО АНАЛИЗА БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ДЛЯ МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

Аннотация. Исследуется возможность использования искусственных нейронных сетей для обработки данных электрокардиограмм с целью диагностики состояния сердца.

По данным Всемирной организации здравоохранения [1] заболевания сердечно-сосудистой системы уносят свыше 17 миллионов жизней в год. Сердечная аритмия и нарушение сердечного ритма могут свидетельствовать о возможности серьезных сердечно-сосудистых заболеваний, инсульта или внезапной сердечной смерти. Ранняя диагностика нарушений сердечного ритма позволяет выбрать соответствующее медикаментозное лечение.

При диагностике функционального состояния сердечно-сосудистой системы важную роль играет анализ электрокардиограммы (ЭКГ), представляющей собой запись наблюдаемых на поверхности тела проекций объемных электрических про-

цессов, происходящих в сердце. ЭКГ несет информацию как о текущем состоянии сердечно-сосудистой системы, так и о патологических изменениях в самом сердце. Обычно ЭКГ-анализ выполняется в четыре этапа: ввод ЭКГ; фильтрация ЭКГ; распознавание характерных элементов ЭКГ и измерение соответствующих параметров; интерпретация и классификация ЭКГ. На ЭКГ сердечный цикл обычно представляется в виде трех комплексов (рис. 1): P – комплекс соответствует деполяризации предсердий, QRS – деполяризации желудочков, T – их реполяризации. Каждый комплекс состоит из нескольких разнонаправленных пиков (зубцов). Наиболее трудоемкой задачей является распознавание характерных элементов ЭКГ и измерение параметров. Характерные элементы ЭКГ, которые необходимо распознать – это комплексы, сегменты (расстояние между зубцами) и интервалы. К параметрам ЭКГ, подлежащим измерению, относятся высота зубцов и длительность комплексов, а также величина сегментов и интервалов. Таким образом, необходимо выполнять два типа измерений: временные и амплитудные [1].

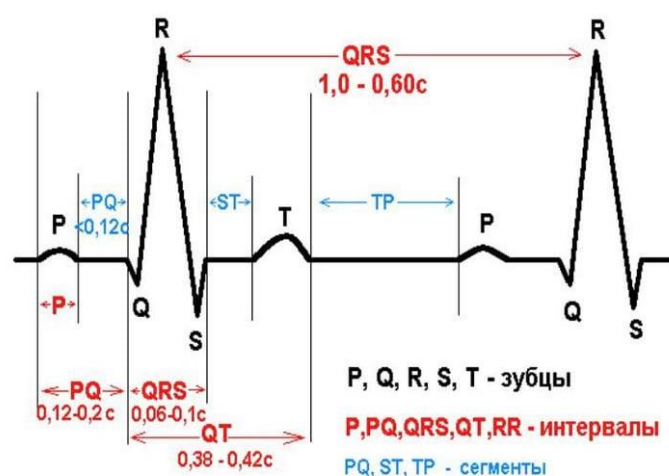


Рис. 1. Эталонная электрокардиограмма

Наиболее типичный метод распознавания элементов ЭКГ состоит из трех этапов: распознавание пиков, т.е. выявление истинных пиков ЭКГ (не артефактов), разграничение пиков, т.е. нахождение границ между истинными пиками, распознавание характерных элементов ЭКГ.

Результаты выявления элементов ЭКГ и измерения их параметров используются для интерпретации с целью постановки правильного диагноза. К числу несомненных достоинств ЭКГ можно отнести его относительную простоту, доступность, неинвазивность и достаточно высокую информативность. Однако традиционные методы анализа электрокардиограмм не всегда позволяют диагностировать сердечные заболевания с высокой достоверностью. Зачастую достаточно серьезные сердечные заболевания отражаются на ЭКГ лишь незначительным изменением амплитуды и формы пиков. На реальных ЭКГ нет четких границ между информативными фрагментами, что затрудняет их автоматическое распознавание, она обычно наблюдается в условиях разного рода возмущений, которые далеко не всегда могут быть сведены лишь к аддитивной помехе. Чтобы исключить «человеческий фактор», желательно автоматизировать анализ ЭКГ, и найти такой метод, который был бы способен распознавать наиболее характерные изменения ЭКГ при тех или иных заболеваниях, с учетом того, что даже при одном и том же заболевании ЭКГ могут отличаться друг от друга. В данной статье рассматривается вариант решения этой задачи посредством использования искусственных нейронных сетей (ИНС) – мате-

матической модели, построенной по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей – сетей нервных клеток живого организма.

В данной работе рассматривается проблема автоматического распознавания патологий ЭКГ по одноканальной записи PQRS-комплекса. Одноканальная запись ЭКГ выбрана для того, чтобы свести до минимума сложность аппаратной части и процедуры регистрации. Тем самым можно снизить стоимость комплексов регистрации ЭКГ и облегчить их использование. Стандартная процедура анализа ЭКГ требует использования двенадцати отведений, но в тоже время, любые патологические изменения электрической активности сердца должны оказывать свое влияние на все отведения ЭКГ в большей или меньшей степени. Некоторые изменения ЭКГ бывает невозможно выделить по одному отведению, используя медицинские методы автоматического анализа, поэтому в этой работе была предпринята попытка применения теории нейронных сетей для образного анализа PQRS-комплексов. Применение нейронных сетей для задач классификации сигналов дает много достоинств: малая чувствительность к помехам, возможность аппроксимации данных, ассоциативная память и т.п. [2–4].

Для реализации системы распознавания патологий ЭКГ была выбрана структура слоистой нейронной сети, состоящей из 3 слоев (1 входной, 1 выходной, 1 скрытый). Нелинейная функция всех нейронов имела тип сигмоида. Процесс выбора параметров нейронной сети носит итерационный характер с постепенным увеличением числа нейронов скрытого слоя и изменениями параметра нелинейных функций нейронов. На всех итерациях используется одинаковый процесс обучения. Предполагаемым алгоритмом обучения является алгоритм обратного распространения ошибки. Основной трудностью при таком варианте обучения является организация репрезентативной обучающей выборки примеров ЭКГ комплексов в норме и при различных патологиях. Для решения данной проблемы была использована модель электрокардиосигнала, позволяющая имитировать любые изменения формы ЭКГ, а также накладывать на сигнал псевдослучайные и гармонические помехи. Для создания входного образа, PQRS-комплексы локализовались по R-зубцу, а затем производилась их нормировка. Обучающая выборка включает в себя практически все основные известные виды патологий, причем на каждую патологию выделено по шесть разновидностей сигнала ЭКГ, в т.ч. с воздействием помех.

В настоящее время ведется подбор оптимальных параметров нейронной сети по критерию минимизации ошибки распознавания патологий. В дальнейшем предполагается сформировать обучающую базу из результатов реальных исследований ЭКГ с различными нарушениями. Созданную и обученную нейронную сеть предполагается использовать совместно с цифровым стандартным регистратором ЭКГ и персональным компьютером, оснащенным разработанным пакетом программ нейросетевого анализа функционального состояния сердечно-сосудистой системы.

Библиографический список

1. Исаков, Р. В. Результаты исследования нейронных сетей в задачах распознавания патологических изменений электрической активности сердца / Р. В. Исаков, М. А. Аль-Мабрук, Ю. А. Лукьянова, Л. Т. Сушкова // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2010. – № 7. – С. 9–13.
2. Печерская, Е. А. Структура интеллектуальной системы поддержки исследований параметров сегнетоэлектрических материалов / Е. А. Печерская, А. М. Метальников, А. В. Бобошко // Нано- и микросистемная техника. – 2011. – № 6 (131). – С. 21–24.
3. Software – hardware complex for measurement and control of ferroelectrics parameters / E. A. Pecherskaya, D. V. Artamonov, V. I. Kondrashin, P. E. Golubkov, O. V. Karpanin, T. O. Zinchenko // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 1. Ser.: International-

al Conference on Materials, Alloys and Experimental Mechanics, ICMAEM 2017. – India, 2017. – P. 012254.

4. Intelligent system for active dielectrics parameters research / E. A. Pecherskaya, P. E. Golubkov, A. V. Fimin, T. O. Zinchenko, A. V. Pechersky, J. V. Shepeleva // Procedia Computer Science. Сер.: International Conference on Computational Intelligence and Data Science, ICCIDS 2018. – India, 2018. – P. 1163–1170.

УДК 004.891.3

Г. Г. Козлова

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ЭКСПЕРТНЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ СИСТЕМЫ

Аннотация. Рассматриваются особенности реализации медицинских экспертных систем, позволяющих уменьшить влияние человеческого фактора при постановке диагноза и выборе тактики лечения. Показано, что особое место занимают самообучающиеся интеллектуальные системы, основанные на использовании искусственных нейронных сетей.

Человеческий фактор часто становится причиной возникновения проблем как на производстве, так и в бытовых ситуациях. Особенно высока цена ошибки в медицине, ведь она может привести к потере здоровья или даже жизни пациента. Уже сейчас, на современном этапе развития медицины, информационные нагрузки достигают пределов человеческих возможностей. Возникает дилемма: либо приходится жертвовать полнотой анализа информации, либо необходимо шире использовать различные методы компьютерной поддержки принятия решений. Медицинские экспертные системы позволяют врачу не только проверить собственные диагностические предположения, но и обратиться к компьютеру за консультацией в трудных диагностических случаях. Современные технические возможности позволяют выйти на качественно новый уровень представления течения заболевания, а именно визуально, на основе соответствующих математических моделей, пространственно смоделировать типовое развитие патологического процесса при конкретном заболевании [1]. В связи с этим использование медицинских экспертных систем в здравоохранении позволит значительно снизить риск постановки ошибочного диагноза или неправильной тактики лечения.

Экспертная система (ЭС) – это компьютерная система, способная частично заменить специалиста-эксперта в разрешении проблемной ситуации. Основным принцип ЭС состоит в выделении в алгоритме программы универсальной части (механизма логического вывода) и части, зависящей от предметной области (базы знаний). Идеологию ЭС можно выразить формулой: знание + вывод = система.

Применительно к медицине, опираясь на знания высококвалифицированных специалистов, хранящиеся в памяти компьютера, медицинская ЭС может помочь врачу «узнавать» клинические ситуации, характерные для тех или иных диагнозов или синдромов, оставляя за последним право, принять или отвергнуть соответствующее диагностическое или лечебное решение, предложенное системой. Иными словами, медицинские ЭС применяются для решения неформализованных проблем, к которым относятся задачи, обладающие одной или несколькими характеристиками:

– задачи не могут быть представлены в числовой форме;

- исходные данные и знания о предметной области неоднозначны, неточны, противоречивы;
- цели нельзя выразить с помощью четко определенной целевой функции [2];
- не существует однозначного алгоритмического решения задачи.

Все вышеперечисленные свойства являются типичными для медицинских задач, так как в большинстве случаев они представлены большим объемом многомерных, запутанных, а порой и противоречивых клинических данных [3]. Медицинские ЭС позволяют решать задачи диагностики, прогнозирования, выбора стратегии и тактики лечения и др. Среди медицинских ЭС особое место занимают так называемые самообучающиеся интеллектуальные системы. Они основаны на методах автоматической классификации ситуаций из реальной практики или методах обучения на примерах.

Наиболее яркий пример самообучающихся интеллектуальных систем – искусственные нейронные сети (ИНС). Основу каждой ИНС составляют относительно простые, в большинстве случаев однотипные элементы (ячейки), имитирующие работу нейронов мозга. Для ИНС характерен принцип параллельной обработки сигналов, что достигается путем объединения большого числа нейронов в так называемые слои и соединения нейронов различных слоев. Наиболее важным отличием искусственных нейронных сетей от остальных методов прогнозирования является возможность конструирования систем самим врачом-специалистом, который может передать нейронной сети свой индивидуальный опыт и опыт своих коллег или обучать сеть на реальных данных, полученных путем наблюдений. Нейронные сети способны принимать решения, основываясь на выявляемых ими скрытых закономерностях в многомерных данных. Натренированная на ограниченном множестве обучающих выборок, она обобщает накопленную информацию и вырабатывает ожидаемую реакцию применительно к данным, не обрабатывавшимся в процессе обучения. Большая часть публикаций, посвященных медицинским ЭС, находится в англоязычных источниках. Можно выделить такие зарубежные системы как система MYCIN по диагностике и лечению инфекционных заболеваний крови [4, 5], система CASNET/GLAUCOMA по диагностике и лечению глаукомы [6], система выявления болезней сердца на основе нечеткой логики [7], система для диагностики малярии [8], экспертная система для диагностики гипертонии [9]. В качестве российских систем медицинской можно назвать: «АРМ-Кардиолог» [10], которая анализирует риски оперативного вмешательства в кардиохирургии. Но в подавляющем большинстве российских медицинских учреждениях персональные компьютеры применяются лишь для обработки текстовой документации, хранения и обработки баз данных, ведения статистики и выполнения финансовых расчетов. Отдельная, специализированная часть машин используется совместно с различными диагностическими и лечебными приборами.

Таким образом, несмотря на значительное количество уже известных практических приложений медицинских ЭС, возможности их использования для обработки сигналов далеко не исчерпаны, и можно предположить, что они еще в течение многих лет будут одним из основных инструментов поддержки принятия решений в условиях отсутствия точных моделей реальных процессов и явлений.

Библиографический список

1. Грачев, А. Ю. Аппаратно-программный комплекс для автоматизированных измерений биоимпеданса / А. Ю. Грачев, О. В. Карпанин, Е. А. Печерская // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2017. – № 1 (21). – С. 96–108.
2. Software – hardware complex for measurement and control of ferroelectrics parameters / E. A. Pecherskaya, D. V. Artamonov, V. I. Kondrashin, P. E. Golubkov, O. V. Karpanin,

T. O. Zinchenko // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 1. Ser.: International Conference on Materials, Alloys and Experimental Mechanics, ICMAEM 2017. – India, 2017. – P. 012254.

3. Automated system for bioimpedance measuring / P. E. Golubkov, E. A. Pecherskaya, O. V. Karpanin, K. Y. Kraynova, D. V. Artamonov, Y. V. Shepeleva // International Conference of Young Specialists on Micro / Nanotechnologies and Electron Devices, EDM – Proceedings. – Novosibirsk, 2018. – P. 641–644.

4. Дюк, В. А. Информационные технологии в медико-биологических исследованиях / В. А. Дюк, В. Л. Эмануэль. – Санкт-Петербург : Питер, 2003.

5. Bassi, P. Arognostic accuracy of an artificial neural network in patients undergoing radical cystectomy for bladder cancer / P. Bassi, E. Sacco, V. De Marco et al. // BJU Intern. – 2007. – Vol. 99, № 5. – P. 1007–1012.

6. Furmankiewicz, M. Artificial intelligence systems for knowledge management in e-health: the study of intelligent software agents / M. Furmankiewicz, A. Sołtysik-Piorunkiewicz, P. Ziuziański // Latest Trends on Systems: The Proceedings of 18th International Conference on Systems, Santorini Island, Greece. – 2014. – P. 551– 556.

7. Kumar, S. Detection of heart diseases sing fuzzy logic / S. Kumar, G. Kaur // International Journal of ngineering Trends and Technology. – 2013. – T. 38, №. 6. – P. 2694–2699.

8. Onuwa, O. B. Fuzzy Expert System for Malaria Diagnosis / O. B. Onuwa // Oriental journal of computer science & technology. – 2014. – № 7 (2). – P. 273–284.

9. Kaur, R. Hypertension diagnosis sing fuzzy expert system / R. Kaur, A. Kaur // International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA) National Conference on Advances in Engineering and Technology, AET-29th March. – 2014.

10. Ефремова, О. А. Диагностика ишемической болезни сердца интеллектуальной системой «АРМ-Кардиолог» / О. А. Ефремова, Л. А. Камышникова, В. М. Никатин, Е. А. Железкова, Е. А. Липунова, Д. А. Анохин // Курский научно практический вестник «Человек и его здоровье». – 2014. – № 1. – С. 69–74.

УДК 378.14

А. Д. Комарова

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

АНАЛИЗ ПОНЯТИЯ «НАСТАВНИЧЕСТВО», ПРИМЕНЯЕМОГО В РОССИИ

Аннотация. Рассматривается понятие наставничества. В наше время наставничество в России очень актуально и переживает новый виток в развитии, данный институт как форма корпоративного обучения персонала активно используется на множестве предприятий. Описаны проблемы и риски института наставничества.

Понятие «наставничество», происходит от слова тьютор (от англ. tutor) означает «домашний учитель, репетитор, (школьный) наставник, опекун». Тьюторство как одна из институционализированных форм наставничества возникло в первых Британских университетах – Оксфорде (XII в.) и Кембридже (XIII в.), первоочередной задачей которых была подготовка духовенства, являвшегося в Европе практически единственным грамотным сословием, имеющим отношение к процессу воспроизводства культуры [1].

Наставник – это человек, который идет с вами по жизни, следит за вашими успехами и обучает вас, не обязательно бизнесу. Подбирает книги, обсуждает с ва-

ми и помогает внедрить в жизнь. Разрабатывает стратегию развития на несколько лет (при необходимости). Дает направления для развития, которые вы сможете адаптировать под себя. Наставник – это человек, который уже достиг той цели, которую вы еще только ставите перед собой. Уже поднялся на ту гору, на которую вы только собираетесь. Уже живет той жизнью, которой вы только хотели бы жить.

Считается, что в России понятие «наставничество» приобрело свое современное значение в середине 60-х годов XX века и рассматривалось как действенная форма профессиональной подготовки и нравственного воспитания молодежи. В советские годы наставничество приобрело массовое движение, в теории и практике были разработаны положения о наставничестве, проводилась учеба методам работы наставников, и организовывался обмен опытом.

Таким образом, можно дать общее определение наставника, это старший сотрудник в профессии в данной организации, который разделяет ценности, обеспечивает эмоциональную поддержку, консультирование по карьере, информацию и совет, профессиональную и организационную поддержку и содействует доступу к ключевым организационным и профессиональным сетям [2–4] .

Наставничество представляет собой динамичное партнерство. Протеже в ходе взаимоотношения со своим наставником делится с ним своей личной информацией и взамен ему предоставляется информация и поддержка для развития карьеры, психологическая помощь и дружба со стороны старшего коллеги [5]. Наставник оценивает работу своего подопечного и обучает эффективному поведению и необходимым навыкам посредством процесса ролевого моделирования. Благодаря своему наставнику, он получает «отраженную власть» [6], признание и положение в организации, возможность проявить себя и быть замеченным вышестоящим руководством, что в значительной степени может способствовать дальнейшему продвижению по служебной лестнице. Наставничество может выступать как одно из эффективных средств, способствующих профессиональному развитию, посредством которого сотрудник организации может достигнуть желательных для него карьерных целей. Следует отметить высокую результативность наставничества для повышения эффективности использования кадровых ресурсов.

Наиболее востребованные техники наставничества:

1) «Сопровождение» – Наставник берет на себя обязательства предоставления обучаемому помощи, в том числе участвует в развитии профессиональных навыков во время обучения.

2) «Посев» – у обучаемого формируются навыки либо знания, которые пока еще не актуальны, но приобретут ценность в дальнейшем, когда ситуация этого потребует.

3) «Катализация» – обучаемый погружается в среду изменений, провоцируя ученика на расширение кругозора, с изменением порядка ценностей и восприятия. Обучение при достижении критического уровня переживает резкий скачок.

4) «Показ» – Наставник на своем личном примере показывает определенные методики, навыки совершения определенных действий, способы решения поставленных задач, делая рабочие ситуации понятнее.

К главным целям действия системы наставничества на предприятии можно отнести следующие:

- обеспечение более быстрого приобретения новым сотрудником навыков и знаний, необходимых для успешного выполнения профессиональных обязанностей;
- снижение текучести кадров за счет уменьшения количества сотрудников, покидающих предприятие во время или сразу после испытательного срока;
- оптимизация временных затрат руководителей подразделений на обучение и оценку новых сотрудников;
- приобретение наставниками опыта управления и обучения сотрудников для дальнейшего профессионального и должностного роста

Руководители предприятия при внедрении института наставничества рассчитывают на достижение конкретных целей:

- оперативное вовлечение новых работников в деятельность предприятия;
- улучшение качества подготовки в соответствии с современными профессиональными требованиями;
- повышение квалификации кадров;
- экономия времени руководителей отделов на обучение новичков;
- снижение текучести персонала, которая влечет за собой финансовые потери

Любому предприятию в современных условиях целесообразно и выгодно внедрять и развивать систему наставничества. Эта система не является узкопрофильной, она направлена на достижение разнообразных целей организации, значимых с практической точки зрения, а настоящая статья может представлять собой некое практическое пособие для тех руководителей предприятий, которые приняли решение о формировании института наставничества на своих предприятиях.

Библиографический список

1. Круглова, И. В. Наставничество как условие профессионального становления молодого учителя : дис. ... канд. пед. наук / Круглова И. В. – Москва, 2007. – С. 12.
2. Работа студентов в команде – важный аспект успешного освоения основных профессиональных образовательных программ высшего образования и взаимодействия «вуз-производство» / Р. М. Печерская, Ю. А. Вареник, О. В. Карпанин, С. П. Медведев, А. М. Метальников, В. А. Соловьев, Е. А. Печерская // Университетское образование : сб. XVIII Междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 200-летию со дня рождения М. Ю. Лермонтова / под ред. А. Д. Гулякова, Р. М. Печерской. – Пенза, 2014. – С. 444.
3. Печерская, Е. А. Применение интерактивных методов обучения при преподавании дисциплины «История и методология науки и техники» / Е. А. Печерская // Университетское образование : сб. ст. XV Междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 50-летию полета первого космонавта Ю. А. Гагарина / под ред. В. И. Волчихина, Р. М. Печерской. – Пенза, 2011. – С. 95–97.
4. Печерская Е. А. О роли технического образования в вузах в условиях экономики знаний / Е. А. Печерская // Университетское образование (МКУО-2015) : сб. ст. XIX Междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 70-летию Победы в Великой Отечественной войне / под ред. А. Д. Гулякова, Р. М. Печерской. – Пенза, 2015. – С. 179–180.
5. Чеглакова, Л. М. Наставничество: новые контуры организации социального пространства обучения и развития персонала промышленных организаций / Л. М. Чеглакова // Экономическая социология. – 2011. – Т. 12, № 2. – С. 80.
6. Сазонова, З. С. Интеграция образования, науки и производства как методологическое основание подготовки современного инженера : дис. ... д-ра пед. наук / Сазонова З. С. – Москва, 2008. – С. 12.

УДК. 617.57-77

Н. С. Королев, А. Н. Спиркин

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БИОНИЧЕСКИМ ПРОТЕЗОМ

Аннотация. Исследуется способ построения системы управления протезом верхней конечности при использовании электромиографического сигнала.

Создание технических средств для восстановления способности к ручной деятельности и самообслуживанию является сложной и во многом нерешенной проблемой. Сложность задачи заключается не только в том, что необходимо создавать легкие и прочные устройства с высоким уровнем миниатюризации отдельных частей, но, главным образом, в построении систем управления, которые могли бы обеспечить одновременное управление несколькими звеньями и учитывать динамически изменяющиеся биомеханические характеристики системы «пациент-протез»: двигательную активность пациента, изменение в широком диапазоне массы протеза с схватываемым и переносимым предметом, характер перемещений.

Протезы рук являются наиболее эффективным техническим средством реабилитации инвалидов при ампутационных и врожденных дефектах верхних конечностей. Активный протез руки изначально предназначен для выполнения сложных и нетиповых рабочих операций, связанных с жизнедеятельностью и самообслуживанием инвалида. Однако современные протезы, как правило, реализуют не более двух активных степеней подвижности. Управление движением при этом осуществляется поочередно в установочном режиме, поскольку общая доктрина управления ориентирована на преимущественное использование компенсаторных движений частей тела инвалида. Несмотря на трудности протезирования до определенной степени задача реабилитации инвалидов решается, но остается еще целый пласт неиспользованных возможностей.

Исторически так сложилось, что основное внимание медицинских работников сконцентрировано на болезнях сердца, а проблема потери конечностей не так сильно изучается. Хотя среди причин инвалидизации, причин, которые приводят к потере трудоспособности, наибольшей проблемой с точки зрения реабилитации, продолжительности и качества жизни является именно потеря конечностей.

Наиболее интересные технические решения возникшей проблемы возможны в области биометрического протезирования, при котором управление механической системой протеза конечности осуществляется на основании информации о состоянии мышечного аппарата. Эти данные косвенно содержатся в электромиограмме (ЭМГ), которая может быть получена с помощью системы игольчатых или накожных электродов [1].

В данной статье рассматриваются вопросы разработки протеза кисти руки, управляемого потенциалами мышц, полученными с помощью ЭМГ [2]. При создании макета протеза учитывалось, что при ампутации части конечности (кисти руки и/или части предплечья) обычно сохраняется электрическая активность в неповрежденных мышечных волокнах, связанных с управлением отсутствующей частью.

Рассмотрим сначала способы получения электрических сигналов, связанных со сжатием-разжатием мышц предплечья. Места расположения электродов на руке определяются точками повышенной электрической активности определенных групп мышц, связанных с фалангами отдельных пальцев. Электроды группируют по 5 штук и фиксируют на предплечье с помощью эластичной манжеты. При этом все электроды независимо регистрируют сигналы от разных групп мышц [3, 4]. Поэтому имеет смысл сначала попытаться распознать «палец», который человек хочет переместить по сигналу с каждого электрода в отдельности. После этого необходимо проанализировать полученную информацию со всей совокупности электродов и получить окончательный результат – идентифицировать определенный палец. Подчеркнем, что в случае отсутствия кисти руки (например, в результате травматической ампутации) речь фактически идет о «сигнале управления» «виртуальным» (т.е. отсутствующим) пальцем. В бионическом протезе этот сигнал используется для управления «имитатором пальца», включающего в себя более одного подвижного элемента.

Общая структура биометрической системы управления протезом приведена на рис. 1.



Рис. 1. Структурная схема системы управления бионическим протезом

В структуре системы управления можно выделить три основных уровня:

- задающий уровень управления (включает электроды, аппаратно-программные средства получения ЭМГ и соответствующие интерфейсные устройства);
- логический уровень управления (содержит алгоритмы распознавания ЭМГ и формирования управляющих команд на исполнительный уровень);
- исполнительный уровень (включает устройства управления отдельными «пальцами» протеза).

Особый интерес имеет второй уровень управления – логический, который отвечает за распознавание и идентификацию каждого пальца. Входными данными для этого уровня являются ЭМГ-сигналы, а выходными – вероятности идентификации каждого из пальцев.

Таким образом, использование ЭМГ-сигналов и экономичных малогабаритных электродвигателей позволяет создать достаточно легкие и прочные протезы, максимально приближенные к их естественному аналогу. Однако малая величина амплитуды ЭМГ-сигналов, их сложный спектральный состав, присутствие электромагнитных помех, превышающих в разы амплитуды полезных сигналов в «информативном диапазоне» частот требуют интеллектуальных методов и средств обработки, таких как искусственные нейронные сети и быстродействующие микроконтроллеры [5, 6].

Библиографический список

1. Гурфинкель, В. С., Биоэлектрическое управление / В. С. Гурфинкель, В. Б. Малкин, М. Л. Цетлин, А. Ю. Шнейдер. – Москва : Наука, 1972. – 245 с.
2. Рангайян, Р. М. Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход : учеб. пособие / Р. М. Рангайян. – Москва : Физматлит, 2010. – 436 с.
3. Грачев, А. Ю. Аппаратно-программный комплекс для автоматизированных измерений биоимпеданса / А. Ю. Грачев, О. В. Карпанин, Е. А. Печерская // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2017. – № 1 (21). – С. 96–108.
4. Воробьева, Е. Ю. Факторы, влияющие на точность биоимпедансного анализа / Е. Ю. Воробьева, К. Ю. Крайнова, Е. А. Печерская, А. М. Бибарсова // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. VI Всерос.

межвуз. науч.-практ. конф. / под ред. Л. Р. Фионовой. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2019. – С. 178–179.

5. Software – hardware complex for measurement and control of ferroelectrics parameters / E. A. Pecherskaya, D. V. Artamonov, V. I. Kondrashin, P. E. Golubkov, O. V. Karpanin, T. O. Zinchenko // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 1. Ser.: International Conference on Materials, Alloys and Experimental Mechanics, ICMAEM 2017. – India, 2017. – P. 012254.

6. Intelligent system for active dielectrics parameters research / E. A. Pecherskaya, P. E. Golubkov, A. V. Fimin, T. O. Zinchenko, A. V. Pechersky, J. V. Shepeleva // Procedia Computer Science. Ser.: International Conference on Computational Intelligence and Data Science, ICCIDS 2018. – India, 2018. – P. 1163–1170.

УДК 539.232

Е. И. Крупкин

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ НА СВОЙСТВА НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПЛЕНОК ОКСИДА ЦИНКА

Аннотация. Разработана методика исследования влияния попадания механических примесей размером около 0,5 мкм на физические свойства пленок оксида цинка, синтезируемых золь-гель-методом. Моделирование ситуации попадания примеси на пленку производится путем искусственного введения в золь большого количества примеси, в роли которой выступают синтезированные методом Штобера микросферы SiO_2 . Установлено, что примеси на пленке из золя являются центрами притяжения кластеров оксида цинка, вследствие чего на отожженной пленке формируются укрупненные сгустки оксида цинка.

В настоящее время актуальной проблемой является создание наноструктурированных материалов, обладающих улучшенными характеристиками по сравнению с обычными материалами. Особый интерес представляют широкозонные металло-оксидные полупроводники, одним из которых является оксид цинка ZnO [1]. Благодаря большой ширине запрещенной зоны данный материал обладает уникальными физическими свойствами. Поэтому наноструктуры на основе цинка находят широкое применение в газовых сенсорах [2] и фотокатализаторах [3].

Одной из важнейших задач в области создания наноструктурированных пленок оксида цинка является выработка оптимальных условий синтеза для получения материалов с наилучшими свойствами. Ранее исследовалось влияние методики синтеза пленок, температуры и времени отжига, концентрации примесей p -типа и n -типа на газочувствительные и фотокаталитические свойства пленок [4–6]. Однако особые физические свойства наноматериалов обусловлены структурой их поверхности, а в ходе синтеза материалов золь-гель-методом на поверхность пленки могут случайно попасть механические примеси, способные нарушить структуру пленки, что может привести как к улучшению, так и к ухудшению физических свойств наноматериала. Поэтому целью данной работы является разработка методики исследования влияния механических примесей на структуру и физические свойства пленок.

Синтез наноструктурированных пленок оксида цинка был осуществлен на основе золя, приготовленного путем смешивания 10 г ацетата цинка двуводного $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 20 мл 2-метоксиэтанола $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ и 3,2 мл 2-аминоэтанола $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ [3]. Перемешивание прекурсоров осуществлялось в течение 15 минут при комнатной температуре, затем 40 минут при температуре 60 °С, после чего золь созрел в течение суток при комнатной температуре. После этого золь разделили на две части, в одну из которых добавили модельную примесь – микросферы диоксида кремния.

Синтез микросфер SiO_2 осуществлялся по методу Штобера, в основе которого лежит золь-гель-технология [7]. Для синтеза микросфер смешивались 8 мл 2-метоксиэтанола (96 %), 2 мл водного раствора аммиака (25 %) и 0,68 мл тетраэтоксисилана (ТЭОС). Получившийся раствор перемешивался магнитной мешалкой в течение 30 минут. Во время перемешивания образовалась суспензия, содержащая сферы SiO_2 диаметром около 0,5 мкм. Получившийся раствор объемом 5 мл смешали с 10 мл золя. Другая часть золя, которая осталась без изменений, необходима для получения контрольных пленок, не содержащих примесей.

Синтезированные золи наносились на прямоугольные подложки из алюминиевой фольги размером (25×75) мм² методом центрифугирования. Полученные пленки отожжены в муфельной печи при температуре 500 °С. Таким образом получены две серии пленок, одна из которых содержит модельную примесь, а другая – нет.

Для исследования структуры синтезированных пленок ZnO использован растровый электронный микроскоп (РЭМ). На рисунке 1 приведены изображения наноструктурированных пленок, синтезированных из золь без примесей и с большим содержанием микросфер диоксида кремния. Анализ данных изображений показывает, что пленка без примесей состоит из равномерно распределенных ветвей оксида цинка толщиной около 1 мкм. Пленка, содержащая большое количество микросфер диоксида кремния состоит из сгустков, образованных сферами диоксида кремния и кластерами оксида цинка, диаметром 3–5 мкм и слабо выраженных ветвей оксида цинка. Образование большого количества сгустков на пленке оксида цинка с модельной примесью можно объяснить процессами присоединения кластеров ZnO , из которых состоит золь, к микросферам SiO_2 за счет ван-дер-ваальсовых сил. Это приводит к существенному изменению структуры пленки, которое может оказать как положительное влияние на газочувствительные и фотокаталитические свойства (благодаря образованию большого количества дефектов), так и отрицательное (из-за уменьшения удельной площади пленки).

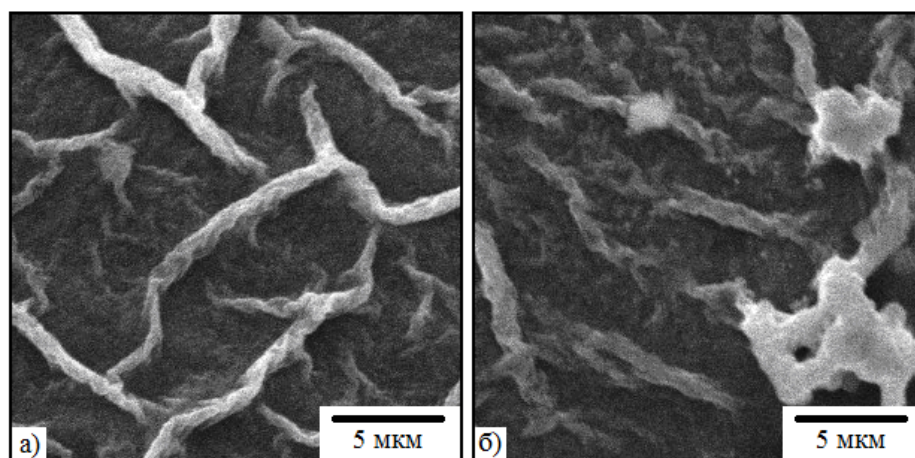


Рис. 1. Изображения пленок ZnO без содержания примесей (а) и с большим содержанием микросфер SiO_2 (б)

Таким образом, в ходе данного исследования была разработана методика исследования влияния примесей размерами около 0,5 мкм на структуру и физические свойства пленок оксида цинка. Введение в золь искусственно созданной примеси (микроффер SiO₂) показало, что примеси могут притягивать к себе кластеры ZnO из золя, что приводит к образованию крупных сгустков и уменьшению количества ветвей наноструктуры.

Библиографический список

1. Electrical properties of transparent conductive ATO coatings obtained by spray pyrolysis / T. O. Zinchenko, V. I. Kondrashin, E. A. Pecherskaya, A. S. Kozlyakov, K. O. Nikolaev, J. V. Shepeleva // IOP Conference Series : Materials Science and Engineering. – 2017. – № 225 (1). – P. 012255.
2. Investigation of the electrical and ethanol-vapour sensing properties of the junctions based on ZnO nanostructured thin film doped with copper / D. T. Dimitrov, N. K. Nikolaev, K. I. Papazova, L. K. Krasteva, A. S. Bojinova, T. V. Peshkova, N. V. Kaneva, I. A. Pronin, I. A. Averin, N. D. Yakushova, A. A. Karmanov, A. T. Georgieva, V. A. Moshnikov // Applied Surface Science. – 2017. – Vol. 392. – P. 95–108.
3. Получение наноструктурированных пленок оксида цинка и исследование их фотокаталитических свойств / Е. И. Крупкин, И. А. Аверин, И. А. Пронин, А. А. Карманов, Н. Д. Якушова // Нано- и микросистемная техника. – 2019. – Т. 21, № 1. – С. 23–34.
4. Fouad, O. A. Zinc oxide thin films prepared by thermal evaporation deposition and its photocatalytic activity / O. A. Fouad, A. A. Ismail, Z. I. Zaki, R. M. Mohamed // Applied Catalysis B: Environmental. – 2006. – Vol. 62. – P. 144–149.
5. Взаимосвязь фотокаталитических и фотолуминесцентных свойств оксида цинка, легированного медью и марганцем / И. А. Пронин, Б. В. Донкова, Д. Ц. Димитров, И. А. Аверин, Ж. А. Пенчева, В. А. Мошников // Физика и техника полупроводников. – 2014. – Т. 48, В. 7. – С. 868 – 874.
6. Effect of annealing temperature on photocatalytic activity of ZnO thin films prepared by sol – gel method / J. Lv, W. Gong, K. Huang, J. Zhu, F. Meng, X. Song, Z. Sun // Superlattices and Microstructures. – 2011. – Vol. 50. – P. 98–106.
7. Stöber, W. Controlled Growth of Monodisperse Silica Spheres in the Micron Size Range / W. Stöber, A. Fink, E. Bohn // Journal of colloid and interface science. – 1968. – Vol. 72. – P. 62–69.

УДК. 617.57-77

М. В. Лазарев, О. Д. Лазарева

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ОБЕСПЕЧЕНИЕ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОБЕГА МЕЖДУ ВОССТАНОВЛЕНИЯМИ НОРМАТИВНОГО ДАВЛЕНИЯ В ШИНАХ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Аннотация. Обоснование способов увеличения интервалов между восстановлением нормативного давления на основе математического моделирования изменения давления воздуха и концентрации кислорода в шине вследствие газопроницаемости ее материалов.

Автомобильный транспорт является ключевым видом транспорта, поскольку он самостоятельно обеспечивает доставку грузов и перевозку пассажиров, как на

ближние, так и на дальние расстояния (междугородные и международные перевозки), работает по обслуживанию магистральных видов транспорта. Поэтому снижение эксплуатационных затрат автомобильного транспорта является очень важной и актуальной задачей, решение которой уменьшает стоимость большей части товаров и услуг.

Весь подвижной состав автомобильного транспорта содержит колеса с пневматическими шинами, в которые заправляется сжатый газ (воздух или последнее время все чаще – азот) до нормативного давления. Нормативное давление указывается в инструкции по эксплуатации каждого автотранспортного средства. Установлены также допустимые отклонения значений давления в шинах различных АТС от нормативного:

- для шин легковых автомобилей, тракторов и сельхозмашин $0,1 \text{ Па} \cdot 10^{-5}$;
- для шин грузовых автомобилей, автобусов и троллейбусов $0,2 \text{ Па} \cdot 10^{-5}$.

Однако вследствие газопроницаемости шинных материалов после заправки газа давление в шине медленно, но непрерывно снижается до нижней границы нормы и ниже, поэтому шины необходимо периодически подкачивать, что часто не выполняется вовремя [1, 2].

Компанией MICHELIN было проведено статистическое исследование давления в шинах АТС, эксплуатируемых в Российской Федерации, в результате которого выявлено, что лишь у 15 % автомобилей давление воздуха в шинах соответствует нормативному значению, у 50 % отклонение давления находится в зоне «опасного» (отклонение в 2 раза ниже нормативного отклонения), а у 35 % – в зоне «особо опасного» (более чем в 2 раза ниже нормативного отклонения) [3]. Таким образом, можно утверждать, что с ненормативным давлением воздуха в шинах эксплуатируется более половины автомобилей России. Это увеличивает затраты на эксплуатацию автомобилей, вследствие увеличения расхода топлива и износа шин, ухудшает их экологичность и безопасность дорожного движения.

В результате аналогичного исследования, проведенного компанией Nokian Tyres в Европе установлено, что 60 % автовладельцев не производят регулярную проверку внутреннего давления шин автомобиля. Однако, около 20 % автомобилей при проверке имели давление выше нормативного, в связи с чем, ситуация с самим уровнем недостатка давления в шинах не является настолько критичной, как в России. В Европе, давление в шинах только у 10 % автомобилей снижено настолько, что эксплуатация автомобиля является особо опасной, а у 30 % – потенциально опасной [4].

Таким образом, стабилизация нормативного давления в шинах является в настоящее время нерешенной проблемой эксплуатации автотранспорта, которая напрямую влияет на множество эксплуатационных свойств АТС. Ненормативное давление увеличивает эксплуатационные издержки и снижает общую эффективность и безопасность движения автомобильного транспорта, особенно в горных условиях, в которых предъявляются повышенные требования к управляемости, устойчивости автомобиля и его тормозным свойствам.

Решение рассмотренных вопросов подразумевает соблюдение норм технического обслуживания автомобильных шин, которые, как показали проведенные исследования, на практике часто не соблюдаются. По этой причине актуальной является разработка и обоснование новых способов заправки шин увеличивающих интервалы между восстановлением нормативного давления [5].

При эксплуатации шин давление в них постепенно изменяется вследствие различных причин. Например, воздух из шины может вытекать в месте прокола шины, через ниппель или через соединение бескамерной шины с ободом, особенно при повреждении последнего. Эти случаи в настоящей работе не рассматриваются, по-

скольку они устраняются при качественном монтаже шины, но газопроницаемость шинных материалов приводит к необходимости через определенные интервалы производить дозаправку шин для восстановления нормативного давления.

В литературе приводятся различные рекомендации по интервалам периодичности восстановления нормативного давления в шинах, при заправке их сжатым воздухом: 7 дней, 10–15 дней и даже 30 суток, однако научное обоснование этих рекомендаций с учетом условий эксплуатации АТС отсутствует. В шиномонтажных сервисах предлагают новый способ заправки шин с использованием инертного газа – технического азота, беря за это плату, практически на порядок большую, чем при заправке шин сжатым воздухом, однако научного обоснования преимуществ и недостатков такой заправки также нет.

Ущерб, приносимый народному хозяйству при эксплуатации автомобилей с пониженным давлением в шинах, сложно переоценить, поскольку при этом ухудшаются такие важные их эксплуатационные свойства как топливная экономичность, экологичность, безопасность.

В связи с этим, математическое моделирование процессов в шине, для обоснования существующих и разработки и новых способов обслуживания шин, увеличивающих интервалы между восстановлениями нормативного давления и снижающих затраты на эксплуатацию, является актуальной задачей.

С помощью разработанных математических моделей изменения давления воздуха и концентрации кислорода в шине вследствие газопроницаемости ее материалов (в которых воздух рассматривается как смесь газов) установлены:

- закономерности изменения давления в шине с течением времени с учетом заправки ее воздухом, чистым азотом и техническим азотом;
- закономерность, позволяющая определить интервал до первого восстановления нормативного давления в шине, при котором обеспечивается минимальная концентрация кислорода в шине при ее заправке воздухом;
- зависимости изменения концентрации кислорода в шине от времени, анализ которых показывает, что шина, заправленная и подкачиваемая воздухом через определенный период, практически полностью освобождается от кислорода [6].

Разработанные математические модели процессов изменения давления воздуха и концентрации кислорода позволяют прогнозировать [7], и обоснованно назначать интервалы периодичности восстановления нормативного давления с учетом газопроницаемости шин, которая определяется по разработанной методике. Установлено, что при применении воздуха для заправки и подкачки шин интервалы между восстановлениями нормативного давления увеличиваются, т.к. коэффициент газопроницаемости воздуха (смеси газов) с течением времени уменьшается и через определенный период становится практически равным коэффициенту газопроницаемости азота. Обосновано, что применение известного способа увеличения интервалов между восстановлениями нормативного давления в шинах, основанного на использовании технического азота, нецелесообразно из-за высокой цены и меньшей доступности азота, чем воздуха. Установлено, что заправка в шину технического азота не избавляет шину от кислорода, а лишь уменьшает его относительное количество примерно в 2,8 раза. Предложен и обоснован способ увеличения интервалов между восстановлениями нормативного давления в шинах, состоящий в том, что первую заправку шин осуществляют азотом, а последующие подкачки шин – воздухом, который позволяет увеличить период между восстановлениями давления на начальном этапе эксплуатации шин на 25 % и сократить затраты на обслуживание шин. Обоснован способ увеличения интервалов между восстановлениями нормативного давления в шинах, учитывающий сезонность их эксплуатации и состоящий в том, что шина заправляется воздухом и хранится в течение некоторого периода (сезона), и последующие восстановления давления в ней также осуществляются пу-

тем подкачки воздуха, который позволяет обойтись без использования технического азота. Обоснован способ увеличения интервалов между восстановлением нормативного давления в шинах за счет повышения давления заправки до верхней границы нормы или несколько выше, который позволяет в 2–3 раза увеличить период восстановления давления и существенно уменьшить вероятность эксплуатации шин с пониженным давлением. Объектом исследования являлись процессы изменения давления воздуха и концентрации кислорода в шине вследствие газопроницаемости ее материалов. При решении поставленных задач использовались теоретические и теоретико-эмпирические методы исследования использованием программируемой цифровой вычислительной техники.

Результаты работы внедрены и используются на шести предприятиях г. Пензы.

Библиографический список

1. Авдонькин, Ф. Н. Текущий ремонт автомобилей / Ф. Н. Авдонькин. – Москва : Транспорт, 1978. – 271 с.
2. Богатырев, А. В. Автомобили / А. В. Богатырев, Ю. К. Есеновский-Лашков, М. Л. Насоновский, В. А. Чернышев. – Москва : Колос, 2006. – 496 с.
3. Гудков, В. А. Анализ факторов, влияющих на изменение давления газа в шинах при эксплуатации / В. А. Гудков, И. М. Рябов, А. В. Сычев, К. В. Чернышов // Автотранспортное предприятие. – 2007. – № 5. – С. 46–48.
4. Бакфиш, К. Новая книга о шинах / К. Бакфиш. – Москва : АСТ, 2006. – 303 с.
5. Печерская, Е. А. К вопросу об эффективности измерений в технологических процессах / Е. А. Печерская, Р. М. Печерская, Д. В. Рябов, О. Кузнецова // Труды Международного симпозиума Надежность и качество. – 2013. – Т. 2. – С. 98–99.
6. Гечекбаев, Ш. Д. Разработка методики прогнозирования давления в шинах и повышение его стабильности в эксплуатации за счет использования внутреннего газопроницаемого пневматического аккумулятора : дис. ... канд. техн. наук / Гечекбаев Ш. Д. – Волгоград, 2011. – 135 с.
7. Печерская Е. А. Математические модели предметной области при исследовании параметров материалов нано- и микроэлектроники / Е. А. Печерская // Университетское образование : сб. ст. XV Междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 50-летию полета первого космонавта Ю. А. Гагарина / под ред. В. И. Волчихина, Р. М. Печерской. – Пенза, 2011. – С. 436–438.

УДК. 617.57

О. Д. Лазарева, М. В. Лазарев

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СВАРКИ ВЗРЫВОМ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И СТРУКТУРУ КОМПОЗИЦИОННОГО МЕТАЛЛИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА СТАЛЬ 20Х13+СТАЛЬ 65Х13+СТАЛЬ 20Х13

Аннотация. Исследованы структуры и механические свойства композиционного материала Сталь 20Х13+Сталь 65Х1+Сталь 20Х13, полученного сваркой взрывом (СВ).

Создание новой современной техники и совершенствование предыдущих технологических разработок вызывает необходимость поиска и создания новых материалов, имеющих конструкционное и функциональное назначение [1–4]. Новым видом таких материалов, обладающих широким набором эксплуатационных свойств, которые не могут быть достигнуты при использовании традиционных материалов, являются композиционные материалы [4].

Композиционные материалы (КМ) – многосоставные материалы, обычно состоящие из пластичной матричной основы, с распределенными в ней армирующими волокнами или дисперсными частицами; при этом выгодно используют индивидуальные свойства компонентов состава. Сочетание разнообразных веществ приводит к созданию нового материала, чьи свойства заметно отличаются от свойств каждого из его компонентов. Широкий спектр материалов с требуемым набором свойств получают, варьируя состав, количественный состав наполнителей и матрицы, ориентацию наполнителя [5, 6].

Данная работа направлена на изучение свойств нового композиционного металлического материала, структуры и свойств отдельных слоев которого повысят ресурс работы режущего инструмента бытового и специального назначения, работающего в условиях контактной усталости, истирания, коррозионного воздействия и адгезии.

Объектом исследования является композиционный материал на основе Сталь 20Х13+Сталь 65Х13+Сталь 20Х13, полученный методом ударно-волнового нагружения.

Предметом исследования являются механические свойства, полученных материалов.

Проведен анализ различных типов многослойных композиционных материалов.

Показана актуальность использования технологии сварки взрывом для получения КМ из различных металлов и сплавов, в том числе и разнородных, обладающих высоким уровнем физико-механических и эксплуатационных характеристик как в России, так и за рубежом.

Произведен патентный поиск в области металлических КМ, подтверждена их перспективность и актуальность, а также современный технологический уровень технологии ударно-волнового нагружения.

Изучены исходные материалы для создания композитов, изучены их свойства и области применения.

Проведен анализ технологических схем получения сваркой взрывом композиционных металлических материалов. Выявлены преимущества и недостатки схемных решений при сварке взрывом плоских металлических заготовок. Установлено, что в параллельной схеме сварки взрывом создаются условия для квазистационарного протекания процесса с постоянными величинами технологических параметров, что позволяет применять ее для реализации большинства практических задач.

Выбран режим сварки взрывом: высота взрывчатого вещества.

Изучены методики исследований КМ, полученных СВ. Проведены исследования микроструктуры композитов и испытания КМ на одноосное растяжение.

Исследовано влияние режимов сварки взрывом ($H_{\text{ВВ}}$) на образование поверхностных дефектов и непроваров композиционного материала. Установлено, что наилучшее качество при сварке взрывом трехслойных композитов на основе Сталь 20Х13+Сталь 65Х13+Сталь 20Х13 обеспечивает режим при котором высота взрывчатого вещества составляет 60 мм.

Исследования микроструктуры выявили сильное волнообразование и наличие многочисленных зон оплавления у образцов 1 и 3 режима соответственно.

Исследования механических свойств, экспериментальных образцов композиционных металлических материалов установили, что в ходе сварки взрывом композиты получают значительный наклеп, приводящий к изменению их физико-

механических свойств (упрочнению). Прочность КМ составляет 840,8 МПа, пластичность: удлинение 3,5 %, сужение 5,2 %.

Изучено влияние параметров последующего за сваркой взрывом отжига композитов на характер изменения их свойств. Установлено, что в результате отжига происходит снятие наклепа, приводящее к снижению твердости (разупрочнению) композита и как следствие к улучшению его обрабатываемости. При этом прочность снижается (с 840 до 646 МПа), пластичность возрастает (удлинение с 3,5 % до 25 %, сужение с 5,2 % до 46,2 %). Аналогичный характер изменения свойств выявлен для образцов 1 и 3 режимов.

Таким образом, исследования установили, что наиболее рациональным режимом получения КМ Сталь 20Х13+Сталь 65Х13+Сталь 20Х13 является режим 2 с высотой заряда 60 мм.

Библиографический список

1. Печерская, Е. А. Методы исследования температурных зависимостей диэлектрических параметров сегнетоэлектриков / Е. А. Печерская, В. А. Соловьев, А. М. Метальников, А. В. Бобошко // Известия высших учебных заведений. Электроника. – 2012. – № 2 (94). – С. 77–81.
2. Ракша, С. В. Функциональные материалы для сенсibilизированных красителем солнечных элементов / С. В. Ракша, В. И. Кондрашин, Е. А. Печерская, К. О. Николаев // Физика и технология наноматериалов и структур : сб. науч. ст. 2-й Междунар. науч.-практ. конф. – Курск : ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет» (ЮЗГУ), 2015. – С. 143–146.
3. Печерская, Е. А. Метрологические аспекты модели активного диэлектрика / Е. А. Печерская, Д. В. Рябов, Н. Д. Якушова // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. – 2012. – № 1. – С. 208–213.
4. Software – hardware complex for measurement and control of ferroelectrics parameters / Е. А. Pecherskaya, D. V. Artamonov, V. I. Kondrashin, P. E. Golubkov, O. V. Karpanin, T. O. Zinchenko // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 1. Ser.: International Conference on Materials, Alloys and Experimental Mechanics, ICMAEM 2017. – India, 2017. – P. 012254.
5. Достижения в области композиционных материалов : сб. науч. тр. / под ред. Дж. Пиатти. – Москва : Металлургия, 1982. – 304 с.
6. Банов, М. Д. Сварка и резка материалов : учеб. пособие для нач. проф. образования / М. Д. Банов [и др.] ; под ред. Ю. В. Казакова. – Москва : Академия, 2010. – 400 с.
7. Сталь листовая горячекатаная двухслойная коррозионно-стойкая : ГОСТ 10885–85. – Введ. 1986-07-01. – Москва : Стандартинформ, 15 с.

УДК 62-791.2

Н. Р. Линяева

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

МОНИТОРИНГ ПАРАМЕТРОВ УСЛОВИЙ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ГРУЗОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Аннотация. Рассмотрена система мониторинга и контроля параметров транспортирования железнодорожным транспортом. Описано внутреннее устройство системы контроля и регистрации условий транспортирования. Приведены метрологические характеристики.

В настоящее время железнодорожный транспорт в России является одним из крупнейших в мире, благодаря чему обеспечивается 25 % мирового грузооборота. Железнодорожный транспорт является отраслью экономики, без которой не возможна бесперебойная работа всех экономических секторов. Перевозка грузов по железным дорогам осуществляется по нормативным документам, разработанных на международном уровне, которые периодически корректируются. Помимо основных грузов, существуют грузы особого типа, которые нуждаются в определенных условиях транспортировки и хранения. Такие грузы относят к классу опасных, к ним относят различные вещества и материалы, изделия, отходы производственной и иной деятельности, которые в силу своих особенностей и свойств могут при перевозке создавать угрозу окружающей среде, привести к повреждению или уничтожению материальных ценностей, и могут представлять опасность для жизни и здоровья людей. При перевозке опасных грузов железнодорожным транспортом уделяется особое внимание правилам безопасности их транспортирования.

В течение долгого времени регистраторы параметров полета применялись только в авиации. Они обеспечивают прием, обработку информации, поступающей по цифровым, аналоговым и дискретным линиям связи от бортовых систем и ее запись на накопитель и сохранение в случае летного происшествия. Обработка полетной информации осуществляется наземной специализированной системой. В железнодорожном транспорте, существуют локомотивные скоростемеры, которые записывают время, скорость, направление движения, давление воздуха в тормозной магистрали, показания светофоров, пройденное расстояние. Но этих данных бывает недостаточно для полного наблюдения за движением поездов, необходимы системы, следящие за условиями состояния окружающей среды при передвижении транспорта. Для регистрации условий транспортирования железнодорожным транспортом используется система контроля и регистрации условий транспортирования железнодорожным транспортом предназначена для измерения виброускорений, давления и температуры окружающей среды при транспортировании железнодорожным транспортом. Если бортовая система измеряет параметры самого транспорта, то система контроля и регистрации условий транспортирования проверяет только условия транспортировки перевозимого груза.

Система контроля и регистрации условий транспортирования железнодорожным транспортом состоит из:

- блока контроля и регистрации (БКиР) – 1 шт.;
- акселерометров низкочастотных линейных (акселерометр) – 16 шт.;
- датчика давления (ДД) – 1 шт.;
- датчик температуры (ДТ) – 1 шт.;
- изделия «Урал-2» (ПЭВМ) – 1 шт.;
- источника бесперебойного питания (ИБП) – 1 шт.

Система контроля и регистрации условий транспортирования железнодорожным транспортом является средством измерений и обеспечивается:

- измерение параметров виброускорений;
- измерение абсолютного давления окружающей среды;
- измерение температуры окружающей среды.

Программное обеспечение системы контроля и регистрации условий транспортирования железнодорожным транспортом предназначено для регистрации, обработки и преобразования аналоговых сигналов, поступающих от акселерометров, датчика давления, датчика температуры в цифровой код с последующей передачей на ПЭВМ для визуализации измерительной информации. Установка ПО производится в заводских условиях при производстве. В процессе эксплуатации система не

предусмотрено настройка и изменение параметров, влияющие на метрологически значимую составляющую ПО. Конструкция системы контроля и регистрации условий транспортирования железнодорожным транспортом исключает возможность несанкционированного доступа на ПО и измерительную информацию.

Метрологические и технические характеристики представлены в табл. 1 и 2 соответственно.

Таблица 1

Метрологические характеристики

Диапазон канала измерений виброускорений, м/с	от ± 10 до ± 50
Частотный диапазон канала измерения виброускорений, Гц	От 1 до 100
Диапазон канала измерения давления, кПа	От 1 до 130
Диапазон канала измерения температуры, °С	от -50 до $+70$
Предел допускаемого значения приведенной погрешности канала измерения виброускорений к диапазону измерений, %	30
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики канала измерений виброускорений, %	15
Пределы допускаемого значения приведенной погрешности канала измерения давления к верхнему пределу диапазона измерений, %	± 2
Пределы допускаемого значения абсолютной погрешности канала измерения температуры окружающей среды, °С	± 2
Диапазон температуры окружающей среды, °С	от -50 до $+50$

Таблица 2

Технические характеристики

Масса, кг, не более	
– акселерометр низкочастотный линейный;	0,22
– датчик давления;	0,95
– датчик температуры;	0,15
– блок контроля и регистрации БКиР	5,0
Габаритные и установочные размеры, мм, не более	
1) акселерометр низкочастотный линейный:	
– высота;	35
– ширина;	35
– длина.	35
2) датчик давления:	
– длина;	38; 29,1; 34
– диаметр.	5,5H12*; 7H9*
3) датчик температуры:	
– длина;	20 $\pm$ 1;
	22 $\pm$ 0,1;
	350 $\pm$ 30
– диаметр.	12H12*;
	2 отв. 3,4H12*
4) блок контроля и регистрации БКиР:	
– высота;	260
– ширина;	195
– длина.	90
* где Н – поле допуска в системе отверстия по ГОСТ 25347–82	

Поверка системы контроля и регистрации условий транспортирования железнодорожным транспортом осуществляется по документу «Система контроля и

регистрации условий транспортирования железнодорожным транспортом». Методика поверки утвержденная на предприятии 06.11.2017.

Таким образом, данная система мониторинга предназначена для реализации мер по прогнозированию, выявлению и предупреждению угроз и критических ситуаций в отношении грузов с учетом данных автоматического сбора, обработки и анализа поступающей информации с железнодорожного транспорта, осуществляющего перевозку конкретных грузов.

Библиографический список

1. Приложение к свидетельству № 70347 об утверждении типа средства измерения.
2. Махонько, П. Ф. Безопасность перевозок опасных грузов ж.-д. транспортом : учеб. пособие / П. Ф. Махонько, Ю. В. Алексеенков. – Санкт-Петербург : ПГУПС, 2003.

УДК 697.352

В. В. Ломакина

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К ПОКАЗАТЕЛЯМ КАЧЕСТВА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛЫХ ДОМОВ В ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Аннотация. В условиях рыночной экономики страны тепловая энергия является потребительским товаром. Основным регулируемым и контролируемым параметром потребительских товаров является их качество. Специалисты к показателям качества тепловой энергии относят термодинамические параметры теплоносителя: температуру и давление. Статья посвящена актуальной проблеме анализа требований к показателям качества теплоснабжения жилых домов с целью их улучшения в отопительный период.

В современном обществе актуальны вопросы, связанные с экономией ресурсов и энергосбережения. За 117 лет развития российская система теплоснабжения стала самой большой в мире, обеспечивая более 45 % мирового централизованного производства тепловой энергии. Она состоит из 50 тыс. локальных систем, обслуживаемых 18 тысячами предприятий. Потребление тепловой энергии составляет около 2 млрд Гкал в год, в том числе от централизованных систем 1,4 млрд Гкал. Рынок тепловой энергии – один из самых больших монопродуктовых рынков страны. Актуальной также является проблема создания альтернативных источников энергии [1–6].

С начала рыночных реформ 1990-х годов отрасль теплоснабжения обычно рассматривалась как необходимая, но второстепенная по сравнению с электроэнергетикой и топливными отраслями. Но, постепенно, пришло осознание ее ключевой роли в экономике страны. Производство тепловой энергии относится к обеспечивающим отраслям российской экономики, в условиях нашего климата теплоснабжение обеспечивает саму возможность жизнедеятельности граждан. На производство тепловой энергии расходуется 320 млн т.у.т (тонна условного топлива), или 33 % потребления первичной энергии в России, а с учетом самостоятельного теплообеспе-

чения, эта доля приближается к 50 %, что сопоставимо и с российским экспортом углеводородов.

Необходимость нести бремя расходов на обогрев помещений снижает конкурентоспособность отечественных предприятий. Население платит за отопление и горячее водоснабжение больше, чем за все остальные услуги ЖКХ вместе взятые.

В процессе теплоснабжения участвуют три стороны: источник (производитель тепла), теплосеть (теплотранспортная компания), потребитель (потребитель тепловой энергии).

В данной статье рассмотрим границу раздела Теплосеть – Потребитель, так как чаще всего именно на ней возникает масса вопросов технико-экономического, юридического и финансового характера.

В статье [7] рассмотрены тенденции развития теплоснабжения, основные факторы, определяющих перспективы развития теплоснабжения в России, изменения, произошедшие за годы перехода к рыночной экономике.

В статье [8] представлена значимость параметров теплоносителя для всех участников теплоснабжения, проведен анализ и сделаны выводы о контрольных параметрах качества для всех трех сторон в процессе теплоснабжения. Используя эти данные рассмотрим средства измерения для каждого параметра теплоснабжения.

Контрольными показателями качества теплоснабжения для Потребителя являются:

- температура в помещении $t_{\text{пом}}$;
- температура теплоносителя в обратном трубопроводе t_2 ;
- давление теплоносителя в обратном трубопроводе P_2 ;
- давление теплоносителя в подающем трубопроводе P_1 ;
- температура теплоносителя в подающем трубопроводе системы отопления t_3 ;
- температура теплоносителя в подающем трубопроводе t_1 ;
- тепловая нагрузка Q (фактическая отопительная нагрузка здания).

Рассмотрим для каждого контрольного показателя качества теплоснабжения для Потребителя средство измерения, его технические и метрологические характеристики.

Для измерения температуры в помещении может быть использован термометр для измерения температуры ТТЖ-К с такими техническими и метрологическими характеристиками:

- пределы допускаемой абсолютной погрешности в интервале температур:
 - от -10 до 0 °С – $1,5$ °С;
 - от 0 до $+50$ °С – $1,0$ °С;
- цена деления шкалы: $1,0$ °С;
- межповерочный интервал – 3 года.

Для измерения температуры теплоносителя в обратном трубопроводе и в подающем трубопроводе может быть использован тепловычислитель ВКТ-7 с датчиком температуры воды с такими техническими и метрологическими характеристиками:

- относительная погрешность показаний не более:
 - тепловой энергии $\pm (0,1 + 3/\Delta t)$ %;
 - массы $\pm 0,1$ %;
 - времени $\pm 0,01$ %.
- абсолютная погрешность показаний не более:
 - разности температур $\pm 0,03$ °С;
 - температуры $\pm 0,1$ °С;
 - объема ± 1 ед. мл. разряда показаний.

– приведенная погрешность показаний давления не более $\pm 0,25$ %.

Межповерочный интервал 4 года.

Подключаемые датчики воды:

– однотипные термопреобразователи сопротивления: 100П, Pt100, 100М, 500П и Pt500;

– преобразователи объема с импульсным выходом: пассивным – до 16 Гц и потенциальным – до 1000 Гц;

Цена импульса: 0,0001 – 10000 литров.

Преобразователи избыточного давления с сигналом 4–20 мА.

Для измерения давления теплоносителя в обратном и в подающем трубопроводе может быть использован манометр показывающий деформационный МЕТЕР ДМ 02 с такими техническими и метрологическими характеристиками:

– класс точности: 0,6; 1; 1,5; 2,5; 4;

– резьба присоединительного штуцера: М20х1,5, М12х1,5, G1/2, G1/4;

– масса не более, кг: 0,09; 0,13; 0,4; 0,85; 2,2;

– диапазон измерений избыточного давления должен быть от 0 до 100 % или от 25 до 75 % диапазона показаний (записи).

Манометры с верхними пределами измерений до 25 МПа (250 кгс/см) должны выдерживать воздействие 20000 циклов переменного избыточного давления, манометры с верхними пределами свыше 25 МПа (250 кгс/см) до 160 МПа (1600 кгс/см) – 15000 циклов переменного избыточного давления, изменяющегося от верхнего предела измерений в диапазоне:

– от (30 ± 5) до (70 ± 5) % – для приборов с диапазоном измерений от 25 до 75%;

– от (50 ± 5) до (90 ± 5) % – для приборов с диапазоном измерений от 0 до 100%.

Температура теплоносителя в подающем трубопроводе системы отопления и тепловая нагрузка (фактическая отопительная нагрузка здания) рассчитывается исходя из известных данных. Температура теплоносителя в подающем трубопроводе системы отопления равна половине суммы температуры теплоносителя в подающем трубопроводе и температуры теплоносителя в обратном трубопроводе. А тепловая нагрузка:

$$Q_{от} = \alpha * q_o * V * (t_b - t_{н.р}) * (1 + K_{н.р}) * 0,000001,$$

где α – коэффициент, призванный корректировать климатические условия. Берется в расчет, если уличная температура отличается от -30 °С;

V – объем строения по наружным замерам;

q_o – удельный отопительный показатель строения при заданной $t_{н.р} = -30$ С, измеряется в Ккал/куб.м.*С;

t_b – расчетная внутренняя температура в здании;

$t_{н.р}$ – расчетная уличная температура для составления проекта системы отопления;

$K_{н.р}$ – коэффициент инфильтрации. Обусловлен соотношением тепловых потерь расчетного здания с инфильтрацией и теплопередачей через внешние конструктивные элементы при уличной температуре, которая задана в рамках составляемого проекта.

Анализ основных параметров, которые характеризуют систему теплоснабжения, позволили составить перечень средств измерений, удовлетворяющих техническим и метрологическим характеристикам, что целесообразно использовать для оценивания технико-экономической эффективности теплоснабжения жилых домов в отопительный период.

Библиографический список

1. Ракша, С. В. Функциональные материалы для сенсibilизированных красителем солнечных элементов / С. В. Ракша, В. И. Кондрашин, Е. А. Печерская, К. О. Николаев // Физика и технология наноматериалов и структур : сб. науч. ст. 2-й Междунар. науч.-практ. конф. – Курск : ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет» (ЮЗГУ), 2015. – С. 143–146.
2. Кондрашин, В. И. Исследование влияния концентрации примеси на поверхностное сопротивление в ППП (полученных методом спрей-пиролиза) на основе диоксида олова / В. И. Кондрашин, Е. А. Печерская // Актуальные проблемы физической и функциональной электроники : материалы 19-й Всерос. молодежной науч. школы-семинара. – Ульяновск, 2016. – С. 175–176.
3. Electrical properties of transparent conductive ATO coatings obtained by spray pyrolysis / T. O. Zinchenko, V. I. Kondrashin, E. A. Pecherskaya, A. S. Kozlyakov, K. O. Nikolaev, J. V. Shepeleva // IOP Conference Series : materials Science and Engineering. – 2017. – № 225 (1). – P. 012255.
4. Зинченко, Т. О. Анализ материалов, используемых для производства прозрачных проводящих покрытий / Т. О. Зинченко, Е. А. Печерская // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. V Всерос. межвуз. науч.-практ. конф. / под ред. Л. Р. Фионовой. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2018. – С. 256–258.
5. Зинченко, Т. О. Анализ методов получения прозрачных проводящих покрытий / Т. О. Зинченко, Е. А. Печерская // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. V Всерос. межвуз. науч.-практ. конф. (г. Пенза, 14 марта 2018 г.) / под ред. Л. Р. Фионовой. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2018.
6. Raksha, S. V. Functional materials for dye-sensitized solar cells / S. V. Raksha, V. I. Kondrashin, E. A. Pecherskaya, K. O. Nikolaev // Журнал нано- и электронной физики. – 2015. – Т. 7, № 4. – P. 04062.
7. Наумов, А. Л. Тенденции развития теплоснабжения в России / А. Л. Наумов // Авок. – 2001. – № 6.
8. Орехов, В. Н. Показатели качества теплоснабжения / В. Н. Орехов // Новости теплоснабжения. – 2012. – № 05 (141).

УДК 37.088.2

М. Г. Маврина

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ ПО ПОДТВЕРЖДЕНИЮ КОМПЕТЕНТНОСТИ ПЕДАГОГА ОБЩЕГО СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Аннотация. Рассмотрены требования к педагогическому работнику, определению компетенций, которыми он обязан владеть согласно современным профессиональным стандартам. Рассмотрены теоретические нюансы аттестации, суть аттестации в системе управления, изучены систематизации целей, виды, формы аттестации. А также проанализированы нормативно-правовые документы, определяющие процедуру подтверждения компетентности педагогических работников образовательного учреждения.

На этапе реализации Федеральных государственных образовательных стандартов общего образования особое значение уделяется совершенствованию профес-

сиональной компетентности педагога. Компетентность является образцом высококачественной подготовки специалиста общего образования. В связи с этим возрастают запросы к учителю, к его профессиональным, личностным качествам. Компетентность – черта, которая имеет профессиональные качества педагога, умение применять их в собственной работе, возводить взаимоотношения с учащимися, личностные качества. Почвой для разработки списка базисных профессиональных компетенций педагогов общеобразовательных учреждений считаются запросы к итогам и условиям реализации ведущих образовательных программ. Запросы к квалификационным характеристикам педагогов установлены Приказом [1]. На базе этого документа в общеобразовательных учреждениях необходимо, чтобы были разработаны и приняты свежие должностные инструкции, которые содержат требования должностных обязательств педагогов и руководящих работников, с учетом индивидуальностей организации труда и управления, прав, ответственности и компетентности.

Компетенции учителей согласно профстандарту педагога РФ

Компетенции	Педагог основной школы
Трудовые действия, закрепленные в профстандарте 2019 года	<ol style="list-style-type: none"> 1. Формирование у школьников понимания значимости изучаемого предмета в общей картине мира, оптимальных способов овладения учебным материалом с учетом актуального образовательного контекста. 2. Определение совместно с родителями, другими педагогами и специалистами школы траектории развития для каждого ученика (разработка индивидуального образовательного маршрута). 3. Проектирование специальных видов учебной работы для детского контингента с особыми образовательными потребностями, одаренностью на основе типовых, авторских и собственных программных разработок. 4. Формирование у детей навыков поликультурного общения. 5. Организация учебной конкурсной деятельности – предметных олимпиад, конкурсов, проектной работы, образовательных игр
Необходимые умения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Проводить учебные занятия с учетом психолого-педагогических, санитарных требований в соответствии с программным содержанием. 2. Применять на уроках новаторские педагогические, информационные, проектные технологии, средства ИКТ и методы проблемного обучения. 3. Своевременно выполнять разработку рабочей программ, обеспечивать реализацию поставленных учебных задач. 4. Осуществлять контрольно-оценочную деятельность, в т.ч. с использованием современных технологий (ведения электронных журналов). 5. Владеть навыками работы с текстовыми редакторами, браузерами, электронной почтой, мультимедийным оборудованием. 6. Владеть методами аргументированной защиты своей позиции. 7. Устанавливать контакты со всеми участниками образовательного процесса, применять технологии выявления, разрешения и предупреждения конфликтных ситуаций.
Необходимые знания	Учитель-предметник обязан владеть основами общетеоретических дисциплин – педагогики, возрастной физиологии, психологии, а также преподаваемым программным содержанием. К числу обязательных компетенций также относят современные педагогические технологии, методы дифференциального и развивающего обучения, основы социологии и экономики, экологической культуры поведения, правила по охране труда, нормы безопасности образовательной среды и правила внутреннего распорядка ОУ.
Общие характеристики	От всех педагогов требуется соблюдение правовых, нравственных и этических норм, следование правилам профессиональной этики.

Следовательно, педагог – главная фигура конфигурации образования. Готовность к изменениям, творчество, способность к необычным действиям, ответственность и самостоятельность в принятии заключений, мобильность – то, что охарактеризовывает работу успешного педагога-профессионала [2–4].

С 2019 года внедряется новый Профессиональный стандарт педагога РФ [5]. Его ключевой особенностью по сопоставлению с действующими нормами считается возможность корректировки притязаний в зависимости от региональных особенностей, дополнения внутренними стандартами, зависящими от специфичности образовательной организации.

Кроме перечисленных компетенций, профессиональный стандарт педагога с 1 января 2019 года учитывает систему дифференцирования владения профессиональными компетенциями сотрудниками отрасли по 3 уровням:

- Педагогический работник – осуществляет ведение учебного материала в согласовании с требуемыми параметрами, возводит продуктивное взаимодействие с учащимися, в том числе имеющими особенные образовательные потребности, взаимодействует с родителями, постоянно улучшает степень квалификации.

- Старший педагогический работник – совершенствует обширно популярных педагогических методик, разработка современных способов работы, проектирование программ коррекционной работы для членов образовательного процесса.

- Заведующий педагогами – курирование образовательной работы по задачам внедрения нововведений, координация работы учителей и узких специалистов.

- Необходимо изучить профессиональные и личностные требования к учителю, заложенные в профессиональном стандарте.

Выделяют следующие виды профессиональной компетентности:

- Специальная компетентность – владение профессиональной деятельностью на довольно значимом уровне, способность проектировать свое последующее профессиональное становление.

- Социальная компетентность – владение общей профессиональной работой, сотрудничеством, способами профессионального общения; общественная ответственность за итоги профессионального труда.

- Личностная компетентность – владение способами личностного самовыражения и саморазвития.

- Индивидуальная компетентность – владение способами самореализации и становления в рамках профессии, готовность к профессиональному подъему, умение осуществлять рационально свою деятельность без перегрузок времени и сил.

В статье [6] автор определяет главные особенности развития профессиональной компетентности педагога: работа в методических объединениях, креативных группах; исследовательская, экспериментальная деятельность; инноваторская работа, освоение современных педагогических технологий; интенсивное участие в педагогических конкурсах, мастер-классах, форумах и фестивалях; обобщение личностного педагогического опыта; применение ИКТ. Но ни какой из перечисленных требований не будет действенным, если педагог сам не понимает необходимости улучшения собственной профессиональной компетентности. Вследствие чего, необходимо создать условия, в которых педагог сам понимает значимость улучшения уровня личностных профессиональных качеств.

Аттестация учителей – групповая оценка значения их квалификации и педагогического мастерства. Она проводится для определения соотношения квалифика-

ции педагога притязаниям к квалификационным категориям (первой или же высшей) или же для проверки соответствия педагога занимаемой должности.

Задачами аттестации считаются стимулирование улучшения квалификации педагогических работников, их методологической культуры, профессионального подъема, внедрение ими передовых педагогических технологий; улучшение производительности педагогического труда; выявление применения возможностей педагогических работников; обеспечение разделения уровня оплаты труда.

Аттестация педагогов проводится на базе экспертной оценки труда: его результативности и свойства учебно-воспитательного процесса.

Есть два вида аттестации – обязательная аттестация на соответствие занимаемой должности и добровольная аттестация на установление первой и высшей категории.

Обязательная аттестация ведется каждые пять лет для доказательства соответствия педагогического работника занимаемой должности.

Добровольная аттестация ведется на основании заявления педагогического работника для установления соответствия его квалификации требованиям, предъявляемым к первой или высшей квалификационным категориям.

Согласно «Порядку аттестации педагогических работников» [7] к категориям предъявляются следующие требования:

1) к 1 квалификационной категории:

- владение передовыми образовательными технологиями и способами и действенное использование их на практике;
- индивидуальный вклад в улучшение качества образования на базе совершенствования способов обучения и воспитания;
- постоянные результаты освоения обучающимися, воспитанниками образовательных программ и характеристики динамики их достижений лучше средних в субъекте РФ.

2) к высшей квалификационной категории:

- необходимость наличия 1 квалификационной категории;
- владение новыми образовательными технологиями и способами, и эффективное использование их на практике;
- постоянные результаты освоения обучающимися, воспитанниками образовательных программ и характеристики динамики их достижений лучше средних в субъекте РФ, в том числе с учетом итогов участия обучающихся и воспитанников во всероссийских, международных олимпиадах, конкурсах, соревнованиях;
- индивидуальный вклад в улучшение качества образования на базе совершенствования способов обучения и воспитания, инноваторской работы, в освоение свежих образовательных технологий и интенсивное распространение личного навыка в области улучшения качества образования и воспитания.

Аттестация педагогических сотрудников ведется в целях определения значения его профессиональной компетентности, стимулирования мастерства, становления творческой инициативы и продуктивности труда. Качество образования, отвечающее потребностям личности и общества, надлежит стать одним из наиглавнейших показателей профессионализма и квалификации педагогического сотрудника.

Введение новых профстандартов, надобность оценивания профессиональных компетенций учителей, вызывает у педагогов большое количество сомнений. Высокий уровень обеспокоенности бывает замечена по причине возможности

увольнения педагогов, которые по ряду оснований не смогли приобрести требуемые компетенции. Вторая важная неувязка – кадровая недоукомплектованность образовательных учреждений, вследствие которой один педагог вынужден трудиться на множествах ставках, что делает невозможным качественный профессиональный подъем и апробацию нововведений. Основная масса педагогических сотрудников чувствуют проблемы при подготовке и во время самой процедуры аттестации. Основаниями считаются психологические проблемы, недостаток умений и навыка, поиск необходимой литературы. При этом актуальными для них считаются грамотная методическая поддержка, моральная помощь и психологическая атмосфера, создаваемая администрацией учреждения. Так как главная функция профессионального стандарта педагога – создание возможностей для профессионального подъема и реализации. Нужно достичь того, чтобы аттестация стимулировала педагогов к изучению новых образовательных технологий, содействовала формированию надлежащих компетенций у педагогов образовательного учреждения.

Таким образом, профессиональный стандарт педагога дает регионам РФ и образовательным организациям больше свободы, совместно с тем накладывает на них серьезную ответственность. Профессиональный стандарт раскрывает перед работниками образовательной организацией большие возможности профессионального и личностного роста. Именно саморазвитие и профессионализм педагога считаются главными направлениями становления образовательной деятельности.

Библиографический список

1. Об утверждении единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел «Квалификационные характеристики должностей работников образования : приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации № 761н от 26 августа 2010 г.
2. Работа студентов в команде – важный аспект успешного освоения основных профессиональных образовательных программ высшего образования и взаимодействия «вуз-производство» / Р. М. Печерская, Ю. А. Вареник, О. В. Карпанин, С. П. Медведев, А. М. Метальников, В. А. Соловьев, Е. А. Печерская // Университетское образование : сб. XVIII Международ. науч.-метод. конф., посвящ. 200-летию со дня рождения М. Ю. Лермонтова / под ред. А. Д. Гулякова, Р. М. Печерской. – Пенза, 2014. – С. 444.
3. Печерская, Е. А. О взаимосвязи параметров международных рейтингов университетов / Е. А. Печерская, О. Н. Кузнецова // Университетское образование : сб. XVIII Международ. науч.-метод. конф., посвящ. 200-летию со дня рождения М. Ю. Лермонтова / под ред. А. Д. Гулякова, Р. М. Печерской. – Пенза, 2014. – С. 218–220.
4. Методика оценивания эффективности модуля электронной информационно-образовательной среды « вуз+работодатель» / Е. А. Печерская, Д. В. Артамонов, Е. В. Полосина, В. А. Симагин, Ю. В. Кротова // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2018. – № 3 (27). – С. 96–107.
5. Профстандарт: 01.001. Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель).
6. Гусева, О. И. Повышение качества образования через повышение уровня профессиональной компетенции педагога / О. И. Гусева, Л. Н. Глебова // Молодой ученый. – 2016. – № 22.
7. Порядок проведения аттестации педагогических работников организаций, осуществляющих образовательную деятельность (утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 7 апреля 2014 г. № 276).

М. Г. Маврина

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

АНАЛИЗ РИСКОВ ПРОЦЕССА ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ СРЕДНЕГО ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

Аннотация. Рассматривается вопрос выявления рисков процесса обеспечения качества образования среднего общеобразовательного учреждения, а также их анализ и определение наиболее опасных в данной предметной области.

Образование – это создание интенсивных знаний, обеспечивающих ускорение социального развития во всех его направлениях и тенденциях. Образование – это гармонизация и гуманизация социальной жизни, это движение к истинной свободе человека. От развития образования зависит становление общества. Развитие образования может реализовываться самостоятельно, но считается действенным лишь в том случае, если оно управляется и улучшается в процессах управления.

В нынешнее время образовательные учреждения самостоятельны в выборе форм, средств и способов обучения и воспитания в границах, определенных законами РФ [1].

В связи с этим, актуальным является вопрос контроля и управления качеством образования, предоставляемыми учреждениями образовательной деятельности, соответствия ее предъявляемым методам государственного образовательного стандарта в сфере образования [2–5].

Наличие риска в современном обществе безоговорочно. Риск наличествует во всех сферах жизнедеятельности. В реальное время образовательный раздел рассматривается государством в качестве приоритета, одной из государственных точек роста, а инвестиции в улучшение качества человеческого капитала считаются условием развития российской экономики.

Сейчас потребность в оценке угроз и вероятностей опасностей организации и поиске свежих способов управления имеют не лишь только предприятия, но и учреждения образования, деятельные еще в критериях жесткой конкуренции и стремительных изменений рыночной ситуации.

Область образования довольно специфическая область, для нее свойственны свои особые риски. При этом с точки зрения присутствия риска особый внимание уделяется деятельности ОУ в контексте качества образования. В условиях рынка образовательное учреждение автономно решает, в каких целях и как применить имеющиеся в его распоряжении ресурсы: материально-технические, трудовые, финансовые, информационные и другие. При этом финансовая ответственность, которую несет ОУ, нацеливает его руководителей на увеличение производительности применения всех видов ресурсов [6].

Тема риск-менеджмента в образовательной организации актуальна, так как управление рисками входит в число наиболее слабых компетенций среди российских руководителей. В стандарте 9001:2015 риск-ориентированное мышление считается новым направлением, представленным в основных конфигурациях стандарта по сравнению с предыдущей версией [7].

Цель управления рисками:

- обеспечить принятие заключений решений с учетом рисков;
- какие-то риски необходимо снизить, иные принять, а кое-какие, наоборот, увеличить.

В практической работе средние учебные заведения полагаются на 5 правил управления рисками .

1. Управление рисками – ответственность каждого работника в организации.
2. Цель управления рисками – не абсолютное их устранение, а своевременное выявление и снижение рисков с целью заслуги стратегических целей организации.
3. Управление рисками – это на 10 % процесс и на 90 % цивилизация.
4. Не существует организаций без рисков, есть организации, которые игнорируют собственные риски.
5. Невозможно предвидеть все риски, организация обязана быть готова к неопределенности.

Практика общеорганизационного управления рисками требует управления рисками во всех областях, охватывая нынешние операции и процессы, а также разовые инициативы. Оценка рисков обязана быть составляющей процесса принятия решений. Одна из мер по содействию данному заключалась бы в том, чтобы велась оценка рисков при подготовке любых весомых предложений по политике, стратегии и планам, представляемых руководством.

Объектами риск-менеджмента считаются следующие процессы [8] :

- 1) процесс оказания образовательных услуг;
- 2) процесс научно-методической и инноваторской деятельности;
- 3) процесс менеджмента персонала;
- 4) процесс менеджмента ресурсов;
- 5) процесс закупки;
- 6) процесс технического обслуживания, починки и утилизации.

У всякой школы есть свой проблемный фон, который сводит совместные для всех школ проблемы и своеобразные (характерные для определенной школы) (рис. 1).



Рис. 1. Основные риски качества образования

Рисками можно управлять, то есть применять всевозможные меры, позволяющие в конкретной степени прогнозировать наступление рискованного события и брать на себя меры к снижению степени риска.

В дальнейшем, проведя оценку рисков по трем критериям (вероятность наступления, ущерб и уровень риска), вычислили приоритетное число риска (ПЧР) по формуле:

$$\text{ПЧР} = \text{В} \times \text{У} \times \text{УР}.$$

Получили следующие значения ПЧР:

Таблица 1

Результаты расчета ПЧР

Риск	ПЧР
Большая наполняемость классов	256 баллов
Уровень культуры и воспитанности обучающихся	81 балл
Материально-техническая оснащенность ОУ	256 баллов
Мотивация персонала	225 баллов
Мотивация обучающихся	400 баллов
Одаренные дети	16 баллов
Перегрузка школьников	400 баллов
Уровень компетентности педагогов	256 баллов

После того, как были проведены расчеты, была построена диаграмма рисков качества образования СОУ от ПЧР (рис. 2).



Рис. 2. Градация рисков качества образования среднего общеобразовательного учреждения

Исходя из рис. 2, получили, что наиболее приоритетными рисками качества образования являются: перегрузка школьников и мотивация обучающихся, требующие незамедлительного предотвращения.

В заключении статьи можно сделать вывод: Своевременный мониторинг появления рисков и использование стратегии риск-менеджмента на всех уровнях управления в школе, непременно, позволит сделать лучше качество общего среднего образования.

Библиографический список

1. Об образовании в Российской Федерации : федер. закон № 273-ФЗ от 29 декабря 2012 г. (изм. 2019 г.).

2. Работа студентов в команде – важный аспект успешного освоения основных профессиональных образовательных программ высшего образования и взаимодействия «вуз-производство» / Р. М. Печерская, Ю. А. Вареник, О. В. Карпанин, С. П. Медведев, А. М. Метальников, В. А. Соловьев, Е. А. Печерская // Университетское образование : сб. XVIII Междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 200-летию со дня рождения М. Ю. Лермонтова / под ред. А. Д. Гулякова, Р. М. Печерской. – Пенза, 2014. – С. 444.

3. Печерская, Е. А. О взаимосвязи параметров международных рейтингов университетов / Е. А. Печерская, О. Н. Кузнецова // Университетское образование : сб. XVIII Междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 200-летию со дня рождения М. Ю. Лермонтова / под ред. А. Д. Гулякова, Р. М. Печерской. – Пенза, 2014. – С. 218–220.

4. Печерская, Е. А. Применение интерактивных методов обучения при преподавании дисциплины «История и методология науки и техники» / Е. А. Печерская // Университетское образование : сб. ст. XV Междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 50-летию полета первого космонавта Ю. А. Гагарина / под ред. В. И. Волчихина, Р. М. Печерской. – Пенза, 2011. – С. 95–97.

5. Печерская Е. А. О роли технического образования в вузах в условиях экономики знаний / Е. А. Печерская // Университетское образование (МКУО-2015) : сб. ст. XIX Междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 70-летию Победы в Великой Отечественной войне : в 2 т. / под ред. А. Д. Гулякова, Р. М. Печерской. – Пенза, 2015. – С. 179–180.

6. Бондаренко Т. Управление рисками в деятельности школы. – URL: <https://www.socionauki.ru/journal/articles/1227847>

7. ГОСТ Р ИСО 31000–2010. Менеджмент риска. Принципы и руководство.

8. Иванова, Г. Г. Формирование системы риск-менеджмента в учреждении образования / Г. Г. Иванова, С. С. Абрамович // Социосфера. – 2017. – № 25. – С. 92–95.

УДК 004.9: 338.2

В. Г. Малыхина, Г. В. Суровицкая

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

«СКВОЗНЫЕ» ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ

Аннотация. На современном этапе реализация Национальной программы «Цифровая экономика в Российской Федерации» зависит от реализации междисциплинарных подходов к повышению эффективности деятельности с использованием «сквозных» цифровых технологий. Одной из сфер применения междисциплинарного подхода может стать управление качеством.

Следует отметить, что информационные системы играют решающую роль в системах управления качеством. Спектр задач в этой области достаточно широк. Основными преимуществами использования информационных систем являются снижение сложности разработки документации; обеспечение «связности» документов, снижение затрат и продолжительности аудитов при одновременном снижении рисков и стресса, репликация систем менеджмента качества на схожее предприятие в короткие сроки [1].

Многие корпорации не находят финансовых результатов внедрения дорогостоящего программного обеспечения для организации и управления бизнес-процессами [2]. В части документооборота для бизнеса разработаны решения для

эффективного управления внутри организаций (сервисы Otonomos, BoardRoom и Colony, Otonomos и BoardRoom), которые автоматизируют процесс формирования, финансирования и управления компанией с помощью блокчейн [3].

Благодаря технологии блокчейн автоматизация процессов менеджмента качества выходит на новый уровень. Интеллектуальные контракты, которые автоматически обеспечивают соблюдение соглашений без вмешательства третьих лиц, позволяют повысить уровень автоматизации до уровня, недостижимого для простых приложений [4].

Переход программы «Цифровая экономика Российской Федерации» в формат национального проекта требует учета взаимосвязи цифровой экономики с реальной, а, с другой стороны, обуславливает более полное включение регионов в процессы цифровизации.

Менеджмент качества регламентируется международными стандартами ИСО серии 9000. В частности, в стандарте ИСО 9001 установлено требование обеспечения прослеживаемости, для выполнения которого компании начинают использовать технологию блокчейн. С другой стороны, в настоящее время технические комитеты ISO разрабатывают стандарты, регулирующие сферу построения и использования блокчейн.

Системы распределенного реестра могут использоваться в части «сквозной» цифровой технологии «Новые производственные технологии» для управления транзакциями и обработки данных субтехнологии «Платформ промышленного интернета». Т. е. наряду с технологиями распределенного реестра в состав «сквозных» цифровых технологий включен промышленный интернет вещей, который представляет собой подкатегорию интернета вещей, который также включает приложения, ориентированные на потребителя, например носимые устройства, технологии «умного дома» и автомобили с автоматическим управлением. Отличительной чертой обеих концепций являются устройства со встроенными датчиками, станки и инфраструктура, которые передают данные через интернет и управляются с помощью программного обеспечения.

Интернет вещей может повысить уровень контроля за качеством продукции. К примеру, внедрение платформ интернета вещей для создания облачных баз данных обеспечит удаленный контроль ряда производственных процессов и более тщательное отслеживание качества продукции. В то же время неоднозначная и недетерминированная информация, создаваемая интернетом вещей располагается за пределами блокчейна.

Отметим основные направления развития технологии блокчейн, связанные с решением технических проблем адаптации к интернету вещей:

- разработка системы сертификации устройств для обеспечения проверки личности участников;
- устранение потенциальной уязвимости для раскрытия конфиденциальной информации из-за прозрачности транзакций;
- обеспечение распознавания устройств и их возможностей для устранения избыточного вычисления и хранения информации;
- поиск баланса между подключением и временем автономной работы;
- защита от неисправности устройств и хакерских атак, которые могут привести к появлению в блокчейне некорректной информации.

В реальное время мировым трендом считается создание и внедрение систем контроля качества продуктов питания на базе блокчейн. Растущая популярность таких систем обусловлена тем, что они обеспечивают доступность открытой и единой для всех информации о происхождении товаров, что может повысить эффективность борьбы с контрафактными товарами.

С помощью технологии блокчейн покупатели могут отслеживать качество продукции. В Великобритании внедрен сервис, обеспечивающий потребителей морепродуктов информацией о пути товара с момента вылова до попадания на прилавок.

Группа компаний «Обувь России» внедрила блокчейн в свои IT-системы для обеспечения безопасности данных клиентов, использующих услугу рассрочки платежей на покупку. Вся информация по их контрактам и транзакциям будет зашифрована и храниться в трех дата-центрах – в Новосибирске, Хабаровске и Москве. Разработка адаптирована под IT-системы группы и интегрирована с ERP-системой, построенной на базе 1С, т.е. в проекте не использованы внешние платформы.

Таким образом, предложенная в настоящей работе модернизированная система контроля подлинности и качества продукции в процессе производства и реализации не только обеспечит повышение эффективности процессов менеджмента качества, но и создаст предпосылки для развития «сквозных» цифровых технологий.

Библиографический список

1. Информационные технологии в управлении качеством. – URL https://spravochnick.ru/menedzhment_organizacii/upravlenie_kachestvom/informacionnye_tehnologii_v_upravlenii_kachestvom (дата обращения: 29.09.2019).
2. Реализация системы проектного менеджмента на технологии блокчейн. – URL: <https://www.osp.ru/partners/13054082> (дата обращения: 29.07.2018).
3. Технология блокчейн как инструмент управления документами и электронного документа оборота. – URL: <https://www.top-personal.ru/officeworkissue.html?569> (дата обращения: 01.12.2018).
4. Смарт-контракты как инструментальный безопасного взаимодействия субъектов региональной инновационной системы / А. Г. Финогеев, Л. А. Гамидуллаева, С. М. Васин, А. А. Финогеев, В. В. Проничев, А. М. Лычагин // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Общественные науки. – 2018. – № 3 (47). – С. 139–157.

УДК 620.91

А. В. Мартынов, Т. О. Зинченко, Е. А. Печерская

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ЯЧЕЙКАХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ПЕРОВСКИТОВ

Аннотация. Воспроизведение энергии – одна из глобальных проблем двадцать первого века. Одно из наиболее перспективных направлений развития альтернативных видов энергии – солнечная энергетика, в частности, солнечные элементы на основе перовскитов. Статья посвящена анализу и систематизации физических процессов в ячейках солнечных элементов.

Согласно статистике процентного количества выработки электроэнергии в России, доля энергии выработанной на ТЭЦ – около 68 %, АЭС – 10 %, ГЭС – 20 %, на остальные источники приходится менее 2 % [1].

Иными словами, доля выработки электроэнергии возобновляемыми источниками в России составляет очень малую часть от общего количества. Тем не менее, направление развития возобновляемой энергетики не утрачивает актуальность по-

следние десятилетия, так как обладает рядом преимуществ перед традиционными способами.

Одним из самых перспективных направлений развития альтернативных видов энергии является солнечная энергетика [2–4]. В данной области последние несколько лет большое внимание уделяется солнечным батареям на основе перовскитов [5]. Это связано с высоким КПД и технологичностью фотовольтаических ячеек на основе перовскита. На рис. 1 представлена тенденция роста количества научных изысканий и публикаций.

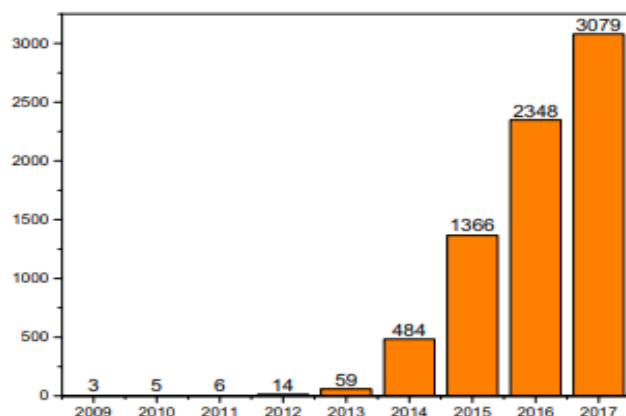


Рис. 1. Количество научных публикаций на тему перовскитовых ячеек

При всех своих достоинствах по сравнению с кремниевыми солнечными ячейками, перовскитовые устройства имеют ряд недостатков, такие как: низкая стабильность, деградация материала, сложности в утилизации, гистерезис [6]. Чтобы разобраться в этих проблемах следует рассмотреть физические процессы, протекающие в фотогальванических перовскитовых ячейках.

Схематическое представление принципа работы фотоячейки показано на рис. 2. Где *LUMO* – нижняя свободная молекулярная орбиталь. *HOMO* – высшая занятая молекулярная орбиталь.

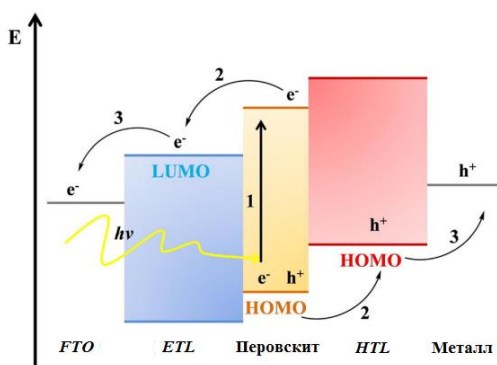


Рис. 2. Зонная диаграмма работы перовскитовых фотоэлементов

В перовскитных солнечных элементах (*PSC*) перовскит выступает в роли поглотителя света. Фотоэлектрическая система имеет три основных этапа функционирования: поглощение фотонов с последующей генерацией свободного заряда, перенос заряда и извлечение заряда. Когда солнечный свет падает на *PSC*, перовскит поглощает свет, генерируются экситоны, а носители заряда (электроны и дырки) образуются при диссоциации экситона. Экситон диссоциация происходит на границе раздела перовскитового слоя и транспортного слоя (*ETL* для электронов и *HTL* для

дырок). Электрон инжектируется в электронно-транспортный слой (*ETL*), мигрирует к аноду, который в большинстве случаев выполнен из стекла с оксидом олова (*FTO*), легированного фтором [7].

Дырка инжектируется в дырочно-транспортный слой (*HTL*) и затем мигрирует в катод (обычно металлический). Электроны и дырки собираются на электродах и транспортируются во внешнюю цепь для получения тока.

Перовскитовые фотоэлементы имеют разную структуру, что влияет на физику процессов в ячейках и является одним из наиболее важных факторов для оценки общей производительности перовскитных солнечных элементов.

PSC могут быть классифицированы как обычные (*n-i-p*) и инвертированные (*p-i-n*) структуры в зависимости от того, какой транспортный (электронный / дырочный) материал встречает первым падающий свет. Эти две структуры, в свою очередь, подразделяются на две категории: мезоскопические и планарные (рис. 3).

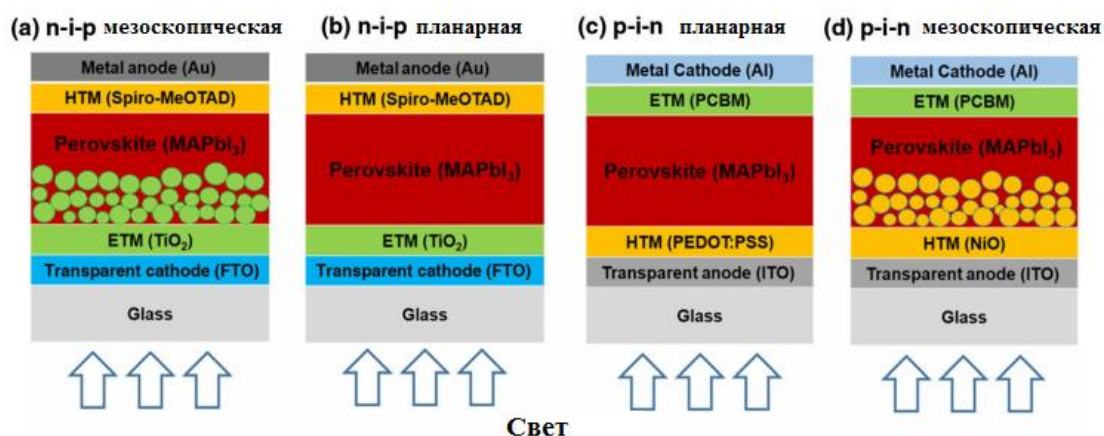


Рис. 3. Структуры фотоячеек *PSC* : а) *n-i-p* мезоскопическая; б) *n-i-p* планарная; в) *p-i-n* планарная; г) *p-i-n* мезоскопическая

Мезоскопическая структура включает в себя мезопористый слой, тогда как планарная структура состоит из всех плоских слоев.

Первые перовскитовые ячейки обладали мезоскопической структурой *n-i-p*. Сборка начинается с прозрачного стеклянного катода, за которым следует материал для переноса электронов (*ETM*). Затем следует слой с мезопористым оксидом металла, содержащий перовскит и транспортировочный материал (*HTM*), покрытый металлическим анодом [8]. Эта простейшая архитектура устройства вызвала интерес у научного сообщества, что, впоследствии, привело к развитию других устройств.

Планарная архитектура – это мезоскопическая структура, где перовскитный светопоглощающий слой расположен между *ETM* и *HTM*. Отсутствие мезопористого слоя оксида металла приводит в целом к более простой структуре.

С помощью подбора оптимальных составляющих возможно достижение высокого КПД в планарной схеме. С теми же материалами и методами производства планарные структуры показывают более высокое напряжение холостого хода (*V_{oc}*) и ток короткого замыкания (*J_{sc}*) относительно мезоскопического устройства, но ячейки полученные по планарной схеме имеют более выраженный гистерезис.

Лучшее мезоскопическое устройство *n-i-p* показало КПД 21,6 %, в то время как самая высокая заявленная эффективность планарного *n-i-p* составляет 20,7 % [9]. Хотя мезопористый *PSC* демонстрирует лучшую эффективность, чем плоская структура, требуется более тонкий мезопористый слой и более высокий контроль при производстве.

Библиографический список

1. Экономика России, цифры и факты. Часть 7 Энергетика. – 2015. – 30 июня. – URL: <https://utmagazine.ru/posts/10560-ekonomika-rossii-cifry-i-fakty-chast-7-energetika> (дата обращения: 08.02.2020).
2. Кондрашин, В. И. Исследование влияния концентрации примеси на поверхностное сопротивление в ППП (полученных методом спрей-пиролиза) на основе диоксида олова / В. И. Кондрашин, Е. А. Печерская // Актуальные проблемы физической и функциональной электроники : материалы 19-й Всерос. молодежной науч. школы-семинара. – Ульяновск, 2016. – С. 175–176.
3. Electrical properties of transparent conductive ATO coatings obtained by spray pyrolysis / T. O. Zinchenko, V. I. Kondrashin, E. A. Pecherskaya, A. S. Kozlyakov, K. O. Nikolaev, J. V. Shepeleva // IOP Conference Series : materials Science and Engineering. – 2017. – № 225 (1). – P. 012255.
4. Зинченко, Т. О. Анализ материалов, используемых для производства прозрачных проводящих покрытий / Т. О. Зинченко, Е. А. Печерская // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. V Всерос. межвуз. науч.-практ. конф. / под редакцией Л. Р. Фионовой. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2018. – С. 256–258.
5. Шамин, А. А. Получение и исследование функциональных слоев солнечных элементов нового поколения на основе органо-неорганических перовскитов / А. А. Шамин, К. О. Николаев, Е. А. Печерская // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. IV Всерос. ежегодной межвуз. науч.-практ. конф. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2017. – С. 313–316.
6. Мартынов, А. В. Перспективы использования перовскитов в оптической электронике и фотоэнергетике / А. В. Мартынов, Ф. А. Абдуллин, А. В. Печерский // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. IV Всерос. ежегодной межвуз. науч.-практ. конф. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2017. – С. 297–300.
7. Hussain, I. Functional materials, device architecture, and flexibility of perovskite solar cell / I. Hussain, H. P. Tran, J. Jaksik et al. // Emergent mater. – 2018. – № 1. – P. 133–154.
8. Chun-Chao Chen. One-step, low-temperature deposited perovskite solar cell utilizing small molecule additive / Chun-Chao Chen, Zirou Hong, Gang Li, Qi Chen, Huanping Zhou, Yang Yang // Journal of Photonics for Enetgy. – 2015. – № 5. – P. 33–40.
9. Song, Zhaoning. Pathways toward high-performance perovskite solar cells: Review of recent advances in organo-metal halide perovskites for photovoltaic applications / Song, Zhaoning & Wathage, Suneth & Phillips, Adam & Heben, Michael // Journal of Photonics for Energy. – 2016. – № 6. – P. 022001.

УДК.621.3.032

Ш. А. Махмадалиева

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ В ТУРКМЕНИСТАНЕ

Аннотация. Представлено изучение товароведной оценки качества колбасных изделий, а также исследование и оптимизация ассортимента и показателей качества колбасных изделий, реализуемых на рынке города Ашхабат. В данной работе изучено состояние и перспективы развития рынка колбасных изделий; дана товароведная характеристика колбас-

ным изделиям; охарактеризованы объекты и методы исследования; представлены результаты исследований по оценке качества колбасных изделий на основании органолептических, физико-химических параметров; дана товароведная оценка полноты, достоверности и доступности информации по потребительской упаковке.

На современном этапе развития Туркменского рынка сбыта и производства колбасной продукции актуальны требования к качеству и прочие положения (классификация, ассортимент, экспертиза и пр.), что рассмотрено в данном исследовании [1].

Колбасными изделиями являются продукты из мяса, подвергнутого механической и химической обработке с добавлением неких остальных товаров. Колбасы являются высокоценными продуктами. История колбасы насчитывает не одно тысячелетие. Небольшие вареные или копченые колбаски, имевшие благодаря подобной обработке большой срок хранения, а также начиненные рубленным мясом и шпиком свиные желудки, как правило, тоже копченые, считались излюбленной едой на древнегреческих пирах. В Древнем Риме тоже делали маленькие вареные и копченые колбаски, но там их скручивали колечком или придавали вид цепочки.

Сегодня с этим продуктом знаком каждый. Наша любовь к нему удивительно сильна и постоянна. И, видимо, не случайно, так как он, по меньшей мере, способен очень быстро утолить чувство голода. Сегодня существует много разновидностей колбас и колбасных изделий. У населения всего земного шара наиболее популярный сорт колбас – варенные, несмотря на то, что из-за большого количества воды, входящей в их состав, они долго не хранятся. Исследование, направленное на повышение качества продукции, актуально, так как продукт стабильно пользуется хорошим спросом, в настоящее время в продаже имеется большой выбор колбас, что ставит потребителей перед обоснованным выбором изделий, а также ужесточает конкуренцию.

В статье осуществлен анализ ассортимента, проведена оценка качества колбасных изделий. Для реализации цели исследования сформулированы следующие задачи:

- анализ товарной характеристики колбасы и колбасных изделий Туркменистана;
- исследование сырья для производства данного продукта и определение факторов, влияющие на качество вареных колбасных изделий;
- описание процесса контроля качества колбасы и колбасных изделий в Туркменистане;
- анализ рисков процесса контроля качества колбасы и колбасных изделий в Туркменистане.

Для предотвращения распространения фальсификации необходимо осуществлять комплекс мер предупреждения и наказания. Одной из действенных мер должна стать широкая пропаганда методов идентификации товаров и обнаружения их фальсификации. Это принесет пользу продавцам -получателям товаров, так как выявление фальсифицированных товаров при приемке, отказ от приемки продукции с отклонениями по качеству в худшую сторону заставят недобросовестных изготовителей отказываться от реализации таких товаров через организованную торговлю.

Наружному осмотру подвергают не менее 10 % всего количества продукции от партии. Под партией понимают любое количество колбасных изделий одного вида, сорта, наименования, выработанных в течение одной смены, при соблюдении одного и того же технологического режима производства.

Способы и средства фальсификации колбасных изделий, методы ее обнаружения

Наименование	Способы и средства	Методы обнаружения
Колбасные изделия	Применение менее ценных наполнителей и добавок:	Органолептические методы:
Колбасные изделия	– костной муки; – крахмала; – белковых гидролизатов; – воды; – соли.	По внешнему виду и консистенции; йодкрахмальная проба микроскопические методы; оценка по консистенции определения влаги; оценка по вкусу.
Колбасные изделия	– пересортица; – замена колбас в/с и 1-го сорта соответственно 1-м и 2-м сортами.	– по консистенции. – по вкусу и запаху. – визуальный контроль по вязке батонов. – по виду фарша на разрезе(наличие грубых волокон других включений)

Для проведения органолептических, химических и бактериологических испытаний выборочно проводят отбор единиц продукции, подвергнутой внешнему осмотру [2, 3]:

– от изделий в оболочке массой более 2 кг – в количестве 2 для всех видов испытаний, причем при одновременном отборе единиц продукции в первую очередь отбирают для бактериологических испытаний;

– от изделий массой менее 2 кг – в количестве 2 для каждого вида испытаний.

При получении неудовлетворительных результатов испытаний хотя бы по одному из показателей проводят повторный отбор удвоенного количества единиц продукции. Результаты повторных испытаний являются окончательными и распространяются на всю партию.

Для бактериологических испытаний пробы отрезают стерильным ножом. Из отобранных единиц продукции берут разовые пробы, из которых составляют общую для каждого вида изделий пробу: от колбасных изделий – не менее двух разовых проб длиной 15 см каждая от края батона.

Из отобранных единиц продукции берут разовые пробы и из них составляют общие пробы: одну – для органолептических испытаний, другую – для химических.

Отбор разовых проб проводится в том же порядке, что и для бактериологических испытаний, таким образом, чтобы общая проба составила массу 800–1000 г для органолептических испытаний и массу 400–500 г для химических испытаний.

Общие пробы для бактериологических испытаний упаковывают в стерильную пергаментную бумагу или стерильную посуду. Общие пробы для органолептических и химических испытаний упаковывают каждую в отдельности в целлофан, пергаментную бумагу или полиэтиленовую пленку. К пробам прилагается акт отбора проб с указанием:

- наименования предприятия, выработавшего продукт;
- наименование организации, где отбирались пробы;
- обозначения стандарта, в соответствии с которым произведен отбор проб;
- наименования вида, сорта продукции и размера партии, от которой отобраны пробы;
- даты выработки и часа выработки;
- обозначения НТД, по которой выработан продукт;
- номера документа и даты сдачи-приемки;
- цели направления продукта на испытание;
- места и даты отбора проб;

– номера пробы; фамилии и должности лиц, принимавших участие в осмотре продукции и отборе проб.

Каждую партию колбасных изделий сопровождают удостоверением о качестве и безопасности, в котором указывают:

- номер удостоверения и дату его выдачи;
- наименование изготовителя;
- вид, наименование и сорт продукта;
- дату изготовления;
- номер партии;
- срок годности продукта;
- условия хранения продукта;
- результаты текущего контроля;
- обозначение настоящего стандарта;
- информацию о подтверждении соответствия.

Согласно проведенному анализу производство и реализация колбасных изделий ПТК «Стародубские колбасы» связаны с низкой степенью риска. Наибольшая рискованность проявляется по группе финансово-экономических рисков – 22,16 балла из 31,17. В этой группе наиболее значимые риски – недостаток сырья и неудовлетворительное качество сырья. Второе место занимает группа социальных рисков – 5,04 из 31,17. В данной группе наибольший риск события – недостаточный уровень материального стимулирования работников. Третье место занимает группа маркетинговых рисков – 3,53 из 31,17. Наиболее весомым в данной группе является риск неэффективной рекламной деятельности. Уровень риска по данному событию составляет 2,94. Четвертое место занимает группа технических рисков – 0,44 из 31,17.

Библиографический список

1. Антипова, Л. В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л. В. Антипова, И. А. Глотова, И. Рогов. – Ашгабат, 2014. – 571 с.
2. Хуршудян, С. А. Фальсифицированные пищевые продукты: Классификация и определение / С. А. Хуршудян // Пищевая промышленность. – 2018. – № 10. – С. 86.
3. Клинцов, А. А. Товароведение и экспертиза мяса и мясных товаров / А. А. Клинцов // Вестник Кыргызско-Российского славянского университета. – 2019. – Т. 9, № 5. – С. 166–171.

УДК 621.317

А. М. Метальников, О. В. Карпанин, М. С. Чайкин

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

РЕАЛИЗАЦИЯ УРОВНЕВОГО ПОДХОДА И НАПРАВЛЕННОСТИ ИССЛЕДОВАНИЙ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЕ

Аннотация. Важной целью разработки автоматизированной обучающей системы на основе лабораторных стендов является создание универсальной программно-методической основы. В системе реализуются уровневый подход и направленность исследований. Уровневый подход позволяет задать глубину изучения темы исследований. Направленность ис-

следований предоставляет возможность для изучения различных научно-технических направлений в рамках одной системы.

При разработке автоматизированной обучающей системы (АОС) помимо автоматизации измерений на базе персонального компьютера ставится задача создания универсальной программно-методической основы, позволяющей объединять в рамках единой системы аппаратное обеспечение, теоретические и справочные данные, методическое и другое необходимое информационное обеспечение.

Проведенный анализ соответствующих федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования и среднего профессионального образования, а также учебных планов различных учебных заведений России позволил условно сформулировать глубину изучения, которую необходимо освоить в ходе обучения:

- среднее специальное образование – «Ознакомление»;
- бакалавриат и специалитет – «Изучение и основы НИР»;
- магистратура – «Глубокое изучение и НИР»;
- аспирантура – «НИР и техническое творчество».

Разработку данной системы следует ориентировать в первую очередь на уровень подготовки «бакалавр» и «специалист» с возможностями реализации требований к другим ступеням образования [2].

Далее укажем общие требования к АОС по глубине изучения темы исследований.

Уровень «Ознакомление» позволяет изучить общее назначение и продемонстрировать основные характеристики и параметры объекта исследования. В данной подсистеме должна быть реализована не только подробная справочная система, но и грамотно построенная контекстная справка.

Уровень «Изучение и основы НИР» позволяет не только изучить основные параметры и характеристики объекта исследования, но и навыки построения методики эксперимента. Обучающийся должен также научиться анализу полученных результатов с возможностью расчета других характеристик и параметров на основе имеющихся полученных данных. Система контекстной справки может быть активной или нет в зависимости от методики преподавания или конкретных требований ведущего преподавателя. Справочная система не должна и не может заменять лекционные занятия и учебные пособия по изучаемой дисциплине, она лишь содержит минимальный объем знаний для успешного выполнения лабораторных работ.

Уровень «Глубокое изучение и НИР» предполагает в первую очередь возможность построения самостоятельной методики эксперимента. Система справки будет содержать лишь информацию о возможностях стендов АОС.

Уровень «НИР и техническое творчество» предполагает возможность изучения свойств, характеристик и параметров новых или модернизированных объектов исследования. Система справки будет содержать лишь информацию о возможностях стендов АОС.

В самом общем понимании направленность исследований при выполнении циклов лабораторных работ заключается в учете специфики подготовки учащегося в зависимости от области профессиональной деятельности, объектов профессиональной деятельности и основных видов профессиональной деятельности. На основе них формулируются профессиональные задачи и требования к образовательной программе данного уровня и направления подготовки в форме перечня профессиональных компетенций.

Далее необходимо выделить то направление подготовки, для которой требуется наиболее полная с максимальным уровнем сложности реализация возможностей АОС. Это нетрудно сделать, проанализировав учебные планы и содержание рабочих программ дисциплин.

Следующим шагом является анализ рабочих программ указанного направления соответствующих профилей подготовки в различных высших учебных заведениях. Это позволяет определить наиболее общие циклы лабораторных работ, требования к результатам обучения, справочной системе и системе контроля знаний. Такой анализ, с одной стороны, позволяет добиться высокой степени универсальности, а с другой – добиваться гибкости системы для ее адаптации при использовании в различных профессиональных образовательных программах.

Последующая реализация направленности исследований для других направлений и профилей подготовки достигается определением необходимых циклов, конкретных работ в пределах цикла и уровня сложности выполнения каждой работы. Необходимая настройка направленности комплекса АОС должна достигаться корректировкой справочной системы и системы контроля, а также возможностью корректирования целей и заданий для выполнения каждой лабораторной работы. Настройка АОС под конкретную основную профессиональную образовательную программу в основном сводится к своеобразному упрощению систем и подсистем автоматизированного комплекса.

Добавление в систему определенного стенда позволяет одновременно увеличить степень универсальности и гибкость в направленности изучения дисциплин, формирующие профессиональные компетенции [1]. Следовательно, один стенд может предоставлять возможности для изучения различных научно-технических направлений: материалы и элементы электронной техники, физика полупроводниковых приборов и структур, микро- и нанoeлектроника, теория электрических цепей, схемотехника, измерительная техника, метрология, автоматизированные измерительные системы и комплексы.

Таким образом, структура и интерфейс аппаратно-программного комплекса АОС должны предоставлять возможности произвольной компоновки стендов и объектов исследования, выбора уровня сложности каждой работы и корректировки справочной системы и системы справки. Ведущий преподаватель также должен иметь возможность корректировать в определенных рамках цели и задачи выполнения конкретной работы.

Библиографический список

1. Печерская, Е. А. Методология научных исследований материалов нано- и микроэлектроники: модели предметной области : учеб. пособие / Е. А. Печерская, В. А. Соловьев, Ю. А. Вареник, О. В. Карпанин. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2012. – 154 с.
2. Полупроводниковые структуры и приборы (Автоматизированный лабораторный практикум) : учеб. пособие / В. И. Волчихин, С. П. Медведев, Ю. А. Вареник, А. М. Метальников, О. В. Карпанин, Р. М. Печерская. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2013. – 198 с.

УДК 53.082.722.4

Т. Б. Неврюзина

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ЕМКОСТНЫЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ТОПЛИВА

Аннотация. На сегодняшний день существует большое количество модификаций датчиков, которые предназначены для измерения уровня топлива в различных средах, при различных температурах и климатических условиях. Исследовав и изучив методы измере-

ния уровня топлива, предложен преобразователь уровня топлива, основанный на емкостном методе измерения. Представлена и описана функциональная схема разработанного емкостного преобразователя уровня топлива.

Емкостный метод контроля уровня топлива является широко применяемым в промышленных условиях. Датчики, основанные на емкостном методе измерения, имеют надежные и простые конструкции, это единственные датчики, в которых уровень жидкости воздействует на ЧЭ напрямую, минуя промежуточные преобразования, что повышает точность и снижает вероятность ошибки измерения. Емкостные датчики являются универсальным средством для контроля уровня различных сред [1, 2].

Емкостные датчики уровня имеют методические и инструментальные погрешности, обусловленные изменением диэлектрической проницаемости измеряемой среды при изменении ее температуры и состава [3–5]. Изменение зазора даже на 0,1 мкм может вызвать существенную погрешность, поэтому необходимо продумывать вопросы крепления пластин и защиты их от выпадения осадков на них [6–9].

Суммарная погрешность измерения уровня емкостным методом составляет $\pm(0,5-1,0) \%$ от диапазона измерения.

В основе емкостного метода измерения лежит преобразование электрической емкости чувствительного элемента, изменяющейся пропорционально уровню измеряемой жидкости, в унифицированный сигнал постоянного напряжения [10–13].

Поскольку диэлектрическая проницаемость топлива отличается от диэлектрической проницаемости воздуха, то при изменении ее уровня в баке будет изменяться и емкость конденсатора, что следует из формулы (1)

$$C = C_1 + C_2 = \varepsilon_1 \Delta G_1 + \varepsilon_2 \Delta G_2, \quad (1)$$

где C – общая емкость конденсатора, пФ; C_1 – емкость участка конденсатора, содержащего жидкость, пФ; C_2 – емкость участка конденсатора, не содержащего жидкость, пФ; ε_1 – диэлектрическая проницаемость жидкой среды; ε_2 – диэлектрическая проницаемость газовой среды; G_1 – геометрический коэффициент участка конденсатора, содержащего жидкость; G_2 – геометрический коэффициент участка конденсатора, не содержащего жидкость.

Разработанная функциональная схема емкостного преобразователя уровня топлива, в которой содержатся резервуар с жидкостью, емкостный датчик, генератор гармонического сигнала и усилитель переменного напряжения изображена на рис. 1.

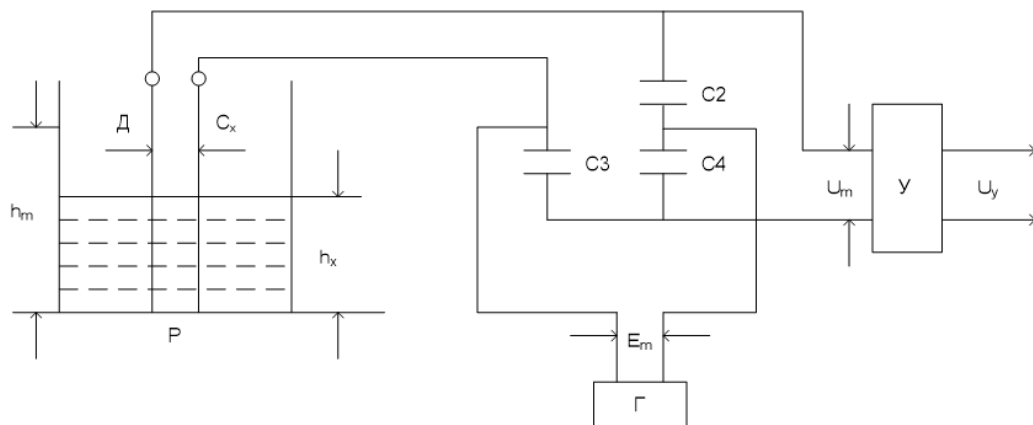


Рис. 1. Функциональная схема емкостного преобразователя уровня топлива

На рис. 1 приняты следующие обозначения: h_x – измеряемый уровень, h_m – максимальный измеряемый уровень, Р – резервуар с жидкостью, Д – емкостной датчик, C_x – емкость датчика, C_2 , C_3 , C_4 – конденсаторы измерительные (вместе с C_x образуют неуравновешенный мост), Г – генератор высокочастотного гармонического сигнала, E_m – амплитуда сигнала генератора, U_m – амплитуда напряжения на выходе моста, У – усилитель переменного напряжения, U_y – амплитуда выходного сигнала усилителя.

Предлагаемый емкостный преобразователь, в зависимости от настроек и градуировки в соответствии с параметрами контролируемой среды позволяет существенно уменьшить погрешность измерений (до $\pm 0,5\%$).

Библиографический список

1. Бесконтактные радарные измерения уровня. Сравнение различных технологий. Материалы компании TekKnow // Законодательная и прикладная метрология. – 2005. – № 3. – С. 24–29 с.
2. Вареник, Ю. А. Аппаратно-программный комплекс для исследований емкостным методом резонансных характеристик микроэлектромеханических структур / Ю. А. Вареник, И. А. Мочалова, Е. А. Печерская, Р. М. Печерская // Университетское образование : XVIII Междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 200-летию со дня рождения М. Ю. Лермонтова / под ред. А. Д. Гулякова, Р. М. Печерской. – Пенза, 2014. – С. 546–548.
3. Печерская, Е. А. Методы исследования температурных зависимостей диэлектрических параметров сегнетоэлектриков / Е. А. Печерская, В. А. Соловьев, А. М. Метальников, А. В. Бобошко // Известия высших учебных заведений. Электроника. – 2012. – № 2 (94). – С. 77–81.
4. Печерская, Е. А. Метрологические аспекты модели активного диэлектрика / Е. А. Печерская, Д. В. Рябов, Н. Д. Якушова // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. – 2012. – № 1. – С. 208–213.
5. Software – hardware complex for measurement and control of ferroelectrics parameters / E. A. Pecherskaya, D. V. Artamonov, V. I. Kondrashin, P. E. Golubkov, O. V. Karpanin, T. O. Zinchenko // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 1. Ser.: International Conference on Materials, Alloys and Experimental Mechanics, ICMAEM 2017. – India, 2017. – P. 012254.
6. Бабилов, О. И. Контроль уровня с помощью ультразвука / О. И. Бабилов. – Ленинград : Энергия, 1971. – 264 с.
7. Хансуваров, К. И. Техника измерения давления, расхода, количества и уровня жидкости, газа и пара / К. И. Хансуваров. – Москва : Изд-во стандартов, 1989. – 371 с.
8. Енухович А. С. Справочник по физике и технике / А. С. Енухович. – 3-е изд. перераб. и доп. – Москва : Просвещение 1989.
9. Филин, Н. В. Жидкостные криогенные системы / Н. В. Филин, А. Б. Буланов. – Ленинград : Машиностроение, 1995. – 247 с.
10. Краева, Е. М. Энергетические параметры высокооборотных насосов малого расхода / Е. М. Краева // Вестник Московского авиационного института. – 2011. – № 3. – С. 104–109.
11. Крапивных, Е. В. Влияние гидравлических характеристик подводных и отводящих магистралей на статические характеристики и работоспособность стабилизатора давления жидкостного ракетного двигателя / Е. В. Крапивных // Труды МАИ. – 2015. – № 80.
12. Колесников, А. Е. Ультразвуковые измерения / А. Е. Колесников. – Москва : Изд-во стандартов, 1982. – 267с.
13. Новицкий, П. В. Электрические измерения физических величин / П. В. Новицкий. – Ленинград : Энергоиздат, 1983. – 282 с.

Т. Б. Неврюзина

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ТОПЛИВА В САМОЛЕТЕ

Аннотация. Управление процессами, происходящими на борту самолета, невозможно без систем, контролирующих основные параметры полета [1]. Контроль уровня топлива является важной задачей при эксплуатации самолета. Исследовав и изучив принцип работы датчиков уровня жидкости, для системы контроля уровня топлива предложена модульная конструкция емкостного датчика уровня топлива, которая позволяет исключить влияние на информативный сигнал внешних помех. Представлен эскиз конструкции первичного преобразователя, используемого в разрабатываемой системе контроля, и описан принцип действия с помощью структурной схемы.

Измерение уровня жидкости является актуальной задачей. В настоящее время существует множество методов измерения уровня жидкости. Но несмотря на многочисленность методов проблема измерения уровня топлива в самолете полностью не решена [2]. Во многих случаях замечено, что на погрешность измерения влияет длина кабельной перемычки между первичным и вторичным преобразователями, следовательно, блок обработки сигнала должен находиться как можно ближе к чувствительному элементу. В статье рассматривается решение вышесказанной проблемы.

Для правильного выбора метода измерения и типа прибора важное значение имеют анализ и классификация средств, используемых в системе измерения уровня жидкостей, отличающихся конструктивными особенностями и принципом действия [3].

Определим основные признаки, которые помогут разработать систему контроля уровня топлива в самолете.

Приборы различают по резервуару в котором они используются, по способу действия, по свойствам измеряемой среды, по виду чувствительного элемента и по принципу работы.

Предлагаемая система будет находиться в баке самолета – рационально выбрать закрытый тип резервуара. Система будет непрерывно измерять действующее значение уровня, следовательно, первичным датчиком используем уровнемер. Измеряемой средой будет являться – керосин. Исходя из свойств измеряемой среды, для более точных измерений применим электрический вид чувствительного элемента. Так как система будет находиться непосредственно в измеряемой среде, делаем вывод, что следует разрабатывать прибор контактного действия.

Проанализировав известные методы измерения уровня жидкости и изучив свойства керосина, решено разработать систему контроля уровня топлива используя емкостный принцип измерения [6–8].

Емкостный метод основан на автоматическом измерении емкости датчика, погруженного в керосин.

Емкостной датчик (ЕД) измеряющий уровень жидкости посредством кабельной перемычки соединен со вторичным измерительным преобразователем (ВИП) предназначенным для обработки сигнала с (ЕД), который поступает в аналого-цифровой преобразователь (АЦП) и преобразуется в цифровой сигнал. Далее цифровой сигнал поступает в вычислительное устройство (ВУ), где происходит его обработка и выдача информации в исполнительное устройство (ИУ).

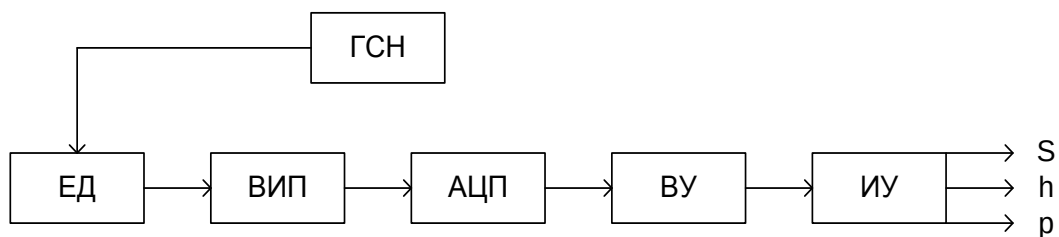


Рис. 1. Структурная схема системы контроля жидкости изученной системы

Для того чтобы влияние воздействующих факторов на информационный сигнал было минимальным, в конструкции нужно исключить кабельную перемычку, чтобы сигнал непосредственно с (ЕД) попадал в блок обработки сигнала, то есть (ВИП). Мы получим моноблочную конструкцию.

Предложено, перенести (ВИП) как можно ближе к чувствительному элементу датчика (рис. 2).

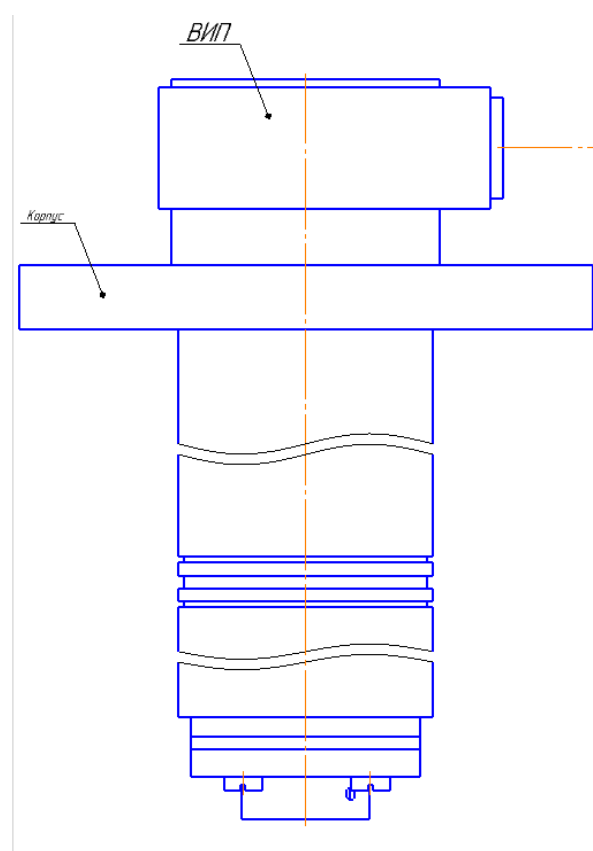


Рис. 2. Эскиз первичного емкостного измерительного преобразователя

Следовательно, изменив положение (ВИП), система контроля уровня топлива будет иметь вид (рис. 3).

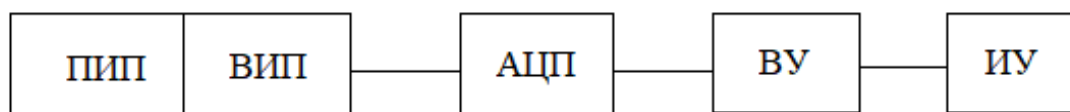


Рис. 3. Структурная схема системы контроля жидкости разработанной системы

Предлагаемая конструкция имеет первичный преобразователь (ПИП) емкостного типа, измеряющий уровень топлива и располагается рядом со вторичным преобразователем (ВИП), который обрабатывает сигнал с (ПИП).

В целях исключения влияния воздействующих факторов на информационный сигнал, в конструкции исключена кабельная перемычка, сигнал непосредственно с (ПИП) попадает в блок обработки сигнала.

Библиографический список

1. Хансуваров, К. И. Техника измерения давления, расхода, количества и уровня жидкости, газа и пара / К. И. Хансуваров. – Москва : Изд-во стандартов, 1989. – 371 с.
2. Бобровников, Г. Н. Методы измерения уровня / Г. Н. Бобровников, А. Г. Катков. – Москва : Машиностроение, 1977. – 167 с.
3. Вильнина, А. В. Современные методы и средства измерения уровня в химической промышленности : учеб. пособие / А. В. Вильнина, А. Д. Вильнин, Е. В. Ефремов. – Томск : Изд-во ТПУ, 2011. – 83 с.
4. Гончар, И. Датчики контроля уровня жидкости на терморезисторах / И. Гончар, П. Тихомиров, В. Шубарев // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. – 2008. – Спецвыпуск.
5. Ершов, М. Н. Методы измерения уровня жидких продуктов: теория и практика / М. Н. Ершов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2010. – Вып. 4.4.1. – С. 3–7.
6. Вареник, Ю. А. Аппаратно-программный комплекс для исследований емкостным методом резонансных характеристик микроэлектромеханических структур / Ю. А. Вареник, И. А. Мочалова, Е. А. Печерская, Р. М. Печерская // Университетское образование : XVIII Междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 200-летию со дня рождения М. Ю. Лермонтова / под ред. А. Д. Гулякова, Р. М. Печерской. – Пенза, 2014. – С. 546–548.
7. Software – hardware complex for measurement and control of ferroelectrics parameters / E. A. Pecherskaya, D. V. Artamonov, V. I. Kondrashin, P. E. Golubkov, O. V. Karpanin, T. O. Zinchenko // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 1. Ser.: International Conference on Materials, Alloys and Experimental Mechanics, ICMAEM 2017. – India, 2017. – P. 012254.
8. Controlling the temporal instability of the dielectric parameters of ferroelectrics / E. A. Pecherskaya, V. A. Solov'ev, A. M. Metal'nikov, Y. A. Varenik, I. M. Gladkov, D. V. Ryabov // Semiconductors. – 2013. – Т. 47, № 13. – P. 1720–1722.

УДК 796.412

С. С. Новиков

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

АНАЛИЗ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

Аннотация. Приведены результаты систематизации методов измерения двигательной активности человека: по затратам времени на определенные виды деятельности (хронометраж), по количеству произведенных локомоций, шагов (шагометрия), по затратам энергии. Проведены маркетинговые исследования средств контроля двигательной активности человека.

Для оценки параметров двигательной активности необходимо уточнение понятия «норма». Норма – зона оптимального функционирования системы. Сопоставительная норма – устанавливается после сравнения показателей людей, принадлежащих к одной совокупности. Индивидуальная норма – сравнение показателей одного человека в различных состояниях. Должная норма – устанавливается на основании требований, которые предъявляются человеку условиями жизни, профессией, бытовыми условиями. Однако представленные определения норм не так однозначны. В медицинской практике неоднократно предпринимались попытки охарактеризовать норму развития человека. Под нормой в медицине понимают типичное состояние, характерное для большинства людей, т.е. среднестатистическое состояние человека. Однако в настоящее время существуют многие показатели (близорукость, сколиоз, повышенное артериальное давление), присущие большинству людей.

В результате многочисленных исследований было установлено, что человек при детальном рассмотрении весьма далек от нормы и представляет собой индивидуальную совокупность признаков. На каждого человека влияют различные факторы: наследственность, социальная среда, условия жизни, труда и т.д., что ведет к существенным различиям в морфофункциональном состоянии и особенностях ежедневного поведения.

Некоторые авторы предлагают считать физиологической нормой двигательной активности людей – 15–20 тысяч шагов в день.

Как показывают исследования ряда авторов, оптимальная двигательная активность во многом способствует повышению физической и умственной работоспособности, совершенствованию морфо-функционального состояния организма, совершенствованию двигательных качеств и поддержанию их на определенном уровне, активному долголетию.

Следует отметить, что оптимальный объем двигательной активности имеет как минимальные, так и максимальные границы, недостаток или превышение которых отрицательно сказываются на состоянии здоровья. Пределы оптимального объема двигательной активности относительно и динамичны.

Специалисты отмечают, что наиболее полную информацию о качестве и объеме двигательной активности могут обеспечить только комплексные исследования, включающие регистрацию числа локомоций, частоту сердечных сокращений в отдельные периоды мышечной деятельности при помощи сумматоров пульса, хронометража, определения энерготрат, учет общего числа организованных и самостоятельных (нерегламентированных) форм двигательной активности, измерение биоимпеданса [1–3].

В отечественной литературе сформировалось три метода измерения двигательной активности: по затратам времени на определенные виды деятельности (хронометраж), по количеству произведенных локомоций, шагов (шагометрия), по затратам энергии. Наиболее информативным и объективным представляется измерение двигательной активности по израсходованной энергии, однако данный способ требует громоздкого оборудования и обладает большой погрешностью.

Хронометраж затрат времени на различные виды деятельности является субъективным методом, поскольку листы хронометража заполняют испытуемые, а они склонны преувеличивать ежедневную двигательную активность. Таким образом, наиболее информативным доступным является шагометрия. Получаемая в исследованиях величина суточной двигательной активности должна быть оценена. Для такой оценки используют нормы двигательной активности. Величина двигательной

активности колеблется от максимума, доходя до оптимума и минимума. Оптимум двигательной активности является необходимым условием достижения I степени здоровья. Пределы оптимума определяются как максимум, так и минимум двигательной активности. Превышение максимума и принижение отрицательно влияет на здоровье.

Методика шагометрии заключается в подсчете локомоций с помощью специальных приборов шагомеров. Предложены различные модели отечественных и зарубежных шагомеров, которые широко используются при количественной оценке двигательной активности, обусловленной перемещениями тела в пространстве [4–6].

Шагомеры используются только для индивидуального подсчета шагов при ходьбе, беге и прыжках. В настоящее время созданы модели шагомеров, которые фиксируют не только количество шагов, но и количество пройденных километров

Акселерометр – это портативный электронный счетчик количества движений. Учет движений происходит на основе

регистрации ускорений, возникающих при смещении органов локомоции. Высокочувствительные пьезоэлектрические сенсоры воспринимают изменение положения тела в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. Затем микропроцессор рассчитывает первую производную скорости движения, записывает оцифрованный сигнал в оперативную память для последующей обработки на компьютере. В зависимости от задач исследования акселерометр закрепляют на поясе, бедре или лодыжке и носят от нескольких часов до 7-ми суток и более, обеспечивая тем самым непрерывную регистрацию основных движений человека. Обобщение измерений во всех направлениях дает хорошую информацию об интенсивности и длительности предлагаемых физических нагрузок, что способствует успешному применению данного прибора в реабилитационной и физкультурно-спортивной практике.

Установлено что эффективным способом борьбы с гиподинамией является двигательная активность. Проведен анализ рынка средств контроля двигательной активности человека.

Библиографический список

1. Грачев, А. Ю. Аппаратно-программный комплекс для автоматизированных измерений биоимпеданса / А. Ю. Грачев, О. В. Карпанин, Е. А. Печерская // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2017. – № 1 (21). – С. 96–108.
2. Воробьева, Е. Ю. Факторы, влияющие на точность биоимпедансного анализа / Е. Ю. Воробьева, К. Ю. Крайнова, Е. А. Печерская, А. М. Бибарсова // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. VI Всерос. межвуз. науч.-практ. конф. / под ред. Л. Р. Фионовой. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2019. – С. 178–179.
3. Automated system for bioimpedance measuring / P. E. Golubkov, E. A. Pecherskaya, O. V. Karpanin, K. Y. Kraynova, D. V. Artamonov, Y. V. Shepeleva // International Conference of Young Specialists on Micro / Nanotechnologies and Electron Devices, EDM – Proceedings. – Novosibirsk, 2018. – P. 641–644.
4. Соломатин А. С. Разработка радиолокаторов для определения скорости движущегося объекта / А. С. Соломатин. – Москва : Радио и электроника, 1999.
5. Аш, Ж. Датчики измерительных систем : в 2 кн. : пер. с франц. / Ж. Аш, П. Андрэ, Ж. Бофрон. – Москва : Мир, 1992.
6. Хоровиц, П. Искусство схемотехники : в 2 т. : пер. с англ. / П. Хоровиц, У. Хилл. – Москва : Мир, 1983. – Т. 1.

С. С. Новиков, И. Н. Урваев

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

Аннотация. Целью разработки является повышение мотивации человека к более активному образу жизни. Система позволяет осуществлять контроль режимов тренировок, контроль затраченных калорий, контроль пройденного расстояния. Измеряемые параметры через Bluetooth поступают в приложение смартфона.

Если бы мы жили много столетий назад, то нам часто приходилось бы ходить, чтобы добывать еду, строить жилье, мастерить одежду. Тело человека создано, чтобы постоянно перемещаться. Наши ноги великолепно подходят для ходьбы и бега, руки для бросания и удерживания тяжестей. Но развитие цивилизации привело к автоматизации механического труда и развитию средств коммуникации. Из-за отсутствия необходимых нагрузок человек все больше времени проводит в сидячем или лежачем положении. Без работы мышцы слабеют и постепенно атрофируются. С течением времени отсутствие должной двигательной активности приводит к изменениям со стороны опорно-двигательного аппарата: уменьшается костная масса, страдает функция периферических суставов и позвоночника. В медицине недостаточную двигательную активность принято называть гиподинамией.

Единственным способом борьбы с гиподинамией является повышение двигательной активности человека и стремление к здоровому образу жизни. В последние годы здоровый образ жизни стал активно пропагандироваться как в модных СМИ, так и в повседневной жизни каждого человека. Значительно повысился интерес к физической культуре, к новым веяниям в мире спорта. Появилось множество устройств, позволяющих контролировать двигательную активность, ведь переутомление во время тренировки может негативно сказаться на здоровье человека. К сожалению, большинство этих устройств выпускаются зарубежными фирмами. Отечественные разработки предназначены в основном для профессионального спорта и мало пригодны для массового использования. Цель данной разработки – повышение мотивации человека к более активному образу жизни путем использования соответствующих технических средств.

Для того, чтобы разработать систему контроля параметров движения, необходимо рассмотреть процессы, происходящие при движении человека. Основной орган, участвующий в движении человека, – это стопа [1]. Стопа – это составная часть биомеханической системы опорно-двигательного аппарата и ее динамика не может быть рассмотрена вне связи с этой системой. Стопа преодолевает очень большие по величине и по продолжительности повторяющиеся нагрузки. Скорость, на которой стопа «приземляется» на опору, составляет при быстрой ходьбе составляет 5 метров в секунду (18 км в час), а при беге до 20 м в сек (70 км в час), что определяет силу столкновения с опорой равную 120–250 % от веса тела. В течение дня обычный человек совершает от 2 до 6 тысяч шагов (за год – 860 000 – 2 085 600 шагов).

К типовым движениям человека, связанным с нагрузкой стопы, принято относить ходьбу. Ходьба является одним из основных и естественных видов перемещения тела человека в пространстве [1]. Она представляет собой сложное, разно-

временно симметричное, циклическое движение, связанное с отталкиванием тела от опорной поверхности и перемещением его в пространстве. К основным параметрам, характеризующим ходьбу (рис. 1), относятся траектория перемещения центра масс тела, длина шага, длина двойного шага, угол разворота стопы, база опоры, а так же скорость перемещения и ритмичность ходьбы. База опоры – это расстояние между двумя параллельными линиями, проведенными через центры опоры пяток параллельно линии перемещения. База опоры определяет устойчивость тела человека. Разворот стопы – это угол, образованный линией перемещения и линией, проходящей через середину стопы: через центр опоры пятки и точку между 1 и 2 пальцем.

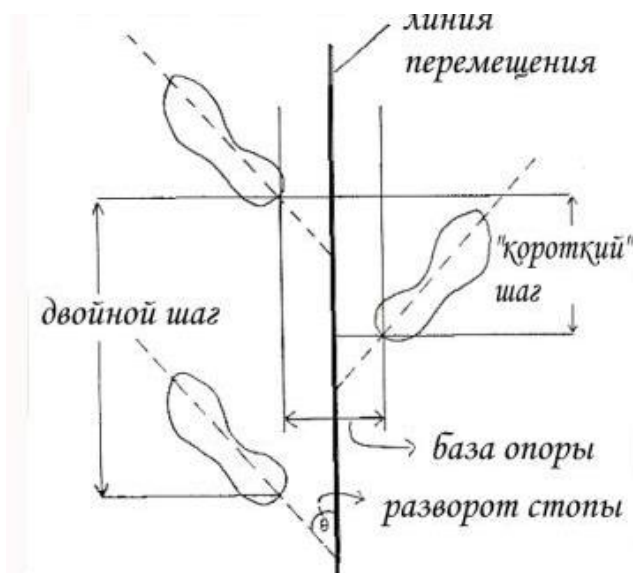


Рис. 1. Параметры ходьбы

Чем больше разворот стопы, тем больше база опоры, но меньше эффективность ходьбы (и наоборот). Короткий шаг – это расстояние между точкой опоры пятки одной ноги и центром опоры пятки противоположной ноги. Ритмичность – число шагов в минуту. Для взрослого – 113 шагов в минуту. Ритмичность – отношение длительности переносной фазы одной ноги к длительности переносной фазы другой ноги. Скорость ходьбы – число больших шагов в единицу времени, измеряется в единицах: шаг в минуту или километр в час. При ходьбе человек взаимодействует с опорной поверхностью, при этом возникают силовые факторы, называемые главным вектором и главным моментом сил реакции опоры. Кинематику ходьбы изучают с использованием гироскопов, позволяющих определить угол наклона стопы относительно линии гравитации. Динамические характеристики ходьбы изучают с помощью датчиков давления или тензодатчиков, вмонтированных в подошву обуви, а также акселерометров, позволяющих измерять ударное ускорение при отрыве пятки стопы от поверхности в процессе движения.

Авторами предлагается система измерения параметров двигательной активности. Структурная схема системы приведена на рис. 2. В состав системы ходят два блока: блоки контроля двигательной активности соответственно левой и правой ноги. Каждый блок содержит два узла: узел контроля давления стопы и узел контроля скорости ходьбы и удара ноги по поверхность. Узел контроля давления состоит из 4-х пленочных тензодатчиков, выполненных в виде тензомоста, нормирующих усилителей НУ1-НУ4, коммутатора К1, аналого-цифрового преобразователя АЦП, микропроцессора МП1. Узел контроля давления выполнен в виде обувной стельки (рис. 3) [2].

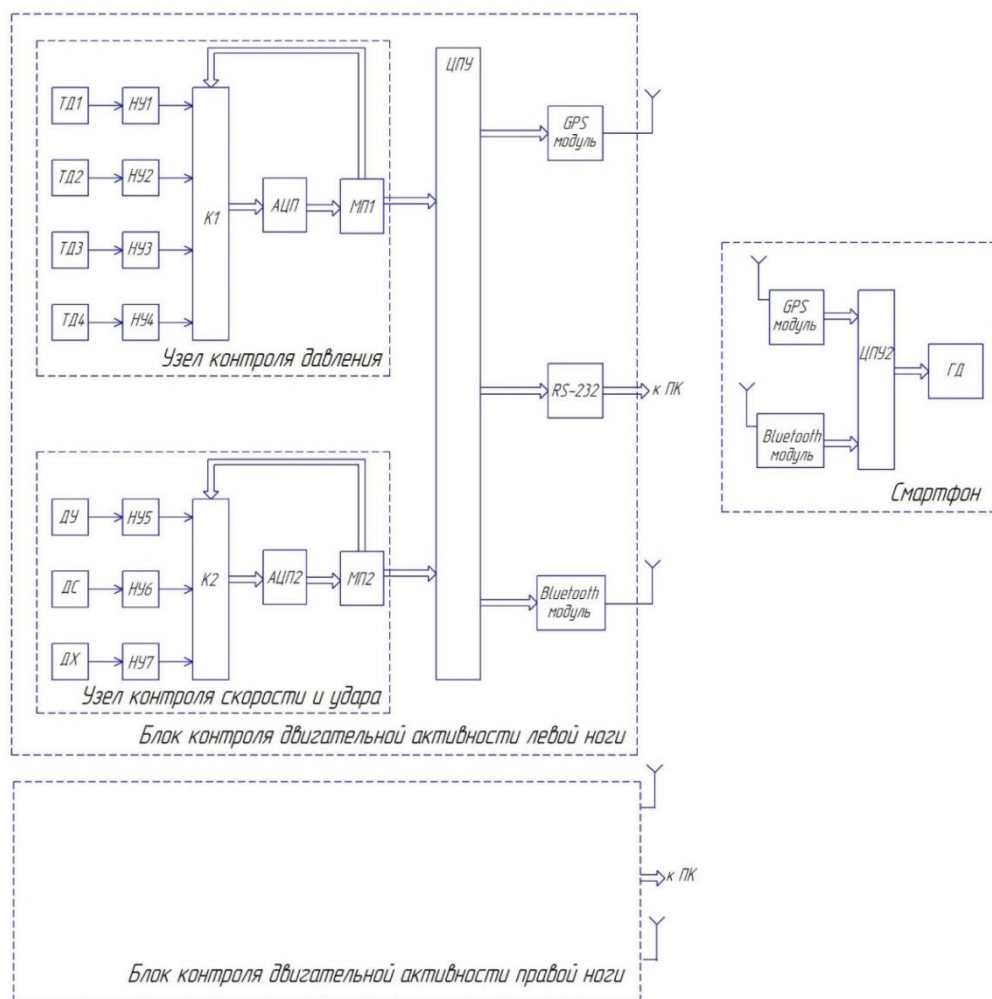


Рис. 2. Система измерения параметров двигательной активности

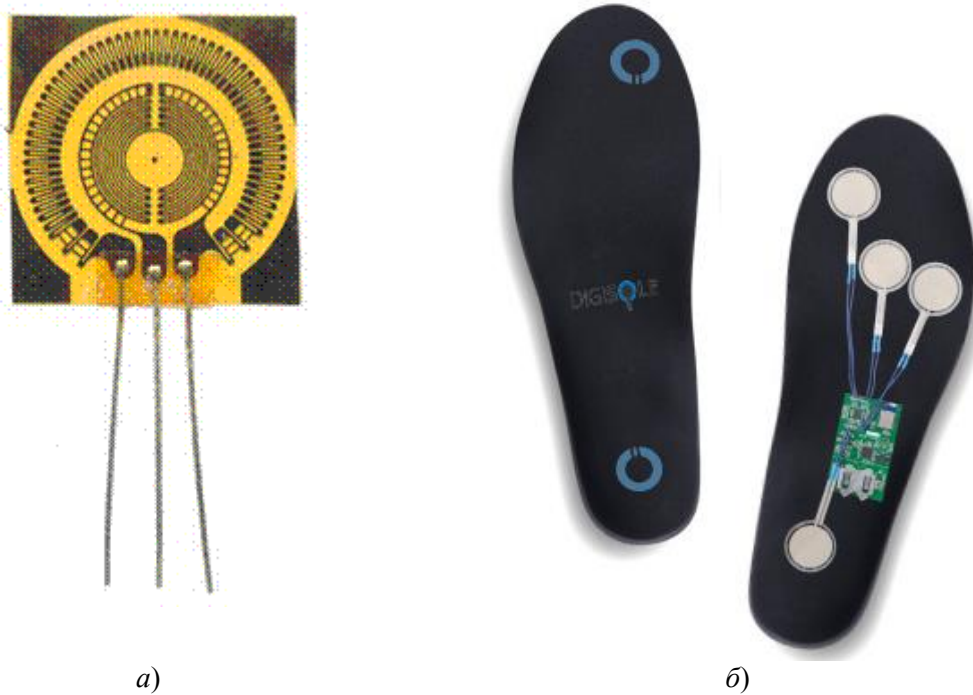


Рис. 3. Узел измерения силы реакции:
а – тензорезистивная матрица; б – тензометрическая стелька

Узел контроля скорости и удара состоит из гироскопа (датчика угла ДУ), акселерометра (датчика скорости ДС) и магнитометра – датчика Холла (ДХ). С помощью этих датчиков можно посчитать количество шагов, определить положение в пространстве. Магнитометр определяет положение системы в пространстве относительно земли и позволяет корректно настроить работу навигационной системы. Основным элементом узла контроля скорости и удара является 9-осевой микроэлектромеханический датчик типа MPU9255, в состав которого входят 3-хосевой гироскоп, 3-хосевой акселерометр, 3-хосевой компас и цифровой процессор Digital Motion Processor [3].

Система оснащена GPS-модулем приема-передачи данных для спутникового контроля для точного определения местонахождения человека.

Принцип работы системы заключается в следующем. Полученные данные с датчиков узлов контроля и давления усиливаются, преобразуются в цифровой код и передаются на входы микропроцессоров МП1 и МП2. Выходной сигнал микропроцессоров может быть передан по каналу передачи Bluetooth на смартфон. Управление системой осуществляется с помощью микроконтроллера ATmega328P [4], входящего в состав аналого-цифрового регистратора Arduino Nano, отличающегося малыми габаритными характеристиками (19 x 43 мм) и большими возможностями подключения периферийных устройств.

Предложенная система позволяет фиксировать такие параметры, как усилие стопы при соприкосновении с землей, силу удара о поверхность, распределение веса.

Результаты измерений передаются на смартфон и представляются на его графическом дисплее в виде гистограммы типа активности человека за весь период: частота, скорость, амплитуда, размах движений, характер движения, затраченные калории. По данным гистограммы и с учетом количественных параметров двигательной активности возможна выдача индивидуальных рекомендаций по коррекции образа жизни для нормального развития и функционирования организма человека.

Библиографический список

1. Дубровский, В. И. Биомеханика : учеб. для высших и средних заведений / В. И. Дубровский, В. Н. Федорова. – Москва : ВЛАДОС-ПРЕСС, 2003. – 672 с.
2. Аш, Ж. Датчики измерительных систем : в 2 кн. : пер. с франц. / Ж. Аш, П. Андрэ, Ж. Бофрон. – Москва : Мир, 1992.
3. 9 осевой датчик MPU 9255. – URL: <http://avrobot.ru/product>
4. Arduino Nano: обзор и характеристики платы от Arduino.

УДК 621.396.962.38

В. В. Петров, Г. А. Солодимова

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

СИСТЕМА РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПЕШЕГО СОЛДАТА В УСЛОВИЯХ БОЯ

Аннотация. Предлагается система для распознавания государственной принадлежности пеших солдат в условиях боя с определением местоположения цели и навигацией.

Потери от «дружественного» огня всегда сопровождали и будут сопровождать военные конфликты, тем более что последнее время в моду вошли международные коалиции. А там, где собраны войска разных стран, вероятность организационного хаоса и взаимонепонимания всегда выше. Поэтому сегодня как никогда востребованы технические средства, которые помогут сократить количество жертв от «дружественного» огня. Для определения государственной принадлежности объектов практически во всех армиях мира принято использовать системы радиолокационного опознавания (РЛО) [1], состоящие из запросчиков и ответчиков. Последние устанавливаются на опознаваемых объектах. Для решения названных задач в системе РЛО проводится автоматический обмен информацией между запросчиками и ответчиками. Инициатором обмена информацией выступает запросчик. Для обеспечения автоматического обмена информацией в системе РЛО, принятой в каждом государстве, используются единые частотные каналы и способы кодирования информации. Однако системы РЛО обладают большими массогабаритными параметрами, высокой энергоемкостью и предназначены, прежде всего, идентификации танков, самолетов, кораблей, а не людей. Сейчас конфликты нередко носят локальный характер, а используемое разными сторонами вооружение часто произведено в одной и той же стране. Системы РЛО в такой ситуации не работают. Необходимо переходить от защиты объекта к защите человека. Главное в современной войне – это человек, и понимать, свой он или чужой, необходимо на всех стадиях конфликта. В последние годы для идентификации боевого состава сухопутных войск стала использоваться технология инфракрасных (ИК) маяков, работающих в импульсном или непрерывном режиме. Свет, излучаемый таким маяком, не виден невооруженным глазом, но хорошо заметен в прибор ночного видения или тепловизор. Но и эта технология имеет недостатки: противник или заинтересованная в сокрытии сторона может легко имитировать ИК-метки, чтобы ввести поисковые системы или системы опознавания в «заблуждение» ввиду относительно легкой доступности ИК-оборудования для современной армии.

На наш взгляд, более перспективной технологией распознавания пешего солдата в условиях боя является технология радиочастотной идентификации. В настоящее время эта технология [2] достаточно широко используется в логистике и представляет этап развития технологии штрихового кодирования. Эта технология обеспечивает возможность идентификации объектов с использованием радиочастотного сигнала (Radio Frequency IDentification -RFID) и основывается на обмене данными без непосредственного контакта. Для работы RFID-системы необходимо три компонента: программное обеспечение; считыватель; набор RFID-меток. Влага, пыль, грязь и температурные колебания также не представляют проблем для технологии RFID. По своей сути RFID-системы сохраняют свойства РЛО, но с развитием изделий электронной техники их можно реализовать в значительно меньших габаритных размерах и сделать практически не потребляющими электроэнергии. Различают пассивные и активные RFID-системы. В активных системах RFID-метки работают от подключенной или встроенной батареи, они требуют меньшей мощности считывателя и, как правило, имеют большую дальность чтения. Пассивная RFID-метка функционирует без источника питания, получая энергию от сигнала считывателя. Пассивные метки меньше и легче активных, гораздо дешевле, имеют фактически неограниченный срок службы, но распознаются на малых (до нескольких см) расстояниях. Кроме того, чем выше частота передающего сигнала, тем больше расстояние до идентифицируемого объекта. Так, при частоте 100–500 кГц расстояние между объектом и считывателем может быть не более 1 м, при частоте 10–15 МГц это расстояние может достигать до 100 м, высокочастотные сигналы (свыше 2 ГГц) могут обеспечивать уверенную идентификацию объекта, расположенного на расстоянии от нескольких км от считывателя.

Авторами предлагается система, позволяющая идентифицировать пеших солдат в условиях боя с определением местоположения цели и навигацией, реализующая метод радиочастотной идентификации. Структурная схема предлагаемой системы приведена на рис. 1. В состав системы входят командно-диспетчерский пункт и набор ответчиков/запросчиков. Разрабатываемая система может входить в состав общей сети безопасности, как наземных сил, так и авиации. Связь может осуществляться по военным сетям через командно-диспетчерские пункты. Запросчик/ответчик одновременно выполняет роль как считывателя, так и RFID-метки. В каждом модуле содержатся GPS-приемник, светодиодный индикатор СД, пульт управления ПУ, микропроцессор МП, радиотрансивер РТ, при этом модуль должен быть связан с прицелом винтовки, а оснащение модулей датчиком GPS позволяет отслеживать местоположение объекта на интерактивной карте в командно-диспетчерском пункте. В каждом модуле используется портативный аккумулятор, т.е. модуль является активным. Модуль командно-диспетчерского пункта отличается от запросчиков/ответчиков рядового состава наличием графического дисплея ГД и возможностью подключения к войсковому серверу по каналу USB. Принцип работы системы заключается в следующем. В память микропроцессора МП заносится идентификационный номер военнослужащего. Прицел реагирует на RFID-метки (модули запросчик/ответчик), закрепленные на амуниции пехотинцев.

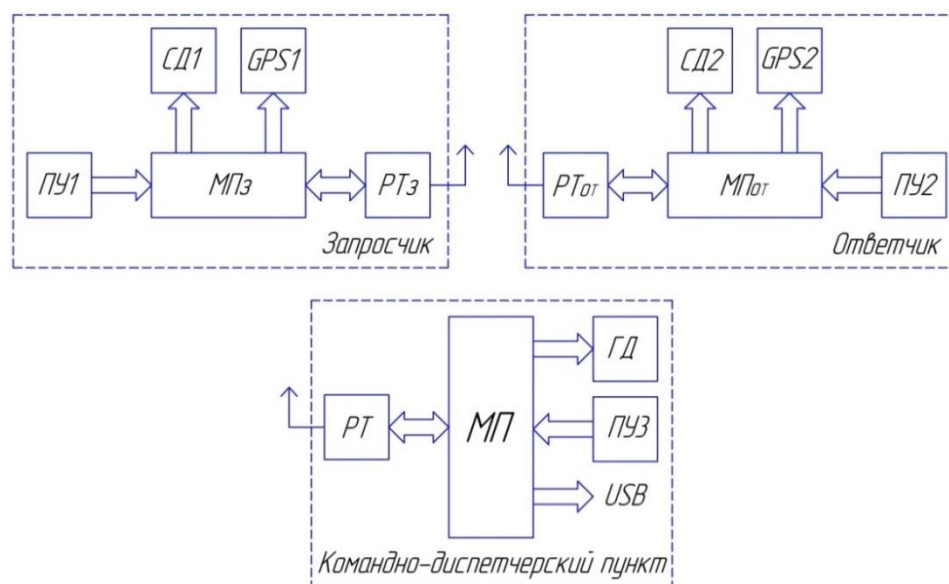


Рис. 1. Система радиочастотной идентификации пешего солдата

Солдат при идентификации неизвестного объекта наводит на него перекрестие прицела и нажимает переключатель ПУ модуля для выполнения запроса. Ответчик отзывается только после его облучения специальным радиолокационным импульсом. RFID-метка на солдате союзников отразит закодированный запрос на прицел винтовки кодом опознавания союзника, и на прицеле высветится слово «свой». Если цель не будет опознана, то на табло прицела появится сообщение «чужой» и выведется информация о расстоянии до цели и ее азимуте с привязкой к координатной сетке прицела.

Таким образом, предложенная система не требует наличия прямой видимости между объектами, сравнительно легко интегрируется в войсковую информационную сеть, а наличие малогабаритных радиотрансиверов позволяет сделать ее удобной для военнослужащего.

Библиографический список

1. Панько, С. П. Цифровая обработка радиолокационной информации / С. П. Панько. – URL: <http://www.mtk.com.by/co.htm>
2. Сайт «радиолокация». – URL: <http://radiosounding.ru>

УДК 681.518.3

М. В. Разумов, А. Н. Спиркин

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ МОБИЛЬНОГО РОБОТА

Аннотация. Рассматриваются основные составные части мобильного робота. Предлагается обобщенная структурная схема мобильного робота, которая показывает объединение управляющей, информационно-измерительной и системы связи в единую информационно-измерительную управляющую систему. На основании этого строится трехуровневая система управления мобильным роботом.

Согласно правительственному прогнозу научно-технологического развития РФ на период до 2030 г. робототехника включена в число приоритетных научных задач [1]. Робототехника ориентирована на создание роботизированных устройств, предназначенных для автоматизации сложных технологических процессов и операций, в том числе, выполняемых в недетерминированных условиях, для замены человека при выполнении тяжелых, утомительных и опасных работ.

Несмотря на различное конструктивное исполнение и выполняемые функции, мобильный робот в общем случае состоит из 4 систем (рис. 1): информационно-измерительной («Сенсорика»), управляющей («Мозг»), исполнительная («Моторика») и системы связи с другими роботами, человеком или внутренними системами робота («Язык»)

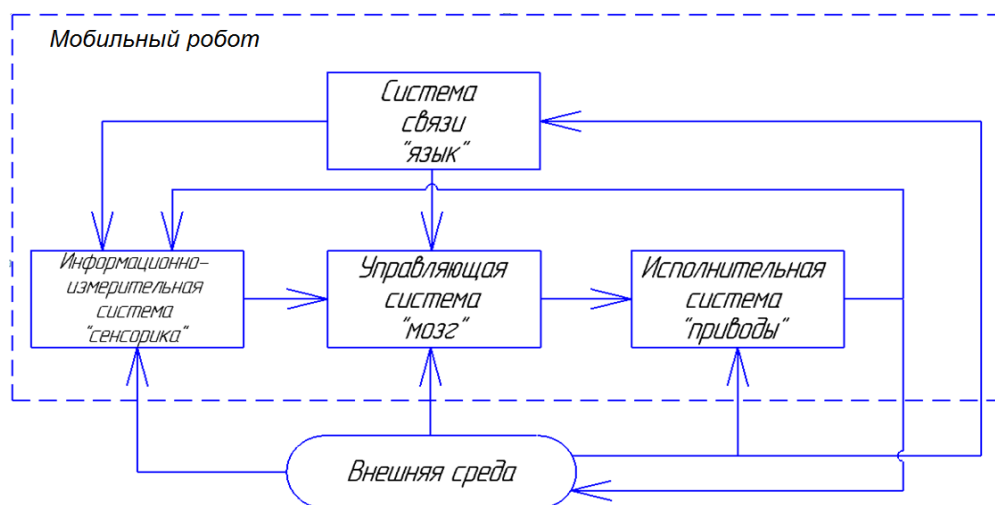


Рис. 1. Обобщенная структурная схема робота

Информационно-измерительная система («Сенсорика») – это искусственные органы чувств робота, которые предназначены для восприятия и преобразования информации о состоянии внешней среды и самого робота в соответствии с потребителями управляющей системы («мозга») робота.

Управляющая система («Мозг») робота предназначена, во-первых, для выработки закона управления приводами (двигателями) механизмов исполнительской системы, используя сигналы обратной связи от информационно-измерительной системы; во-вторых, для общения робота с человеком на каком-либо языке. Интеллектуальные способности робота определяются управляющей и информационно-измерительной системой.

Исполнительная система («Моторика») робота служит для выполнения управляющих сигналов (программы), формируемых управляющей системой, а также воздействия на окружающую среду. Примеры исполнительных систем: манипуляторы (механические руки), педипуляторы (механические ноги) и др.

Система связи робота предназначена для организации обмена информацией между системами робота, между роботом и человеком или другими роботами на понятном им языке. Цель такого обмена – формулировка человеком заданий роботу, организация диалога между человеком и роботом, контроль за функционированием робота, диагностика неисправностей и регламентная проверка робота. Информация от человека к роботу обычно поступает через пульт управления или через устройство ввода (набор команд с клавиатуры, речевое общение, ввод видеоинформации, ввод информации с помощью биопотенциалов и др.) [2].

Таким образом, человек может передавать информацию роботу как путем непосредственного ее занесения в память управляющей системы, так и путем воздействия через искусственные органы чувств.

Совокупность управляющей, информационно-измерительной и системы связи образует информационно-измерительную управляющую систему (ИИУС) мобильного робота, которая обеспечивает обработку и передачу информации, и непосредственное управление приводами и механизмами исполнительской системы с целью организации активного взаимодействия робота с окружающей средой и выполнения задач, сформулированных человеком. Сложность реализации ИИУС определяется многообразием решаемых задач, выполняемых роботом, неопределенностью внешней среды и требуемой степенью автономности самого устройства. Именно развитие ИИУС определяет уровень «интеллекта» мобильного робота [3, 4].

В общем случае ИИУС содержит три уровня управления: верхний (стратегический), средний (тактический) и нижний (исполнительный), которые имеют встроенные механизмы адаптации, работающие на основе оценки качества реализации планов различного уровня в реальном физическом мире. Организация взаимодействия уровней управления должна позволять принимать решение на том уровне, который в данный момент обладает наиболее достоверной информацией, без передачи управления на более высокий уровень [5]. ИИУС – это «мозг» мобильного робота, который служит для выработки законов управления механизмами исполнительской системы на основе заложенной программы с учетом сигналов обратной связи от сенсорной системы.

С точки зрения теории информации [2] мобильный робот представляет собой типичный пример синергии, т.е. того, как сумма ранее известных составных частей (манипуляторов, ЭВМ, сенсорики) дает новое качество – принципиально новый тип технического устройства, обладающего в достаточно развитом варианте искусственным интеллектом, искусственными органами чувств (сенсорика), способностью воспринимать окружающую среду и активно воздействовать на нее, обучаясь и совершенствуясь в ходе этого процесса. Информация от человека поступает обычно

через устройство ввода или пульт управления путем физического воздействия (нажатие кнопки или клавиши, речевое общение, ввод информации с помощью биопотенциалов).

Таким образом, можно констатировать, что наука о технических измерениях в процессе своего развития вступила в новую фазу, чему способствовало применение ИИУС в робототехнике. Функциональное отличие ИИУС для робототехники состоит в том, что она позволяет получать комплексную характеристику окружающей обстановки: наряду с датчиками состояния комплекса, характерных для любых систем управления появляются датчики состояния внешней среды.

Библиографический список

1. Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года. – URL: http://www.consultant.ru/cons_doc_LAW_157978
2. Цапенко, М. П. Измерительные информационные системы: Структуры и алгоритмы, системотехническое проектирование : учеб. пособие для вузов / М. П. Цапенко. – 2-е изд. – Москва : Энергоатомиздат, 2015. – 438 с.
3. Печерская, Е. А. Методики принятия решений как составная часть интеллектуальной системы поддержки исследований материалов функциональной электроники / Е. А. Печерская, А. В. Бобошко, В. А. Соловьев // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. – 2011. – № 1. – С. 229–231.
4. Software – hardware complex for measurement and control of ferroelectrics parameters / E. A. Pecherskaya, D. V. Artamonov, V. I. Kondrashin, P. E. Golubkov, O. V. Karpanin, T. O. Zinchenko // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 1. Ser.: International Conference on Materials, Alloys and Experimental Mechanics, ICMAEM 2017. – India, 2017. – P. 012254.
5. Intelligent system for active dielectrics parameters research / E. A. Pecherskaya, P. E. Golubkov, A. V. Fimin, T. O. Zinchenko, A. V. Pechersky, J. V. Shepeleva // Procedia Computer Science. Ser.: International Conference on Computational Intelligence and Data Science, ICCIDS 2018. – India, 2018. – P. 1163–1170.

УДК 621.865.8(075.8)

М. В. Разумов, А. Н. Спиркин, И. Н. Урваев

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОМ-СПАСАТЕЛЕМ

Аннотация. Рассматривается структура аппаратно-программного комплекса, предназначенного для управления роботом-спасателем. Показано, что предложенный аппаратно-программный комплекс позволяет роботу-спасателю принимать самостоятельные решения, исходя из анализа окружающей обстановки без помощи оператора, тем самым снижая риск проведения поисково-спасательных работ.

Россия по своему географическому положению подвержена воздействию широкого спектра опасных природных явлений и процессов, таких как землетрясения, оползни, наводнения, пожары, смерчи и т.д. Но наибольшую угрозу сегодня для нашей страны представляют чрезвычайные ситуации техногенного характера, которые связаны со старением оборудования, авариями в коммунальных системах жизнеобеспечения, транспортными авариями, снижением уровня техноло-

гической дисциплины на опасных производствах и т.д. В результате возникновения этих чрезвычайных ситуаций значительную часть аварийно-спасательных работ по их ликвидации приходится проводить в условиях загрязнения территорий и атмосферы радиоактивными, химическими и биологическими опасными веществами.

При проведении спасательно-поисковых работ актуальной задачей является снижение риска для жизни спасателей путем освоения и более широкого применения современных робототехнических систем, способных повысить эффективность аварийно-спасательных, противопожарных, неотложно-восстановительных и других специальных работ.

В настоящее время в большинстве случаев управление роботом-спасателем осуществляет человек-оператор, при этом от человека требуется непрерывное наблюдение за действиями робота и оперативное управление его действиями. Такой подход определяется неспособностью робота принимать самостоятельные решения и имеет ряд недостатков. К ним можно отнести необходимость постоянного канала связи с человеком (кабельная связь или радиосвязь), что существенно ограничивает область применения робота. Также, при выполнении технологических операций оператор, используя информацию об объекте и ходе выполнения работ, полученную с телекамер и выведенную на экраны мониторов, непрерывно управляет исполнительными механизмами манипулятора и транспортного средства в режиме ручного управления.

Сложный процесс управления в сочетании с характером выполняемых работ, требующих повышенного внимания и осторожности, приводит к быстрой утомляемости оператора и, как следствие, увеличению вероятности ошибочных действий. Кроме того, человек не всегда может правильно оценить обстановку по данным телеметрии и осуществить адекватное управление. Указанных недостатков можно избежать, если управление со стороны человека-оператора будет проводиться не на уровне движений, а на уровне постановки цели. В этом случае робот должен самостоятельно или при минимальном участии человека выполнять поставленные задачи. Это остро востребовано в тех случаях, когда участие человека в процессе управления роботом-спасателем затруднительно или невозможно [1].

Авторами предлагается аппаратно-программный комплекс интеллектуального управления роботом-спасателем, позволяющий роботу-спасателю принимать самостоятельные решения, исходя из анализа окружающей обстановки. В состав комплекса входят подсистема восприятия среды, подсистема связи, подсистема планирования и эффекторная (исполнительная) подсистема (рис. 1).

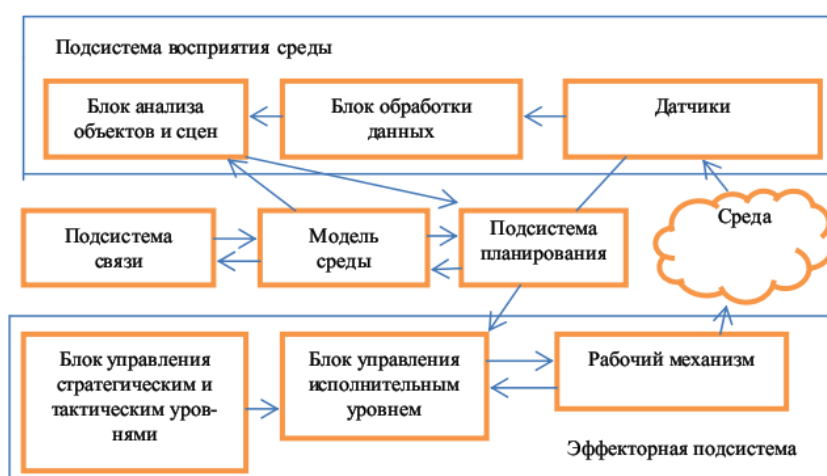


Рис. 1. Структурная схема аппаратно-программного комплекса робота-спасателя

Основными элементами подсистемы восприятия среды являются датчики, объединенные по группам. Группа кинестетических датчиков формирует информационный массив данных об обобщенных координатах и силах (положении и относительных перемещениях отдельных рабочих органов и развиваемых ими усилиях). С помощью датчиков этой группы измеряется положение, скорость, силу и моменты в сочленениях многозвенных исполнительных механизмов. Группа локационных датчиков предназначена для определения и измерения физических параметров среды путем излучения и приема отраженных от объектов сигналов (оптических, акустических, электромагнитных). По значениям этих параметров формируется локационный образ среды (сцены), который используется для идентификации объектов. Группа визуальных датчиков обеспечивает получение информации о геометрических и физических характеристиках внешней среды на основе анализа ее освещенности в оптическом диапазоне (инфракрасном, рентгеновском, СВЧ). Группа тактильных контактных датчиков определяет характер контакта с объектами внешней среды в целях их распознавания или оценки границы сцены. Эти датчики целесообразно выполнять в виде тактильных матриц или силомоментных датчиков.

Сигналы с датчиков поступают в блок обработки данных и далее применяются для анализа рабочей сцены и находящихся на ней объектов. При анализе объектов и сцен используется модель среды в виде априорной информации (математической модели) о рабочей среде расположения робота, которая уточняется с помощью подсистемы связи. Полученная с датчиков информация используется на исполнительном, тактическом и стратегическом уровнях.

К датчикам робота-спасателя, в отличие от датчиков общепромышленного применения, предъявляются более жесткие требования [2]:

- унифицированность (наличие нормативного диапазона выходного сигнала);
- высокая надежность и помехоустойчивость в условиях электромагнитных помех, колебаний напряжения и частоты;
- малогабаритность, простота конструкции, «размещаемость» на захватном устройстве и других частях манипулятора при ограниченной площади в объеме;
- развязка выходных и входных цепей, простота юстировки и обслуживания;
- возможность абсолютного отсчета параметров.

Современный уровень развития датчико-преобразующей аппаратуры позволяет обеспечить вышеперечисленные требования, используя MEMS технологию (MicroElectroMechanical Systems – микроэлектромеханических систем) [3, 4]. Под технологией MEMS понимают технологию микрообработки, позволяющую изготавливать кремниевые микросхемы с крошечными механическими элементами. MEMS-датчики получаются путем комбинирования механических элементов и электроники на общем кремниевом основании посредством технологий микропроизводства. Все элементы могут быть реализованы в виде единого изделия, причем сразу десятками или сотнями, как микросхемы на кремниевой пластине. В основе этого лежит апробированная традиционная технология производства полупроводниковых интегральных микросхем.

Таким образом, предложенная в работе архитектура построения аппаратно-программного комплекса позволит повысить эффективность выполняемых поисково-спасательных работ и расширит сферу применения роботов за счет обеспечения их автономной работы в частично недетерминированных условиях. Также упрощается задача человека-оператора, который, будучи освобожденным от управления роботом на уровне действий, получает возможность лучше сосредоточиться на задачах более высокого уровня. Кроме того, снижаются требования к квалификации оператора, поскольку отсутствует необходимость его обучения управлению элементарными движениями робота.

Тема поисково-спасательных роботов, оснащенный аппаратно-программным интеллектуальным комплексом, особо интересна тем, что она не только позволяет спасти человеческие жизни во время возникновения чрезвычайных ситуаций, но может быть развита до роботов, которые оперируют на других планетах, на астероидах, в ядерных реакторах, при высоком давлении или химическом загрязнении окружающей среды. Иными словами, робот будет способен выполнять функции, которые не смог бы выполнить человек, находясь в том же месте и в то же время.

Библиографический список

1. Юревич, Е. И. Основы робототехники / Е. И. Юревич. – 3-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2012. – 368 с.
2. Интеллектуальные роботы / И. А. Каляев, В. М. Лохин, И. М. Макаров, С. В. Манько, М. П. Романов, Е. И. Юревич / под общ. ред. Е. И. Юревича. – Москва : Машиностроение, 2007.
3. Сайт Русской Ассоциации МЭМС. – URL: www.mems-russia.ru
4. Сысоева, С. А. Датчики близости/положения/расстояния Важные обновления и дальнейшие перспективы / С. А. Сысоева // Компоненты и технологии. – 2008. – № 3. – URL: http://www.kit-e.ru/articles/sensor/2008_3_44.php

УДК 681.586

С. Н. Саидов

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ЦИФРОВОЙ ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ

Аннотация. Представлен обзор и анализ современных датчиков температуры, их типов в зависимости от областей применения.

В последние годы на предприятиях всех отраслей большое внимание уделяется дооснащению и переоснащению производства современными измерительными средствами – датчиками. Это связано с рядом технических и экономических причин [1, 2]:

- существующий на предприятиях приборный парк устарел и не отвечает требованиям к точности измерений;

- ряд важных показателей работы агрегатов оперативно не измеряется, что сказывается на качестве и себестоимости продукции, а, следовательно, снижает конкурентоспособность производства;

- значительный подъем цен на энергоносители заставляет повышать требования к их учету, что ведет к необходимости дооснащения измерительного парка датчиками высокой точности, стабильности, надежности;

- эффективность управления производством на всех уровнях зависит в первую очередь от полноты и точности оперативного контроля и учета производственных показателей, т. е. от достаточно полного оснащения производства соответствующими датчиками;

- качество работы систем автоматизации технологических процессов в значительной степени определяется качеством работы их основного звена существующих датчиков, а они нередко ограничивают точность и стабильность поддержания заданного режима процесса.

Автоматизация различных технологических процессов, эффективное управление различными агрегатами, машинами, механизмами требуют многочисленных измерений разнообразных физических величин.

Датчики (в литературных источниках часто называемые также измерительными преобразователями), или по-другому, сенсоры являются элементами многих автоматизированных систем измерений и контроля, с их помощью которых получают измерительную информацию о параметрах контролируемой системы или компонента, материала [3–5].

Температурные датчики относятся к числу наиболее часто используемых датчиков. Температурные датчики используются всеми типами оборудования, начиная от компьютеров, автомобилей, кухонной техники, кондиционеров и (конечно) домашних термостатов. Пять наиболее распространенных типов температурных датчиков включают в себя:

- термисторы;
- термопары;
- RTD (резистивные датчики температуры);
- цифровые микросхемы термометров;
- аналоговые микросхемы термометров.

Рассмотрим подробнее перечисленные типы датчиков. Как следует из названия, термистор (т.е., терморезистор) представляет собой датчик температуры, сопротивление которого зависит от температуры.

Термопары обычно используются для измерения более высоких температур и более широких температурных диапазонов. Чтобы резюмировать, как работают термопары, отметим, что любой проводник, подвергнутый температурному градиенту, будет генерировать небольшое напряжение. Это явление известно как эффект Зеебека.

Резистивные датчики температуры (RTD), также известные как резистивные термометры, являются, пожалуй, самыми простыми для понимания датчиками температуры. RTD похожи на термисторы, поскольку их сопротивление изменяется с изменением температуры. Однако вместо использования специального материала, чувствительного к изменениям температуры (как в термисторах), RTD используют катушку из проволоки, накрученную вокруг сердечника из керамики или стекла.

Провод в RTD выполнен из чистого материала, как правило, из платины, никеля или меди, и этот материал обладает точной зависимостью сопротивления от температуры, которая используется для определения измеряемой температуры [6].

Цифровые температурные датчики сложнее, но они могут быть очень точными. Кроме того, они могут упростить всю разработку, поскольку аналого-цифровое преобразование происходит внутри микросхемы термометра, а не в отдельном устройстве, таком как микроконтроллер. Например, от MaximIntegrated имеет точность $\pm 0.5^\circ\text{C}$ и диапазон температур от -55°C до $+125^\circ\text{C}$.

Кроме того, некоторые цифровые микросхемы могут быть настроены на питание от линии данных, что позволяет подключать их только двумя проводами (то есть, данные/питание и земля).

Цифровые датчики являются на текущий момент самым оптимальным решением для работы с микроконтроллерами, если нет каких-то специфических условий. В отличие от аналоговых, цифровые могут работать в длинной проводной линии и их сигнал более устойчив к помехам [7].

Рабочий интерфейс позволяет подключать одновременно несколько цифровых датчиков на линию, осуществляя покрытие большой территории датчиками, и считывая градиент изменения температур на площади. Цифровые измерители способны работать даже с самыми примитивными интерфейсами. Цифровые датчики

температуры за своим огромным ассортиментом скрывают удобные интегрированные решения, предоставляющие возможность получать показания температуры в готовом виде посредством цифровых интерфейсов. Как правило, цифровые датчики температуры подключаются по интерфейсам SPI и I2C. Что касается меня – датчики температуры – это низкоскоростные устройства и тратить на них SPI расточительно.

Аналого-цифровые измерители могут иметь достаточно долгое время преобразования сигнала от измерительного элемента в цифру (до 1 секунды в высоком разрешении), но точность при этом остается весьма высокой (погрешность около ± 0.5 °C при измерении в районе комнатных температур). Цифровой датчик температуры – это далеко не весь потенциал цифры. В таком датчике также может быть совмещен и измеритель влажности воздуха.

Библиографический список

1. Аш, Ж. Датчики измерительных систем : пер. с франц. / Ж. Аш, П. Андрэ, Ж. Бофрон. – Москва : Мир, 1992. – Кн. 1. – 480 с. ; 1992. – Кн. 2. – 460 с.
2. Литвиненко, В. В. Автомобильные датчики, реле и переключатели : краткий справочник / В. В. Литвиненко. – Москва : За рулем, 2008. – 177 с.
3. Печерская, Е. А. Методы исследования температурных зависимостей диэлектрических параметров сегнетоэлектриков / Е. А. Печерская, В. А. Соловьев, А. М. Метальников, А. В. Бобошко // Известия высших учебных заведений. Электроника. – 2012. – № 2 (94). – С. 77–81.
4. Голубков, П. Е. Методы измерения температуры в процессе микродугового оксидирования / П. Е. Голубков, А. В. Мартынов, Е. А. Печерская // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы (ВМНПК – 2018) : материалы V Всерос. межвуз. науч.-практ. конф. (г. Пенза, 14 марта 2018 г.). – Пенза : Изд-во ПГУ, 2018. – С. 245–248.
5. Controlling the temporal instability of the dielectric parameters of ferroelectrics / E. A. Pecherskaya, V. A. Solov'ev, A. M. Metal'nikov, Y. A. Varenik, I. M. Gladkov, D. V. Ryabov // Semiconductors. – 2013. – Т. 47, № 13. – Р. 1720–1722.
6. Петунин, А. Н. Приборы для измерения давления, температуры и скорости / А. Н. Петунин. – Москва : Машиностроение, 2015. – 260 с.
7. Саченко, А. А. Измерение температуры датчиками со встроенными калибраторами / А. А. Саченко, В. Ю. Мильченко, В. В. Кочан. – Москва : Энергоатомиздат, 1986. – 96 с.

УДК 621.9.06

Д. В. Столяренко, А. А. Кузнецов

МБОУ лицей № 21, г. Кузнецк, Россия

МОБИЛЬНЫЙ ТРЕХОСЕВОЙ ТОКАРНЫЙ (РОТОРНО-ФРЕЗЕРНЫЙ) СТАНОК, ОБОРУДОВАННЫЙ ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Аннотация. Изложены результаты разработки и создания малогабаритного токарного (роторно-фрезерный) станка для обработки древесины, который сочетает в себе: ширину применения, сопоставимую с шуруповертом, удобство в транспортировке и автономный источник питания. Разработано программное обеспечение для работы станка и взаимодействия оператора с ним.

Малогабаритный токарный (роторно-фрезерный) станок с ЧПУ является уникальным устройством, имеющим опции шуруповерта наряду с полноценным функционалом токарных и фрезерных станков [1]. Станок похож на современный шуруповерт, независимый от сети 220V, имеющий малые габариты, расширяющие возможности его применения. Данные свойства упрощают работу со станком, превращая сложный и массивный станок в мобильный и легкоуправляемый инструмент.

Цель проекта: Разработать и изготовить малогабаритный токарный (роторно-фрезерный) станок для обработки древесины, сочетающий в себе: ширину применения, сопоставимую с шуруповертом, удобство в транспортировке и автономный источник питания. Написать программное обеспечение для работы станка и взаимодействия оператора с ним.

В работе решены следующие основные задачи:

1. Сконструирован малогабаритный токарно (роторно-фрезерный) станок, питаемый автономным источником питания (ИП) (12 вольт).
2. Разработаны принципиальная и соединительная электрическая схемы станка.
3. Разработано программное обеспечение для работы станка и взаимодействия оператора с ним.

Для решения сформулированных задач использованы следующие методы:

- сбор и анализ информации о принципах работы современных станков;
- нахождение перспективного направления в строении станков.

Первая гипотеза исследования заключается в том, что соединение возможностей шуруповерта и токарного станка обеспечит не только сочетание их свойств и функций, но создаст абсолютно новый принцип и вид станка. Вторая гипотеза – возможна ли работа ЧПУ станка от аккумуляторного ИП с прежним КПД. Третья гипотеза – возможна ли разработка собственного ПО для управления ЧПУ станком посредством G-кода и мобильного приложения (по Bluetooth).

Проблема данного исследования заключается в отсутствии станков подобного вида, как на рынке профессионального инструмента, так и в категории любительских самоделок. Проблема в создании источника питания (ИП) 12V с достаточной выдаваемой мощностью и КПД, его тоже пришлось делать с нуля.

В интернете много различных прошивок (открытого программного обеспечения) для станков с ЧПУ, но как оказалось, ни одна для выбранной конфигурации станка не подошла.

Далее приведены результаты разработки трехмерной модели станка в КОМПАС-3D. Основой станка является его рама. Для создания рамы компактного и мобильного станка был выбран набор-конструктор TETRIX. Так как конструктор находился в школе, я создал базу данных запчастей (измерил размеры каждой детали и создал ее электронную копию) из TETRIX в программе КОМПАС-3D 16.1 и начал проектировать будущий станок.

Также при проектировании возникала необходимость в создании новых запчастей – это плоские фанерные и акриловые детали, предназначенные для резки на лазерном станке, а также пластиковые запчасти сложной формы, которые необходимо было напечатать на 3D-принтере. Также на токарном станке изготовил крепление для фрезы и переходник с шагового двигателя на вал передней бабки.

Фрезерующую головку электродвигателя под фрезу смоделировал самостоятельно в программе Компас-3D. Позже распечатал на 3д-принтере ABS пластиком. Деталь состоит из трех деталей (база с ласточкиным хвостом внутрь, рабочая часть с ласточкиным хвостом наружу и шестерня для серво-двигателя). Конструкция фрезерующей головки получилась несложной, но надежной.

Так как актуальные прошивки для ЧПУ станков написаны исключительно под типичные конструкции станков, то они попросту не могут работать с оборудованием построенного мной станка. Понадобилось написать свою прошивку, которая смогла бы отвечать моим требованиям: наличие ручного режима (без компьютера), ЧПУ режима (с компьютером), шаблонных функций (проточка цилиндра по длине и радиусу) и настроек. За несколько месяцев интенсивной работы была получена рабочая прошивка, полностью разработанная авторами.

Заключение. Цели научно-практической работы достигнуты. Я действительно смог разработать и изготовить малогабаритный токарный (роторно-фрезерный) станок для обработки древесины, сочетающий в себе: ширину применения, сопоставимую с шуруповертом, удобство в транспортировке и автономный источник питания. Текущее программное обеспечение станка полностью удовлетворяет поставленным требованиям.

Таким образом, считаю, что первая гипотеза моей работы доказана, так как сконструированный малогабаритный токарный роторно-фрезерный станок является представителем нового направления в станкостроении. Вторая гипотеза также была доказана, поскольку автономный источник питания, разработанный для этого станка, обеспечивает бесперебойную работу инструмента. Первая часть третьей гипотезы (разработка прошивки для ЧПУ станка, основанной на использовании аппаратных вычислений микроконтроллера Arduino Nano) была исполнена, но вторая часть требует дополнительных знаний для написания мобильного приложения под систему Android. На данный момент ЧПУ режим работает и без написанного для этого приложения, так как для этого достаточно любого приложения для отправки сообщений по COM-порту. Ручной режим станка полностью реализован.

Предложенный станок можно использовать не только в малом бизнесе, но и в образовательных учреждениях для обучения детей на уроках труда и информатики (создание чертежей для изготовления на станке).

Библиографический список

1. Морозов, В. В. Программирование обработки деталей на со-временных фрезерных станках с ЧПУ : учеб. пособие / В. В. Морозов, В. Г. Гусев ; Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во Владимирского гос. ун-та, 2010. – 246 с.

УДК 005.1.336.3

И. А. Тихонова

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

МОНИТОРИНГ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ПО ПОВЕРКЕ В ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОВЕРОЧНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Аннотация. Поверка средств измерений является самым массовым мероприятием Государственной системы обеспечения единства измерений. Сфера государственного регулирования обеспечения единства измерений распространяется на измерения, к которым согласно статьям Федерального закона № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» [1]

установлены обязательные метрологические требования и которые выполняются в различных сферах деятельности. Данная статья посвящена анализу методов оценки качества измерений, осуществляемых в государственных поверочных лабораториях.

Целями вышеупомянутого закона являются:

1) установление правовых основ обеспечения единства измерений в Российской Федерации;

2) защита прав и законных интересов граждан, общества и государства от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений;

3) обеспечение потребности граждан, общества и государства в получении объективных, достоверных и сопоставимых результатов измерений, используемых в целях защиты жизни и здоровья граждан, охраны окружающей среды, животного и растительного мира, обеспечения обороны и безопасности государства, в том числе экономической безопасности;

4) содействие развитию экономики Российской Федерации и научно-техническому прогрессу [1].

Качество поверки определяют многие факторы, но главный из них – достоверность положительного результата, доверие к свидетельству о поверке конкретного средства измерений.

Качество оказываемых услуг по поверке средств измерений зависит от многих факторов, несмотря на то что, процедура поверки определенного и утвержденного типа средства измерения строго регламентирована и описана в методике поверки на данный тип средства измерения. Такими факторами являются, например, применение и обслуживание соответствующего оборудования, создания и поддержания требуемых условий проведения измерений, компетентности и квалификации персонала, правильности выбора и применения методик измерений, оценки и выбора поставщиков и субподрядных организаций и т.п. Воздействие всех этих факторов на качество измерений можно контролировать либо по отдельности, либо совместно по результатам измерений, получаемым по методикам измерений. Последний вид контроля может проводиться самой лабораторией (так называемый внутрилабораторный контроль качества).

Контроль осуществляется на основе наблюдения за поведением управляемой системы с целью обеспечения ее оптимального функционирования (измерение достигнутых результатов и соотнесение их с ожидаемыми результатами) [2].

Исходя из определения для реализации контроля необходимо:

– установить объект контроля – для внутрилабораторного контроля качества объектом контроля является методика измерений, реализуемая в лаборатории для измерения конкретной величины;

– выбрать контролируемые параметры – для методик измерений выбор проводится из наиболее важных (влияющих на точность получаемых результатов измерений) рабочих характеристик;

– установить нормативные значения параметра – критерии качества измерений;

– выявить отклонения фактических значений параметра от нормативных – оценить текущие значения выбранных для контроля рабочих характеристик методики измерений и сравнить их с установленными критериями качества измерений;

– реализовать функцию управления – использовать полученную информацию для анализа текущего качества измерений, оценки рисков и возможностей, планирования и реализации деятельности по улучшению (повышению качества).

Номенклатуру критериев качества поверки средств измерений и вспомогательных параметров, необходимых для оценки качества поверки, определяют путем

контроля характеристики погрешности средства измерений на соответствие норме, установленной в НД на него [3].

При использовании критериев в НД, регламентирующей методы и средства поверки, указывают их значения, принятые при определении допускаемой погрешности поверки.

Критерии применяют также для оценки качеств поверки при проведении метрологической экспертизы НД на методы и средства поверки средств измерений.

Установлены следующие критерии качества поверки:

$P_{\text{нм}}$ – наибольшая вероятность принятия любого негодного экземпляра средства измерений в качестве годного, т.е. необнаруженный брак;

$\delta_{\text{м}} = |\Delta_{\text{м}}| / |\Delta_{\text{п}}|$ – отношение наибольшего возможного значения $\Delta_{\text{м}}$, характеристики погрешности средства измерений, признанного по результатам поверки годным, но в действительности негодно, к пределу $\Delta_{\text{п}}$, ее допускаемых значения. т.е. наибольший выход за допуск;

$P_{\text{ф}}$ – отношение числа годных, но забракованных средств измерений к числу всех действительно годных средств измерений, т.е. фиктивный брак в среднем.

Критерии $P_{\text{нм}}$ и $\delta_{\text{м}}$ характеризуют качество поверки любого негодного экземпляра средства измерений, а $P_{\text{ф}}$ – качество поверки совокупности годных экземпляров средства измерений в среднем. [3]

В случае, если необходимо знать фиктивный брак для любого годного экземпляра средства измерений, а не в среднем по совокупности, то вместо $P_{\text{ф}}$ используют критерии, аналогичные $P_{\text{нм}}$ и $\delta_{\text{м}}$; $P_{\text{фм}}$ – наибольшую вероятность принятия любого одного экземпляра средства измерений в качестве негодного т.е. фиктивный брак для экземпляра; $\delta_{\text{н}} = |\Delta_{\text{н}}| / |\Delta_{\text{п}}|$ отношение наименьшего возможного значения $\Delta_{\text{н}}$ характеристики погрешности средства измерений, признанного по результатам поверки негодным, но в действительности годного средства измерений, к пределу $\Delta_{\text{п}}$ ее допускаемых значений, являющемуся нижней границей зоны фиктивного бракования.

Для обеспечения единства измерений основными являются критерии $P_{\text{нм}}$ и $\delta_{\text{м}}$, а дополнительные $P_{\text{ф}}$. [3]

Внутрилабораторный контроль качества планируется и реализуется после проведения валидации или внедрения (верификации) методики измерений лабораторией.

Нельзя гарантировать, что метод измерений удовлетворяет требованиям по значению правильности, даже если он удовлетворителен с точки зрения прецизионности. Поэтому при оценке стабильности результатов измерений в пределах лаборатории необходимо проверять как их прецизионность, так и правильность, и поддерживать оба этих показателя на требуемых уровнях в течение длительного периода времени [4].

Внутрилабораторный контроль качества должен проводится лабораторией периодически для каждой реализуемой в лаборатории методики измерений.

Периодичность устанавливается самой лабораторией в зависимости от:

- частоты реализации методики измерений в лаборатории (измерение одной или ста испытываемых проб в день);
- уровня риска, связанного с получением некачественного результата измерений, и тяжести последствий, вызванных таким риском (определение содержания жира в молоке или скорости оседания эритроцитов в пробе крови);
- стоимости и длительности реализации методики измерений при измерении конкретной величины;

– любых законодательных требований по частоте проведения.

Выбор контролируемых рабочих характеристик методики измерений следует основывать на результатах валидации/верификации методики измерений, опыте применения и знаниях методики измерений, значениях измеряемых величин, с которыми лаборатория в основном сталкивается в своей повседневной практике и любых законодательных и иных требованиях [2].

Критерии качества измерений для контролируемых в ходе внутрилабораторного контроля качества измерений параметров устанавливаются лабораторией по результатам валидации методик измерений на основании требований к значениям рабочих характеристик и к точности результатов измерений, которые могут быть установлены законодательством, заказчиком или самой лабораторией (опыт и знания специалистов, реализующих методику измерений), например, стандартные отклонения или пределы повторяемости и промежуточной прецизионности, диапазон допускаемых значений степени извлечения, пределы погрешности измерений, целевая расширенная неопределенность и т.п. [5].

Полученное текущее значение контролируемого параметра – контрольное значение, сравнивается с установленным критерием качества измерений. В работах [6–8] представлены примеры установления критериев качества при измерении и контроле технологических параметров.

По результатам сравнения контрольных значений с установленными критериями качества измерений делается вывод о приемлемости уровня качества проводимых измерений, анализ возможных тенденций изменения контролируемого параметра и рисков получения недостоверных результатов измерений, принимается решение о необходимости разработки корректирующих действий с целью поддержания на заданном уровне или улучшения уровня качества измерений.

Библиографический список

1. Об обеспечении единства измерений : федер. закон № 102-ФЗ от 26.06.2008. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc
2. Контроль качества измерений. – URL: <https://profilab.by/stati/kontrol-kachestva-izmereniy.html> (дата обращения: 14.01.2019).
3. Артемьев, Б. Г. Справочное пособие для специалистов метрологических служб / Б. Г. Артемьев, Ю. Е. Лукашов. – Москва : ИПК Изд-во стандартов, 2004. – 648 с.
4. ГОСТ Р ИСО 5725-6–2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 6. Использование значений точности на практике.
5. Ракша, С. В. Функциональные материалы для сенсibilизированных красителем солнечных элементов / С. В. Ракша, В. И. Кондрашин, Е. А. Печерская, К. О. Николаев // Физика и технология наноматериалов и структур : сб. науч. ст. 2-й Междунар. науч.-практ. конф. – Курск : ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет» (ЮЗГУ), 2015. – С. 143–146.
6. Печерская, Е. А. Методы исследования температурных зависимостей диэлектрических параметров сегнетоэлектриков / Е. А. Печерская, В. А. Соловьев, А. М. Метальников, А. В. Бобошко // Известия высших учебных заведений. Электроника. – 2012. – № 2 (94). – С. 77–81.
7. Печерская, Е. А. Метрологические аспекты модели активного диэлектрика / Е. А. Печерская, Д. В. Рябов, Н. Д. Якушова // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. – 2012. – № 1. – С. 208–213.
8. Кондрашин, В. И. Исследование влияния концентрации примеси на поверхностное сопротивление в ППП (полученных методом спрей-пиролиза) на основе диоксида олова / В. И. Кондрашин, Е. А. Печерская // Актуальные проблемы физической и функциональной электроники : материалы 19-й Всерос. молодежной науч. школы-семинара. – Ульяновск, 2016. – С. 175–176.

А. О. Томилова

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ВЫБОР МЕТОДИКИ КОНТРОЛЯ ТОЛЩИНЫ НАНОПОКРЫТИЙ

Аннотация. Рассматриваются способы контроля одной из важнейших характеристик нанопокровтий – толщины. Проанализированы основные методы контроля толщины нанопокровтий и выбран наиболее целесообразный за счет получения изображений с большим разрешением для промышленных предприятий.

В настоящее время трудно найти отрасль промышленности, где бы не использовались пленочные технологии. Нанесение покровтий на режущий инструмент позволяет улучшить твердость и износостойкость; покровтия на медицинские имплантаты повышает биосовместимость [1]; покровтия на сенсорные экраны обеспечивает непроницаемость и герметичность; стойкость к воздействию высоких температур и агрессивных сред обеспечивается покровтием корпусных деталей изделий, работающих в экстремальных условиях эксплуатации. Кроме этого возможно формирование функциональных покровтий с заданными свойствами, например диэлектрическими или проводящими (в сочетании с прозрачностью и гибкостью), теплопроводящими или изолирующими и др. [2].

В последние годы ведутся интенсивные работы в области создания и изучения наноструктурированных материалов и нанотехнологий. Наноструктурированные материалы представляют собой материалы нового класса, обладают необычной атомно-кристаллической структурой и демонстрируют уникальные свойства. Согласно [3], основным отличием этих материалов от традиционных является то, что образующие их морфологические элементы имеют хотя бы один из размеров менее 1 мкм. Используемый термин «нано» применительно к покровтию свидетельствует не о толщине последнего, а о наличии в нем элементов структуры нанометровых размеров.

Для модификации свойств поверхности материалов используются все типы покровтий, но, независимо от применяемого покровтия, основным параметром качества покровтия, является его толщина. В связи с этим измерение толщины покровтия лежит в основе оценки качества изделия.

Выбор метода измерения толщины зависит от многих факторов: формы и металла покровтия, основного металла, необходимой точности и длительности измерения [4–6]. Толщину покровтий контролируют неразрушающими или разрушающими методами.

Магнитоотрывной метод основан на измерении силы отрыва постоянного магнита или сердечника электромагнита от контролируемой поверхности, которая зависит от толщины покровтия. Метод применяют для неферромагнитных покровтий на деталях из ферромагнитных металлов при толщине покровтия до 1000 мкм и ферромагнитных покровтий на деталях из неферромагнитных металлов при толщине покровтия до 25 мкм.

Магнитоиндукционный метод на определении изменений магнитного сопротивления участка цепи: преобразователь-контролируемая деталь, зависящего от толщины покровтия, по ЭДС, наводимой в измерительной обмотке преобразователя,

питающегося переменным током низкой частоты. Метод применяют для неферромагнитных металлических и неметаллических покрытий на ферромагнитных металлах [2].

Метод вихревых токов основан на регистрации взаимодействия собственного электромагнитного поля преобразователя с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых этим преобразователем в детали и зависящих от электрофизических и геометрических параметров основного металла и покрытия. Метод применяют для неэлектропроводящих покрытий на неферромагнитных металлах и электропроводящих покрытий на неферромагнитных и ферромагнитных металлах.

В последнее время для измерения толщины тонких пленок стали использоваться радиационные методы. Метод обратного рассеяния бета-излучения основан на измерении интенсивности отраженного потока бета-частиц, которая определяется различием атомных номеров основного металла и покрытия и зависит от толщины покрытия.

Рентгенофлюоресцентный метод основан на анализе возбужденного с помощью радио-изотопного источника рентгеновского излучения, зависящего от основного металла, материала покрытия и его толщины.

Преимущества радиационного метода: возможность контроля покрытия без контакта с поверхностью детали, длительный срок службы датчиков, возможность автоматизации процесса контроля.

Термоэлектрический метод основан на измерении термо-ЭДС, возникающей под действием тепла в детали, вызванной различием термоэлектрических свойств и теплопроводностей основного металла и покрытия и зависящей от толщины покрытия.

Известен целый ряд оптических методов, пригодных для контроля толщины покрытий: поляризационный, определение толщины по окраске покрытия, интерференционный, светового сечения, теневого сечения. Оптические методы рекомендуют применять в основном для измерения толщины тонкослойных покрытий, обладающих хорошими оптическими свойствами и нанесенных на хорошо подготовленные поверхности. При этом точность определения толщины покрытий во многом зависит от точности установления показателя преломления света прозрачными средами [7].

Методы контроля толщины покрытия с разрушением изделия делятся на химические, вызывающие разрушение только покрытия, и физические, нарушающие целостность не только покрытия, но и самого изделия.

Химические методы основаны на растворении покрытия в растворе, который не повреждает основного металла.

К физическим разрушающим методам относятся металлографический и спектральный. При использовании этих методов разрушению подвергают как покрытие, так и материал основы. Металлографический метод основан на измерении толщины покрытия на металлографическом шлифе поперечного разреза образца (детали). Метод применяют для однослойных и многослойных покрытий толщиной более 5 мкм. Толщину измеряют с помощью металлографических микроскопов. Следует проводить не менее пяти измерений на отрезке длиной 5 мм в установленном месте шлифа. Относительная погрешность метода $\pm 0,8$ мкм для покрытий толщиной до 25 мкм и ± 10 % для покрытий толщиной свыше 25 мкм. При необходимости измерения пленок толщиной менее 200 нм применяют растровый электронный микроскоп [8–10].

Таким образом, можно сделать вывод, что существующие на отечественном рынке толщиномеры, как правило, реализуют неразрушающие методы контроля, однако для измерения толщины нанопокровтий в диапазоне 0,5...500 нм не обладают

требуемой разрешающей способностью и необходимой точностью. Наиболее полно требованиям контроля толщины нанопокровтий соответствует металлографический способ с применением электронного растрового микроскопа, позволяющего получать увеличенные изображения с большим пространственным разрешением.

Библиографический список

1. Применение в изделиях медицинской техники покрытий, полученных методом микродугового оксидирования / А. М. Бибарсова, П. Е. Голубков, К. Ю. Крайнова, М. И. Сафронов, Е. А. Печерская // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы (ВМНПК – 2019) : материалы VI Всерос. межвуз. науч.-практ. конф. (г. Пенза, 13 марта 2019 г.). – Пенза : Изд-во ПГУ, 2019. – С. 184–186.
2. СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях.
3. Абрамян, А. А. Основы прикладной нанотехнологии / А. А. Абрамян, В. И. Балабанов. – Москва : МАГИСТР – ПРЕСС, 2007. – 208 с.
4. Печерская, Е. А. Метрологические аспекты модели активного диэлектрика / Е. А. Печерская, Д. В. Рябов, Н. Д. Якушова // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. – 2012. – № 1. – С. 208–213.
5. Печерская, Е. А. Систематизация показателей качества высокотемпературных тонкопленочных тензорезисторов / Е. А. Печерская, Д. В. Попченков, В. А. Соловьев // Инновационные информационные технологии. – 2012. – № 1. – С. 302–305.
6. Software – hardware complex for measurement and control of ferroelectrics parameters / E. A. Pecherskaya, D. V. Artamonov, V. I. Kondrashin, P. E. Golubkov, O. V. Karpanin, T. O. Zinchenko // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 1. Ser.: International Conference on Materials, Alloys and Experimental Mechanics, ICMAEM 2017. – India, 2017. – P. 012254.
7. Electrical properties of transparent conductive ATO coatings obtained by spray pyrolysis / T. O. Zinchenko, V. I. Kondrashin, E. A. Pecherskaya, A. S. Kozlyakov, K. O. Nikolaev, J. V. Shepeleva // IOP Conference Series : materials Science and Engineering. – 2017. – № 225 (1). – P. 012255.
8. Автоматизированная исследовательская технологическая установка микродугового оксидирования / П. Е. Голубков, Е. А. Печерская, О. В. Карпанин, Ю. В. Шепелева, Т. О. Зинченко, Д. В. Артамонов // Наноструктурированные оксидные пленки и покрытия : сб. ст. по материалам IV Междунар. молодежной науч. школы-семинара. – Петрозаводск. – 2017. – С. 103–114.
9. Печерская, Е. А. Метрологические аспекты исследования активных диэлектриков для микро- и микроиндустрии / Е. А. Печерская // Нано- и микросистемная техника. – 2007. – № 7. – С. 41–44.
10. Печерская, Е. А. Структура интеллектуальной системы поддержки исследований параметров сегнетоэлектрических материалов / Е. А. Печерская, А. М. Метальников, А. В. Бобошко // Нано- и микросистемная техника. – 2011. – № 6 (131). – С. 21–24.

УДК 006.88

А. О. Томилова

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

АНАЛИЗ РИСКОВ ПРОЦЕССА КОНТРОЛЯ ТОЛЩИНЫ НАНОПОКРЫТИЙ

Аннотация. Представлен анализ оценки рисков процесса контроля толщины нанопокровтий. Подчеркнута актуальность оценки рисков, рассмотрены цели и этапы данного

процесса на примере контроля толщины нанопокровов. Сделан вывод о том, что должно быть получено по итогу анализа рисков.

Проблема оценки рисков в сфере деятельности метрологических служб особенно актуализировалась с введением в действие стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования» [1], а также в связи с возрастанием последствий неверных управленческих решений. Риски являются неотъемлемой частью деятельности организации и представляют собой любые события, которые могут произойти внутри организации или вне ее и повлиять на достижение поставленных целей. В соответствии с [1]: «риск (risk) – воздействие неопределенности на цели. Риск также часто выражается как сочетание последствий события и вероятности, связанной с его возникновением» [1]. Иными словами, риск – это вероятное событие, которое может повлиять на достижение стратегических и операционных целей организации (структурного подразделения) в конечной перспективе.

Главная цель оценки риска – представление на основе объективных свидетельств информации, необходимой для принятия обоснованного решения относительно способов обработки риска. Обработка риска может включать:

- избежание риска посредством принятия решения не начинать или не продолжать деятельность, которая обуславливает возникновение риска [2];
- принятие или повышение риска с целью достижения благоприятных возможностей; устранение источника риска; изменение вероятности, изменение последствий [3];
- распределение риска другой стороной или сторонами;
- сохранение риска на основании обоснованного решения.

Менеджмент риска помогает в принятии решений в условиях неопределенности и возможности возникновения событий или обстоятельств (плановых и непредвиденных), воздействующих на достижение целей организации. В соответствии с положениями ГОСТ Р 9001-2015 [4] «организация должна планировать действия по рассмотрению рисков и возможностей, интегрировать и внедрять эти действия в процессы систем менеджмента качества, оценивать результативность этих действий».

Контроль толщины нанопокровов относится к мониторингу процессов формирования цепочки качества и осуществляется метрологической службой предприятия. В своей деятельности метрологические службы сталкиваются с совокупностью различных видов риска, которые отличаются по месту и времени возникновения, взаимосвязаны между собой и оказывают влияние на деятельность предприятия, при этом изменение одного вида риска может вызывать изменение большинства остальных. Поэтому важно не только идентифицировать риски, но и систематизировать их, осуществлять их анализ, взаимозависимость между собой и степень влияния на достижение главной цели предприятия – обеспечение требуемого уровня качества продукции.

Основной риск при контроле толщины нанопокровов – это получение недостоверных результатов измерения [5].

Для разработки процесса менеджмента риска в части контроля толщины нанопокровов целесообразно использовать цикл Деминга-Шухарта «планируй (Plan) – делай (Do) – проверяй (Check) – действуй (Act)». Оценка рисков проводится экспертной группой, в состав которой должен входить начальник метрологической службы (главный метролог), ведущий специалист в области линейно-угловых измерений, оператор, выполняющий измерения толщины. На этапе идентификации экспертной группой анализируются всевозможные виды рисков, которые могут повлиять на выполнение процесса.

Для ранжирования рисков целесообразно применять оценочную шкалу. После того как каждый выявленный риск будет оценен с точки зрения ущерба, необходимо провести экспертную оценку вероятности наступления такого ущерба [6].

С помощью матрицы вероятности и последствий определяют уровень риска и дальнейшие действия, которые необходимо предпринять в отношении каждого риска. Для расстановки приоритетов рисков используются следующие ранги: критический риск, высокий риск, средний риск; низкий риск. В зависимости от ранга риска используется та или иная стратегия реагирования.

Таким образом, в результате оценки должен быть составлен «Реестр рисков», идентифицированных и управляемых метрологической службой при контроле толщины нанопокровов. После анализа и оценки риска необходимо составить план мер контроля (управления) рисками.

Библиографический список

1. ГОСТ Р ИСО 9000–2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.
2. Печерская, Е. А. Структура интеллектуальной системы поддержки исследований параметров сегнетоэлектрических материалов / Е. А. Печерская, А. М. Метальников, А. В. Бобошко // Нано- и микросистемная техника. – 2011. – № 6 (131). – С. 21–24.
3. Ryabov, D. V. Automated method of measuring the temperature dependences of the dielectric parameters of ferroelectrics with second kind phase transition / D. V. Ryabov, E. A. Pecherskaya, J. V. Shepeleva, R. M. Pecherskaya // Journal of Physics: Conference Series. – 2014. – Т. 541, № 1. – Р. 012012.
4. ГОСТ Р ИСО 9001–2015. Системы менеджмента качества. Требования.
5. Печерская, Е. А. Систематизация показателей качества высокотемпературных тонкопленочных тензорезисторов / Е. А. Печерская, Д. В. Попченков, В. А. Соловьев // Инновационные информационные технологии. – 2012. – № 1. – С. 302–305.
6. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010–2011. Менеджмент риска. Методы оценки.

УДК 621.7.08

Н. М. Тютиков

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ИЗМЕРИТЕЛЬ ТОЛЩИНЫ ПОКРЫТИЯ

Аннотация. Разработана методика измерения толщины покрытия с помощью преобразователя на основе вихретокового индукционного метода, который позволяет с высокой точностью измерять толщину покрытий на изделиях правильной формы с хорошо подготовленной поверхностью.

В настоящее время для измерения толщины покрытий широко применяются неразрушающие методы. Факторы, определяющие, какой метод является наилучшим для измерения данного покрытия, включают в себя: тип покрытия, материал подложки, диапазон толщины покрытия, размер и форму детали, и стоимость аппаратуры [1–3].

Для получения достоверных результатов измерений необходимо определить номинальные значения влияющих величин. Выбрать отклонения указанных величин от номинальных и средства измерений для их измерений.

При проведении измерений толщины стальных изделиях необходимо, чтобы температура окружающего воздуха для прибора составляла от 15 до 40 °С, а относительная влажность воздуха до 98 % при 35 °С.

Для контроля условий измерений температуры и влажности окружающего воздуха необходимо использовать гигрометр психометрический. диапазон измерений температуры от 15 до 41 °С, а относительной влажности от 20 до 93 %. Цена деления 0,2. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения влажности ± 1 %.

Для контроля условий измерений атмосферного давления необходимо использовать барометр-анероид метеорологический. диапазон измерений давления от 80 до 107 кПа. Абсолютная погрешность измерений давления ± 1 кПа.

Метод вихревых токов основан на регистрации взаимодействия собственного электромагнитного преобразователя с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых этим преобразователем в детали и зависящих от электрофизических и геометрических параметров основного металла и покрытия [4]. Метод применяют для неэлектропроводных покрытий на неферромагнитных металлах и электропроводящих покрытий на неферромагнитных и ферромагнитных металлах; относительная погрешность метода ± 5 %. Применяют приборы: вихретоковый толщиномер ВТ-10НЦ, ВТ-17Н, ИТГП-1А, ИТГП-1Б и другие.

Метод вихревых токов подразделяется на три электромагнитных метода: вихретоковый фазовый, индукционный и вихретоковый параметрический [5–7].

Вихретоковый фазовый метод является оптимальным для измерения толщины:

- электропроводящих ферромагнитных покрытий на ферромагнитных изделиях из черных металлов;
- электропроводящих неферромагнитных покрытий (медь, цинк, хром, кадмий, олово и др.) на ферромагнитных изделиях;
- электропроводящих неферромагнитных покрытий на электропроводящих неферромагнитных основаниях;
- гальванических покрытий под слоем диэлектрических, например, лакокрасочных, а также многослойных.

При использовании вихретокового фазового метода фактически измеряется объемная масса покрытия в зоне контроля. Толщина покрытия, его электропроводность и пористость обуславливаются состоянием электролита в ванне и соблюдением техпроцесса нанесения. Показания толщиномеров, использующих вихретоковый фазовый метод, характеризуют защитные свойства покрытия и могут отличаться от результатов механических измерений.

Таким образом, при разработке измерителя был выбран преобразователь на основе вихретокового индукционного метода, который позволяет с высокой точностью измерять толщину покрытий на изделиях правильной формы с хорошо подготовленной поверхностью.

Принцип работы прибора основан на регистрации ЭДС в сигнальной обмотке датчика, возникающей вследствие изменения магнитного сопротивления в цепи. Напряжение с сигнальной обмотки датчика поступает в электронную схему прибора, на выходе которой включено отсчетное устройство. Показания отсчетного устройства являются мерой расстояния от рабочего торца датчика до ферромагнитной основы, т.е. мерой толщины немагнитного покрытия.

Принцип работы вихретокового датчика основан на явлении электромагнитной индукции. Переменное электромагнитное поле, созданное катушкой датчика, создает вихревые токи в металлическом объекте, которые воздействуют на поле возбуждающей катушки и изменяют ее индуктивность. Это вызывает изменение параметров колебательного контура (амплитуды, частоты, фазы), в который входит

катушка датчика. Регистрация изменения этих параметров позволяет определить свойства предмета и его положение относительно датчика.

Датчик толщиномера состоит из двух индуктивно связанных между собой катушек, имеющих общий сердечник, выполненный из ферромагнитного материала. Первичная обмотка датчика состоит из одной катушки и питается от автогенератора синусоидального напряжения частотой 200 Гц.

Вторичная обмотка преобразователя имеет две одинаковые катушки, расположенные симметрично первичной и включена дифференциально (встречно). Такое включение приводит к минимальному значению начального разбаланса датчика при достаточном удалении его от дифференциальной основы и увеличивает чувствительность датчика при приближении его к основе. При приближении рабочего конца сердечника к ферромагнитному металлу симметрия распределения магнитного потока по длине стержня нарушается, напряжение на обмотке, расположенной ближе к рабочему концу стержня увеличивается, появляется напряжение разбаланса измерительных обмоток, являющееся полезным сигналом. Величина разбаланса, т.е. сигнал, зависит от расстояния до ферромагнитного материала, определяемого измеряемой толщины покрытия. Таким образом формируется сигнал датчика. далее сигнал поступает на усилитель, где сигнал усиливается и поступает на фильтр низких частот который сглаживает паразитные помехи. Потом сигнал поступает на амплитудный детектор, где преобразуется из переменного в постоянный. Сигнал с амплитудного детектора поступает на аналого-цифровой преобразователь, который преобразует аналоговый сигнал в код. Затем сигнал передается на микропроцессор, который обрабатывает полученную информацию по заданной программе. Микропроцессор выдает результат измерения (толщины объекта исследования) на отсчетное устройство.

Библиографический список

1. Метод измерения толщины оксидного покрытия в процессе микродугового оксидирования / П. Е. Голубков, Е. А. Печерская, Н. В. Громков, Т. О. Зинченко, Д. В. Артамонов, И. И. Кочегаров // SCM-2019 : материалы Междунар. конф. по мягким вычислениям и измерениям (г. Санкт-Петербург, 23–25 мая 2019 г.). – Санкт-Петербург : Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), 2019. – Т. 1. – С. 300–303.
2. Ракша, С. В. Функциональные материалы для сенсibilизированных красителем солнечных элементов / С. В. Ракша, В. И. Кондрашин, Е. А. Печерская, К. О. Николаев // Физика и технология наноматериалов и структур : сб. науч. ст. 2-й Междунар. науч.-практ. конф. – Курск : ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет» (ЮЗГУ), 2015. – С. 143–146.
3. Синтез и свойства нанокристаллических пленок диоксида олова, полученных методом пиролиза аэрозолей / Р. М. Печерская, Е. А. Печерская, А. М. Метальников, В. И. Кондрашин, В. А. Соловьев // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Физико-математические науки. – 2012. – № 4 (24). – С. 237–241.
4. Виноградов, С. Н. Гальванические покрытия металлами : учеб. пособие / С. Н. Виноградов, О. С. Виноградов, К. В. Таранцев. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2008. – 184 с.
5. Валитов, Г. И. Приборы и методы контроля толщины покрытий / Г. И. Валитов. – Москва : Машиностроение, 1997. – 120 с.
6. Дорофеев, А. Л. Индукционная толщинометрия / А. Л. Дорофеев. – Москва : Энергия, 1995. – 98 с.
7. Потапов, А. И. Неразрушающие методы и средства контроля толщины покрытия и изделий / А. И. Потапов, В. А. Сясько. – Москва, 2009. – 904 с.

И. Н. Урваев

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

СИСТЕМА КРУГОВОГО ОБЗОРА МОБИЛЬНОГО РОБОТА-СПАСАТЕЛЯ

Аннотация. Предлагается система кругового обзора для мобильного робота-спасателя, предназначенного для поиска людей, пострадавших в результате возникновения чрезвычайных ситуаций и находящихся под обломками разрушенных сооружений, зданий и конструкций.

Во время возникновения землетрясений, крупных катастроф техногенного или природного характера происходит разрушение большей части зданий и различных железобетонных строительных конструкций, и под обломками могут находиться люди. На поиски выживших отправляется поисково-спасательная команда людей с собаками, но может случиться так, что всю команду спасателей накроет полуразвалившимися обломками зданий. Для этого во всем мире стали активно вестись работы по созданию роботов-спасателей, которые могут заменить человека. Теперь вместо команды человека с собакой или группы людей в полуразрушенное здание заходит робот, управляемый телеоператором из безопасного места, и начинает движение по зданию в поисках людей.

Важную роль для такого робота спасателя играет система кругового обзора, которая служит для сбора данных из окружающего пространства и позволяет определить наличие и расположение препятствий на пути движения мобильного робота. В простейшем случае система кругового обзора представляет собой датчик расстояния на поворотной платформе, определяющий как расстояние до объекта, так и угол своего поворота. Такая система формирует массив точек и их положение в пространстве [1, 2]. Для ориентации в пространстве применяют различные измерители расстояния: ультразвуковой, оптический и радиоволновый [3].

Автором предлагается система кругового обзора, использующая ультразвуковой измеритель расстояния. Ультразвуковой измеритель расстояния, несмотря на ряд недостатков, таких как широкий обзорный угол, недостаточную скорость измерения, отражение звука от поверхностей под большим углом к датчику, имеет ряд преимуществ по сравнению радиоволновыми и оптическими датчиками, такими как низкая стоимость, незначительное влияние погодных условий, цвета объектов и их освещенности.

Для реализации системы выбран серийный ультразвуковой датчик расстояния HC-SR04, имеющий следующие характеристики: диапазон расстояний – от 0,02 до 4 м, рабочий угол наблюдения – 30°; частота ультразвука – 40 кГц; абсолютная погрешность измерения расстояния – 0,003 м. Для обработки данных разработан алгоритм и составлена программа одновременного опроса 4-х каналов. Далее необходимо было учесть, что скорость звука меняется в зависимости от температуры среды распространения [4], для чего в систему был добавлен датчик температуры [5]. Корректировка значения скорости звука рассчитывается по формуле:

$$C = \sqrt{x \cdot R \cdot T},$$

где C – скорость звука [м/с];

x – показатель адиабаты;

R – газовая постоянная;

T – температура газа [К].

Для расчета использована несколько приближенная формула:

$$S \approx T \cdot 0,001 \sqrt{t + 273},$$

где S – расстояние до объекта [см];

t – температура газа [С°];

T – время пути сигнала до препятствия и обратно [мкс].

Для панорамного охвата системой 360°, необходимо обеспечить вращение измерительного модуля. В разработанной системе используется 4 измерителя, следовательно, это позволяет обеспечить угол поворота в 90° (360°/4) с регулируемой дискретностью. Поворот измерительной платформы осуществляется исполнительным микроприводом на основе шагового двигателя или двигателя постоянного тока с встроенным энкодером. В макетном образце, при относительно небольшом крутящем моменте, применен сервопривод на коллекторном двигателе с датчиком положения в обратной связи.

Для обработки сигнала с датчиков управления поворотной платформой и обеспечения протокола передачи данных в систему управления мобильным роботом используется микроконтроллер ATMEGA328. Производительность контроллера обеспечивает обработку информации с нескольких каналов с требуемым быстродействием. Структурная схема предложенной системы кругового обзора для мобильного робота представлена на рис. 1.

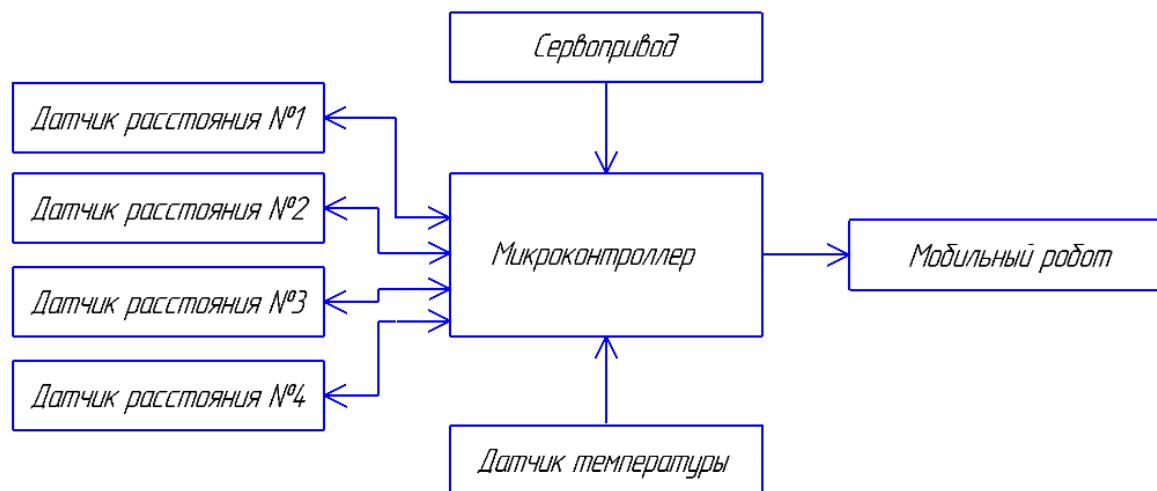


Рис. 1. Структурная схема системы кругового обзора

Для протокола обмена был выбран UART, как наиболее распространенный. Для визуализации данных в системе верхнего уровня установлен преобразователь UART/USB. Поскольку ультразвуковой датчик измеряет расстояние, исходя из времени между его излучением и приемом, то в случае, если сигнал отразится от поверхности под большим углом, поглотится пористым материалом или по каким-либо другим причинам не вернется на приемник, то система будет считать, что расстояние бесконечно велико и ограничит его максимально установленным. Чтобы этого избежать, в системе применяется упрощенный медианный фильтр на 3 значения. Используя его, мы проигрываем в частоте измерения, но гарантированно избавляемся от случайных выбросов значений. По результатам макетирования удалось

создать устройство со следующими характеристиками: частота повторения одного цикла измерений – 32 Гц; частота построения карты окружения – (0,35–3,15) Гц; шаг угла поворота платформы – (1–9) град.; диапазон измерения расстояний до препятствий – от 0,01 до 4 м; предел допускаемой абсолютной погрешности измерения расстояния не превышает 0,002 м.

Таким образом, использование ультразвуковых датчиков в системах кругового обзора для мобильных роботов позволяет ему самостоятельно обходить препятствия и тем самым обеспечить его проходимость и маневренность.

Библиографический список

1. Печерская, Е. А. Систематизация показателей качества высокотемпературных тонкопленочных тензорезисторов / Е. А. Печерская, Д. В. Попченков, В. А. Соловьев // Инновационные информационные технологии. – 2012. – № 1. – С. 302–305.
2. Modeling of dependence of dielectric parameters of double-layer ferroelectric structure on temperature and layers thickness / E. A. Pecherskaya, T. O. Zinchenko, P. E. Golubkov, A. V. Pecherskiy, A. V. Fimin, K. O. Nikolaev // Moscow Workshop on Electronic and Networking Technologies, MWENT 2018 – Proceedings. – Novosibirsk, 2018. – P. 1–4.
3. Байкалова, Р. А. Статистические оценки вклада многократного рассеяния при распространении звука в атмосфере / Р. А. Байкалова, Г. М. Креков, Л. Г. Шаманаева // Оптика атмосферы и океана. – 1988. – Т. 1, № 5. – С. 25–30.
4. Красненко, Н. П. Дальнее звуковое вещание в атмосфере: проблемы, возможности, результаты. Ультразвук и ультразвуковые технологии. Атмосферная акустика. Акустика океана / Н. П. Красненко // Сборник трудов XX сессии Российского акустического общества. – Москва : ГЕОС, 2008. – Т. 2. – С. 86–92.
5. Печерская, Е. А. Методы исследования температурных зависимостей диэлектрических параметров сегнетоэлектриков / Е. А. Печерская, В. А. Соловьев, А. М. Метальников, А. В. Бобошко // Известия высших учебных заведений. Электроника. – 2012. – № 2 (94). – С. 77–81.

УДК 531.781.2

И. Н. Урваев, А. А. Кошелев

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

БЕСПРОВОДНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Аннотация. Предлагается система мониторинга состояния строительных конструкций, предназначенная для мониторинга показателей надежности несущих конструкций здания и сооружений, с целью контроля напряжения и усилия в опасных сечениях, упреждающего обнаружения критических и предаварийных состояний зданий и сооружений, а также для своевременного предотвращения обрушения зданий и сооружений.

Аварии строительных конструкций зданий и сооружений наносят значительный экономический ущерб и часто сопровождаются ранением и гибелью людей. Происходят аварии строительных конструкций обычно из-за совокупности причин: ошибок при проектировании, низкого качества материалов, используемых для несущих конструкций, нарушения технологии изготовления и монтажа строительных

конструкций, несоблюдения правил эксплуатации зданий и сооружений. Предотвратить опасную ситуацию можно с помощью автоматизированной беспроводной системы мониторинга здания. Подобная система мониторинга смогла бы контролировать напряжения и усилия в опасных сечениях, упреждающе обнаруживать критические и предаварийные состояния, контролировать осадку зданий и сооружений [2].

Авторами предлагается система беспроводная система мониторинга состояния строительных конструкций, напряжения и усилия которых контролируются с помощью системы активных тензорезистивных датчиков. Система представляет собой аппаратно-программный комплекс, с помощью которого можно осуществлять контроль показателей надежности несущих конструкций здания или сооружения с целью своевременного предупреждения ситуаций, при которых значения регистрируемых параметров превысят их предельно допустимые величины. Система построена по трехуровневой структуре:

- первый уровень: активные тензодатчики с выходным радиочастотным сигналом [2];
- второй уровень: пункт сбора, управления и первичной обработки данных измерений [3];
- третий уровень: специальное программное обеспечение по обработке получаемых данных и отображению результатов мониторинга, оценке реального технического состояния (устойчивости, сейсмостойкости, остаточного ресурса долговечности), определения управляющих решений и рекомендаций по эффективной эксплуатации.

Структурная схема предложенной системы представлена на рис. 1.

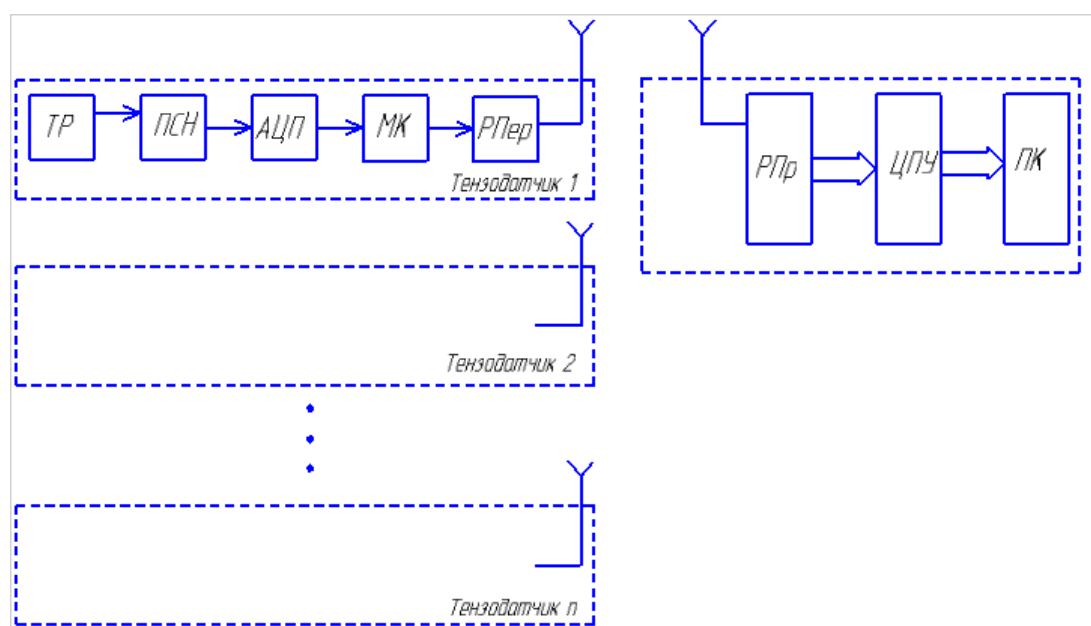


Рис. 1. Структурная схема беспроводной системы мониторинга состояния строительных конструкций

Аппаратную часть системы составляют активные тензодатчики и пункт сбора и обработки информации. Активный тензодатчик включает в себя тензорезистор (ТР), преобразователь сопротивления в напряжение (ПСН), аналогово-цифровой преобразователь (АЦП), микроконтроллер (МК), радиопередатчик (РПер), антенну (А). Пункт сбора и обработки информации содержит радиоприемник (РПр), центральный пункт управления (ЦПУ), персональный компьютер (ПК).

Принцип работы системы заключается в следующем. Датчики размещаются в местах опасных сечений. Под действием деформации зданий тензорезисторы датчиков изменяют свое сопротивление. Сопротивление преобразуется в напряжение с помощью ПСН, далее сигнал оцифровывается с помощью АЦП, после чего цифровой код поступает на МК, который осуществляет предобработку полученных данных и передает обработанные данные на радиопередатчик Рпер, где преобразуется в высокочастотный сигнал и передается на приемник ППр. ЦПУ осуществляет опрос датчиков и передает полученные данные в ПК, где происходит окончательная обработка показаний [1].

Специализированное программное обеспечение позволяет получать отображения на трехмерной модели здания опасных мест, отслеживать динамику развития дефектов (в том числе и скрытых), и внешних факторов (например, зон образования карстовых явлений под фундаментом зданием) в режиме реального времени.

С помощью данной системы можно осуществлять контроль напряженно-деформационного состояния несущих конструкций; сопоставлять полученные параметры состояния контролируемых конструкций с эталонными параметрами, определенными в проекте, либо нормативных документах; подготавливать отчет (заключение) о текущем техническом состоянии объекта мониторинга, прогнозировать изменение технического состояния на ближайший период; а также в ходе эксплуатации зданий и сооружений принимать в случае необходимости своевременные и адекватные меры по усилению несущих конструкций.

Таким образом, внедрение предложенной системы позволит определять реальное состояние строительных конструкций и фундамента, что обеспечит безопасность и надежность строящихся и эксплуатируемых зданий.

Библиографический список

1. Случаи обрушения домов в России в 2006–2016 годах. – URL: <http://ria.ru/spravka/20120417/628116652.html>
2. Печерская, Е. А. Систематизация показателей качества высокотемпературных тонкопленочных тензорезисторов / Е. А. Печерская, Д. В. Попченков, В. А. Соловьев // Инновационные информационные технологии. – 2012. – № 1. – С. 302–305.
3. Печерская, Е. А. Структура интеллектуальной системы поддержки исследований параметров сегнетоэлектрических материалов / Е. А. Печерская, А. М. Метальников, А. В. Бобошко // Нано- и микросистемная техника. – 2011. – № 6 (131). – С. 21–24.

УДК 004.934

А. Е. Усов, А. Н. Спиркин

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ ГОЛОСОВОГО УПРАВЛЕНИЯ

Аннотация. Рассмотрены существующие методы распознавания речи. Приведен алгоритм работы системы распознавания речи. Описаны этапы обработки речевого сигнала с указанием широко используемых методов. Обоснован выбор методов, которые будут использованы для разработки системы голосового управления.

Проблема речевого общения человека и машины является актуальной на протяжении многих лет. Первое устройство для распознавания речи [1] появилось в 1952 году. Оно могло распознавать произнесенные человеком цифры. В начале восьмидесятых годов появились дикторозависимые системы распознавания речи [2]. В них звуковой образ команды хранился в виде целостного эталона. Для сравнения неизвестного речевого сигнала и эталона команды использовались методы динамического программирования. Эти системы хорошо распознавали небольшие наборы из 10–30 команд и понимали только одного диктора. Для работы с другим диктором эти системы требовали полной перенастройки.

В настоящее время в связи с успехами в области информационных технологий распознавание речевых сигналов достигло достаточно большого прогресса. Современные разработки систем распознавания речи направлены на повышение их дикторонезависимости. Лидерами в данной области являются такие компании как Google, Apple и Yandex. Все вышеуказанные сервисы в качестве основного инструмента для распознавания речи используют комбинацию скрытых марковских моделей (СММ) и нейронных сетей. На этапе предобработки речевого сигнала используются, в основном кепстральные коэффициенты на шкале мел, или мел-кепстральные коэффициенты, которые дают возможность компактно описать спектр сигнала [3].

При разработке человеко-машинного интерфейса наиболее простым к реализации системы распознавания речи является использование готовых решений, предлагаемых компаниями Google и Yandex. Распознавание речи в программах GoogleSpeech и YandexSpeechKit производится на высокопроизводительных удаленных серверах, которые содержат библиотеки слов. Поэтому такой вариант применим только в тех случаях, когда обеспечивается постоянный доступ в сеть Интернет.

Система распознавания речи имеет следующий алгоритм работы [1]. Вначале происходит получение сигнала, затем его предварительная обработка, после осуществляется выделение уникальных параметров сигнала, и, наконец, обработка параметров сигнала – непосредственно распознавание. Предварительная обработка поступающего сигнала необходима для повышения точности определения команды [3, 4]. В ходе этой обработки удаляются шумы и посторонние сигналы, частотный спектр которых находится вне спектра человеческой речи. Такую обработку можно выполнить при помощи аналоговых или цифровых полосовых фильтров. В современных системах обработки речи используются цифровые частотные фильтры, реализованные программно.

Важной стадией предварительной обработки входного сигнала является нормализация уровня сигнала. Это позволяет уменьшить погрешности распознавания, связанные с тем, что диктор может произносить слова с разным уровнем громкости [5].

Выделение уникальных параметров сигнала представляет собой составление цепочки векторов признаков речевого сигнала. Речь является нестационарным сигналом, но из-за инертности речевого тракта в пределах достаточно короткого промежутка времени (от 10 до 40 мс), его характеристики не меняются, то есть его можно считать стационарным [2].

Блок выделения признаков работает с небольшими фрагментами речевого сигнала, которые должны накладываться друг на друга для повышения точности распознавания. Опытным путем установлено, что оптимальная длина таких фрагментов должна соответствовать промежутку в 10 мс, «нахлест» – 50 %. Исследования [5] показали, что наилучшим образом речь представляется признаками, полученными в частотной области. К таким признакам относятся коэффициенты линейного предсказания (Linear Predictive Codes – LPC) [1, 5], перцепционные ко-

эффиценты линейного предсказания (Perceptual Linear Prediction – PLP) [5], мел-кепстральные коэффициенты (Mel-Frequency Cepstral Coefficients – MFCC) [5].

Методы, использующие LPC, заключаются в составлении вектора признаков из коэффициентов линейного предсказания. В основе этих методов лежит возможность аппроксимации текущего отсчета речевого сигнала с помощью линейной комбинации предшествующих отсчетов.

В методе, использующем LPC, присутствует недостаток, связанный с особенностью восприятия различных частот человеком. Установлено [2], что разрешение человеческого уха неравномерно распределено по спектру: в области низких частот оно выше, чем в области высоких. Этот эффект описывается с помощью психоакустической барк-шкалы [2].

Чтобы учесть данные особенности, сохранив суть метода нахождения LPC, используют PLP. Метод, использующий PLP, заключается в том, что перед нахождением коэффициентов линейного предсказания речевой сигнал пропускается через фильтры, полосы пропускания которых изменяются в соответствии с барк-шкалой. Недостатком данного метода по сравнению с методом, использующим LPC, является существенно более сложный расчет коэффициентов вследствие наложения барк-шкалы на входной сигнал.

Чаще других в современных системах распознавания речи применяется метод, использующий MFCC. Это объясняется простотой его реализации при аналогичных показателях качества распознавания по сравнению с методами LPC и PLP.

Методы обработки параметров сигнала (распознавания) в современной литературе разделяются на следующие основные группы [5]:

- методы, основанные на сравнении с эталоном;
- методы, основанные на построении решающих функций;
- методы, основанные на скрытых марковских моделях;
- гибридные методы.

Таким образом, анализ методов систем распознавания речи показал, что для выделения характерных признаков речевого сигнала целесообразнее выбирать метод MFCC. а для распознавания голосовых команд использовать метод, основанный на построении решающих функций и реализованный с помощью искусственных нейронных сетей.

Библиографический список

1. Агашин, О. С. Методы цифровой обработки речевого сигнала в задаче распознавания изолированных слов с применением сигнальных процессов / О. С. Агашин, О. Н. Корелин // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р. Е. Алексеева. – 2012. – № 4. – С. 97.
2. Рабинер, Л. Цифровая обработка речевых сигналов / Л. Рабинер, Р. Шафер. – Москва : Радио и связь, 1981. – 496 с.
3. Intelligent system for active dielectrics parameters research / E. A. Pecherskaya, P. E. Golubkov, A. V. Fimin, T. O. Zinchenko, A. V. Pechersky, J. V. Shepeleva // Procedia Computer Science. Ser.: International Conference on Computational Intelligence and Data Science, ICCIDS 2018. – India, 2018. – P. 1163–1170.
4. Golubkov P., Pecherskaya E., Intelligent automated system of controlled synthesis of mao-coatings / P. Golubkov, E. Pecherskaya, O. Karpanin, M. Safronov, Ju. Shepeleva, A. Bibarsova // Conference of Open Innovations Association, FRUCT. – 2019. – № 24. – P. 96–103.
5. Маковский, К. А. Гибридные модели: скрытые марковские модели и нейронные сети, их применение в системах распознавания речи / К. А. Маковский // Модели, методы, алгоритмы и архитектуры систем распознавания речи : сб. науч. тр. – Москва : Вычислительный центр им. А. А. Дородницына РАН, 2006. – С. 40–95.

А. Е. Усов, А. Н. Спиркин

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

РЕЧЕВЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ ДЛЯ СЕРВИСНЫХ РОБОТОВ

Аннотация. Рассмотрены основные методы распознавания речи на основе скрытых марковских моделей, применяемые в системах голосового управления. Показаны ограничения применимости методов на практике и актуальность создания нового, более совершенного метода.

Вопрос о возможности общения с технической системой интересовал человечество уже давно, с тех пор как начали появляться первые механические машины, тогда же возникла идея научить машину говорить. Первые попытки создания в России синтезированной речи относятся к XVIII веку: во времена правления Екатерины II Петербургская Академия Наук объявила конкурс на создание говорящей машины.

В настоящее время автоматическое распознавание речи является динамично развивающимся направлением в области создания интерфейсов взаимодействия с техникой [1, 2]. За последние полвека в данной области достигнуты значительные успехи – имеется множество коммерческих приложений, которые делают вложения в данную область оправданными и выгодными. Следует отметить, по крайней мере, три основных преимущества использования речевого интерфейса:

1) для общения с компьютером человеку нужно пройти специальную подготовку. В то же время речь – это естественный интерфейс для любого, даже неподготовленного человека.

2) речь сама по себе никак механически не привязана к компьютеру и может быть связана с ним через системы коммуникаций, например, телефон, что дополнительно расширяет круг потенциальных пользователей компьютеров и делает речевой интерфейс идеальным средством для создания систем массового информационного обслуживания;

3) речевой интерфейс позволяет обращаться к компьютеру в полной темноте, с закрытыми глазами, в условиях занятости рук рычагами управления, с завязанными руками и в другой экстремальной обстановке. Это свойство дает оперативность и мобильность общения, освобождение рук и разгрузку зрительного канала восприятия при получении информации. Это исключительно важно, например, для диспетчера большой энергетической системы или пилота самолета и водителя автомобиля. На рис. 1 представлены направления развития речевых интерфейсов.

Однако есть сфера, где применение речевых интерфейсов, наиболее востребовано [3, 4]. Это реабилитационная медицина. В последние годы во всех промышленно развитых странах активно ведутся работы по созданию сервисных роботов, с помощью которых решаются задачи жизнеобеспечения неподвижных больных. Задание для роботов больной формирует с помощью речевых команд. По желанию больного изменяется положение больного на кровати, приводится в действие манипулятор для удовлетворения физиологических потребностей, пользования телефоном и т.д.



Рис. 1. Направления использования речевых интерфейсов

Основу любой речевого интерфейса составляет система автоматического распознавания речи (АРР), преобразующая входную речь (речевой сигнал) в распознанное сообщение. При этом распознанное сообщение может быть представлено как в форме текста этого сообщения, так и преобразовано сразу в форму, удобную для его дальнейшей обработки с целью формирования ответной реакции системы. Система АРР почти полностью определяет качество работы речевого интерфейса, которое, прежде всего, зависит от точности распознавания слов пользователя. Система АРР может работать в двух режимах: дикторозависимом и дикторонезависимом. В дикторозависимом режиме производится настройка системы на определенного диктора, и предполагается, что будут распознаваться слова, произнесенные только этим диктором. В дикторонезависимом режиме такая настройка не требуется, и система должна в идеале "понимать" любого диктора. Последний режим, очевидно, удобнее в использовании, но точность распознавания в нем всегда меньше, чем в первом.

Упрощенная структурная схема системы автоматического распознавания речи приведена на рис. 2.



Рис. 2. Структура системы АРР

Под моделью анализа речевого сигнала понимают блок, в задачи которого входит анализ входного сигнала, во-первых, с целью отнесения его к числу речевых,

а во-вторых, для выделения в составе полученного сигнала компонент, которые являются основными для распознавания полученного сообщения. К таким компонентам относятся параметры, описывающие речь, аналогичные тем, которые формируются в процессе синтеза речи. Набор указанных параметров зависит от избранного метода распознавания.

Модель распознавания речи и принятия решения – это блок, в рамках которого осуществляется формирование распознанного сообщения на основе анализа последовательности параметров, полученных из первого блока.

В качестве ограничений, накладываемых на систему АРР, можно привести следующие характеризующие их параметры:

- вид распознаваемой речи (пословное произношение с паузами в стиле речевых команд; четкое произношение без пауз в стиле “диктант”; спонтанная речь);
- объем словаря (ограниченный до 100, 200 и т.д. слов; неограниченный);
- степень зависимости от диктора (дикторозависимые; дикторонезависимые);
- синтаксические ограничения (отдельные слова; типовые фразы; искусственный язык; естественный язык);
- условия приема речевых сигналов (контактные микрофоны; удаленные на расстояние более 1 м микрофоны);
- условия применения АРР (слабые или сильные помехи);
- надежность распознавания.

В качестве метода распознавания большинство современных систем АРР используют метод скрытых марковских моделей [5]. Использование СММ для распознавания речи базируется на следующих предположениях: речь может быть разбита на сегменты (состояния), внутри которых речевой сигнал может рассматриваться как стационарный, переход между этими состояниями осуществляется мгновенно; вероятность символа наблюдения, порождаемого моделью, зависит только от текущего состояния модели и не зависит от предыдущих.

СММ представляет собой конечный автомат, изменяющий свое состояние в каждый дискретный момент времени t . Переход из состояния S_i в состояние S_j осуществляется случайным образом с вероятностью a_{ij} . В каждый дискретный момент времени модель порождает вектор наблюдений O_t (который в конкретной задаче является вектором особенностей, полученным в преобразователе сигнала) с вероятностью $b_j(O_t)$. Распределение плотности вероятности наблюдений моделируется конечной гауссовской смесью с четырьмя компонентами. Каждая такая модель обозначает один из звуков русского языка или отсутствие звука (одна из моделей).

Алгоритмы распознавания ключевого слова [6 - 8] используют эти модели для определения команд в потоке речи. Наиболее часто эта задача решается с помощью метода скользящего окна (slidingwindow) [8] и метода моделей-заполнителей (fillermodels) [9].

Метод скользящего окна. Суть метода скользящего окна [8] заключается в определении вхождения ключевого слова с помощью алгоритма Витерби (Viterbi) [6], который широко применяется для распознавания слитной речи (CSR). Этот алгоритм решает следующую задачу: дан вектор наблюдений (O), требуется определить наиболее подходящую последовательность СММ (S) и переходов между их состояниями для этого вектора наблюдений. Далее будем называть такую последовательность путем. Так как ключевое слово может начинаться и заканчиваться в любом месте сигнала, то этот метод перебирает все возможные пары начала и конца вхождения ключевого слова и находит самый вероятный путь для ключевого слова и этого отрезка, как если бы ключевое слово присутствовало в нем. Для каждого найден-

ного вероятного пути ключевого слова применяется функция правдоподобия, основанная на срабатывании, если значение пути, рассчитанное в соответствии с применяемым методом оценки пути, больше predetermined значения. Главным недостатком такого подхода является то, что он перебирает все возможные варианты вхождения ключевого слова, что создает большую вычислительную сложность. Кроме этого, метод распознавания команды на основе этого алгоритма заключается в применении его ко всему речевому участку для каждой возможной команды из словаря команд.

Выделенные недостатки данного метода можно частично устранить за счет правильного выбора ключевого слова и качественной речевой базой данных, но вычислительную сложность изменить не удастся. Поэтому в настоящее время метод CVV может применяться только в системах голосового управления с небольшим словарем команд, которые не требуют работы в режиме реального времени, что и отвечает требованиям создания сервисных роботов. А использование сервисных роботов с предложенным речевым интерфейсом позволит значительно повысить качество жизни людей с ограниченными возможностями, помогая им взаимодействовать с окружающим миром.

Библиографический список

1. Грачев, А. Ю. Аппаратно-программный комплекс для автоматизированных измерений биоимпеданса / А. Ю. Грачев, О. В. Карпанин, Е. А. Печерская // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2017. – № 1 (21). – С. 96–108.
2. Воробьева, Е. Ю. Факторы, влияющие на точность биоимпедансного анализа / Е. Ю. Воробьева, К. Ю. Крайнова, Е. А. Печерская, А. М. Бибарсова // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. VI Всерос. межвуз. науч.-практ. конф. / под ред. Л. Р. Фионовой. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2019. – С. 178–179.
3. Automated system for bioimpedance measuring / P. E. Golubkov, E. A. Pecherskaya, O. V. Karpanin, K. Y. Kraynova, D. V. Artamonov, Y. V. Shepeleva // International Conference of Young Specialists on Micro / Nanotechnologies and Electron Devices, EDM – Proceedings. – Novosibirsk, 2018. – P. 641–644.
4. Intelligent system for active dielectrics parameters research / E. A. Pecherskaya, P. E. Golubkov, A. V. Fimin, T. O. Zinchenko, A. V. Pechersky, J. V. Shepeleva // Procedia Computer Science. Ser.: International Conference on Computational Intelligence and Data Science, ICCIDS 2018. – India, 2018. – P. 1163–1170.
5. Demuynck, K. An Efficient Search Space Representation for Large Vocabulary Continuous Speech Recognition / K. Demuynck, J. Duchateau, D. Van Compernelle and P. Wambacq. // Speech Comm. – 2000. – Vol. 30, № 1. – P. 37–5.
6. Claes, T. A Novel Feature Transformation for Vocal Tract Length Normalisation in Automatic Speech Recognition / T. Claes, I. Dologlou, L. ten Bosch, D. Van Compernelle // IEEE Trans. on SAP. – 1998. – Vol. 6, № 6. – P. 549–557.
7. Wang, Y. Gaussian Selection Using Self-Organizing Map for Automatic Speech Recognition / Y. Wang, hamme H. Van // Advances in Self-Organizing Maps. WSOM 2011. Lecture Notes in Computer Science. – Springer, Berlin, Heidelberg, 2011. – Vol 6731. – DOI 10.1007/978-3-642-21566-7_22.
8. Jiang, L. An Experimental Study on Confidence Measures for Robust Speech Recognition / L. Jiang, X. Huang // International Conference on Advances in Pattern Recognition. – Springer, London, 1999. – DOI 10.1007/978-1-4471-0833-7_27.
9. Kosonocky, S. V. Speech Recognition Using Neural Networks / S. V. Kosonocky // Modern Methods of Speech Processing. The Springer International Series in Engineering and Computer Science (VLSI, Computer Architecture and Digital Signal Processing). – Springer, Boston, 1995. – Vol. 327. – P. 159–183.

А. И. Чередов

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

МЯГКИЙ И ГИБКИЙ СМАРТ-ПАТЧ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСУДИСТОГО ТРАНСПЛАНТАТА НА ОСНОВЕ ТОНКОЙ ПЛЕНКИ НИТРИДА АЛЮМИНИЯ

Аннотация. Рассказывается о перспективах применения сосудистых трансплантатов, подразумевающих под собой искусственные каналы, предназначенные для замены пораженного кровеносного сосуда. Также статья охватывает тему непрерывного мониторинга системы, который может дать полезную информацию не только для продления жизни трансплантата, но и для оптимизации терапии пациента.

Сосудистые трансплантаты являются искусственными проводниками, правильно спроектированными для замены больного кровеносного сосуда. Однако протезный сбой может произойти и без предварительных симптомов. В этом отношении использовались различные методики, но все они влияют на механические свойства искусственного сосуда. Для преодоления этих недостатков существует ультратонкий и гибкий смарт-патч на основе пьезоэлектрического нитрида алюминия (AlN), интегрированного на экстралюминальную поверхность протеза. Датчик может быть конформно обернут вокруг внешней поверхности протеза. Его конструкция, механические свойства и размеры должным образом охарактеризованы и оптимизированы, чтобы максимизировать производительность и избежать любого вмешательства в структуру трансплантата во время его деятельности. Был испытан в лабораторных условиях с использованием системы пульсирующего циркуляционного потока, который имитирует физиологические и патологические состояния кровотока. Таким образом, была проверена способность устройства измерять изменения параметров гемодинамики в реальном времени. Полученная высокая чувствительность $0,012$ в $\text{ПА}^{-1} \text{м}^{-2}$, связанная с присущей биосовместимостью и нетоксичностью используемых материалов, свидетельствует о том, что устройство может успешно контролировать функционирование протеза в различных условиях, открывая новые перспективы для наблюдения за сосудистым трансплантатом в режиме реального времени [1].

Например, в работах [2, 3] изложена возможность применения в медицинских имплантах защитных покрытий, полученных методом микродугового оксидирования.

Протезный сосудистый трансплантат - это искусственный канал, разработанный на основе анатомии артерий пациента, чтобы обойти больной сосуд. Хотя последние технологические достижения позволили улучшить характеристики протезов, отказы могут происходить без каких-либо предварительных симптомов. На самом деле, несмотря на то, что «несостоятельный трансплантат» имеет гемодинамически нарушенный кровоток, никаких явных клинических признаков не наблюдается, а его непрерывное бессимптомное ухудшение может привести к тромбозу и возможной ишемии обрабатываемой области. Следует отметить, что лечение тромбированного трансплантата – это действительно сложный процесс, который может привести к увеличению послеоперационной заболеваемости и, в худшем случае, к летальности пациента. Шунтирование обязательно, когда трансплантат полностью

окклюзирован, тогда как более легкая эндоваскулярная процедура для локальной ангиопластики достаточна для восстановления физиологического кровотока в случае только частичной окклюзии. Однако, даже если большинство хирургических практик включили программу наблюдения за трансплантатом, чтобы увеличить распознавание неудачного трансплантата, ни один метод измерения кровотока не был принят в клинической практике для мониторинга протезного трансплантата в реальном времени. Последующее наблюдение после имплантации в настоящее время основано на ультразвуковых протоколах, компьютерной томографии и ангиограммах через определенные промежутки времени для оценки таких параметров, как скорость кровотока трансплантата, изменение размеров просвета и давления кровотока. Однако в настоящее время предотвращение отказов не является исключительно эффективным. В этом отношении современные методики сопряжены с процедурной болезненностью, возможным воздействием нефротоксического контрастного вещества и являются трудоемкими и дорогостоящими. Все вместе эти факторы ограничивают их широкое применение и потенциальную пользу для ранней диагностики. Для решения этих проблем крайне важно непрерывное наблюдение за сосудистым трансплантатом, чтобы продлить его срок службы, а также предоставить жизненно важную информацию для раннего предупреждения об отказе. В связи с этим были исследованы новые решения, основанные на различных методах анализа для мониторинга состояния трансплантата. Один из подходов предполагает использование микроэлектромеханической системы (МЭМС) на основе датчика давления, введенного в непосредственный контакт с кровотоком, что вызывает деформацию тензометрического датчика. Хотя эти датчики давления могут обнаруживать гемодинамические изменения с хорошей чувствительностью, они требуют напряжения питания и традиционных электронных компонентов, которые изменяют структуру самого трансплантата. Кроме того, непосредственный контакт датчика с кровью может вызвать локализованные турбулентности в кровотоке и вызвать реакцию на инородное тело. Совсем недавно был разработан новый класс гибких датчиков, устанавливаемых непосредственно на внешнюю поверхность трансплантата, чтобы следить за расширением сосудистого трансплантата за счет пульсирующего кровотока. Инновационный подход основан на пьезоэлектрическом эффекте. Действительно, способность пьезоэлектрических датчиков мгновенно генерировать выходное напряжение в ответ на быстрые изменения динамического давления делает их очень привлекательными для мониторинга кровотока [4, 5]. Различные типы пьезоэлектрических датчиков были использованы для оценки различных гемодинамических параметров как для кожи, так и для имплантируемых применений. В частности, разработан сенсорный блок на основе двух поливинилидендифторидных (ПВДФ) датчиков (28 мкм), инкапсулированных в фольгу Mylar®. Пьезоэлектрическое устройство, намотанное на экстралюминальную поверхность трансплантата, генерирует электрический отклик за счет деформации стенки, обеспечивая важную информацию о гемодинамике кровотока в искусственном сосуде. Датчик разработан в виде смарт-патча, состоящего из чувствительной пьезоэлектрической области, встроенной между двумя электродами и вставленной в ультратонкую, гибкую полимерную матрицу из полиимида и тонкого слоя полидиметилсилоксана. Важно отметить, что AlN по своей природе биосовместим и не токсичен, с высокой электромеханической связью и внутренним высоким сопротивлением, что делает его одним из основных вариантов для разработки имплантируемого пьезоэлектрического датчика. Весь процесс изготовления базируется на традиционных методах микрообработки, позволяющих простым проектированием геометрии и определением механических свойств конечного устройства улучшить соответствие конструкции искусственного сосуда, не влияя на его поведение.

Библиографический список

1. Factors associated with primary vein graft occlusion in a multicenter trial with mandated ultrasound surveillance / L. Oresanya, A. N. Makam, M. Belkin, G. L. Moneta, M. S. Conte // Journal of Vascular Surgery. – 2014. – № 59. – P. 996–1002.
2. Применение в изделиях медицинской техники покрытий, полученных методом микродугового оксидирования / П. Е. Голубков, К. Ю. Крайнова, М. И. Сафронов, Е. А. Печерская, А. М. Бибарсова // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы (ВМНПК – 2019) : материалы VI Всерос. межвуз. науч.-практ. конф. (г. Пенза, 13 марта 2019 г.). – Пенза : Изд-во ПГУ, 2019. – С. 184–186.
3. Исследование влияния технологических параметров процесса микродугового оксидирования на свойства оксидных покрытий / Е. А. Печерская, П. Е. Голубков, О. В. Карпанин, Д. В. Артамонов, М. И. Сафронов, А. В. Печерский // Известия высших учебных заведений. Электроника. – 2019. – Т. 24, № 4. – С. 363–369.
4. Печерская, Е. А. Метрологические аспекты модели активного диэлектрика / Д. В. Рябов, Н. Д. Якушова // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. – 2012. – № 1. – С. 208–213.
5. Печерская, Е. А. Систематизация показателей качества высокотемпературных тонкопленочных тензорезисторов / Е. А. Печерская, Д. В. Попченков, В. А. Соловьев // Инновационные информационные технологии. – 2012. – № 1. – С. 302–305.

УДК 004.08.82

Г. В. Шалдыбин

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

РАСПОЗНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛА МОЗГА С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Аннотация. Обзор способов распознавания параметров мозговой активности с помощью нейросетевых интерфейсов с целью дальнейшей обработки полученного сигнала.

В настоящее время ИМК (интерфейс мозг – компьютер) становятся популярным устройством, позволяющим человеку воздействовать на окружающую среду усилием мысли через расшифровку мысленных команд по сигналам мозговой активности [1, 2]. Возможность построения ИМК была обусловлена, в первую очередь, наличием природной связи между пространственно-временными паттернами в сигналах мозговой активности и произвольными умственными актами человека, такими как удержание произвольного образа или функционального состояния мозга; выполнение конкретной умственной задачи; фокусирование внимания на определенном внешнем или внутреннем объекте. Трудно сейчас переоценить теоретическую и практическую значимость технологии ИМК, которая, с одной стороны, становится совершенно новой экспериментальной парадигмой в психофизиологии, а, с другой стороны, все более ориентируется на применение в медицине для целей реабилитации пациентов с тяжелыми нарушениями двигательной сферы, например, путем создания нейропультов для информационного контакта со средой (набор текстов, командных символов и др.) или нейроманипуляторов для реальных физических манипуляций (протезы, экзопротезы, тренажеры и др.).

На сегодняшний день достигнутые значительные успехи в области теоретических, экспериментальных и практических разработок технологии ИМК касаются преимущественно инвазивных подходов, т.е. связанных с вживлением электродных систем непосредственно в мозг пациентов. В неинвазивных ИМК каждый электрод регистрирует активность не отдельных нервных клеток, и даже не отдельных их функциональных кластеров, а суммарную активность сотен тысяч функционально различных нервных клеток [3, 4]. Произвольно вызвать специфические изменения в такой суммарной активности ЭЭГ становится для пациента или здорового пользователя не такой простой задачей.

Принципиальным в технологии ИМК является привязка того или иного паттерна ЭЭГ к определенной функции, например, функции включения/выключения внешнего электронного устройства [5]. В этом заключается одна из главных трудностей технологии ИМК, поскольку исходно электроэнцефалограмма не имеет функции для организма и является всего лишь внешним отражением естественной работы мозговых механизмов. Поэтому использование показателей естественных физиологических процессов организма, в данном случае ЭЭГ, в эволюционно неестественную функциональную систему управления в контуре ИМК оказывается затруднительным при разработке этой технологии.

Для развития методов лечения когнитивных нарушений, постинсультной реабилитации и создания устройств, управляемых мозгом, необходимо понять то, как мозг кодирует информацию. Ключевая задача для понимания принципов его работы – исследование активности мозга, возникающей при визуальном восприятии информации. Если говорить о решениях в области распознавания изображений по сигналам мозга, то здесь часто используют функциональную магнитно-резонансную томографию (фМРТ) или анализ сигнала, получаемого непосредственно с нейронов. Особенности этих методов ограничивают их применение в клинической практике и повседневной жизни. Интерфейс «мозг – компьютер», напротив, использует электроэнцефалограмму (далее ЭЭГ), снимаемую с поверхности головы, и нейросети. Эта разработка с помощью ЭЭГ в режиме реального времени реконструирует кадры из видео, которое смотрит человек.

Современная нейронная сеть может включать десятки, а то и сотни слоев-перцептронов с множеством нейронов в каждом. Как и зрительные центры мозга, они организованы в сложную сеть взаимосвязей – и, как в мозге, эта система пластична. Сконструировав и обучив нейронную сеть, разработчик остается в полном неведении о том, что именно в итоге в ней происходит, как она меняется в ходе обучения, на какие особенности изображений начинает обращать внимание, а какие отбрасывает. Как и в случае мозга, можно заметить, что одни слои нейронной сети берут на себя задачи ближе к «нижнему» уровню восприятия – такие как выделение границ фигур на картинке, а другие работают с более сложными образами.

Нейронные сети особенно эффективны там, где нужен аналог человеческой интуиции для распознавания образов (узнавания лиц, чтения рукописных текстов), подготовки аналитических прогнозов, перевода с одного естественного языка на другой и т.п. [6]. Именно для таких задач обычно трудно разработать явный алгоритм.

Нейросетевые системы «демократичны», они также дружелюбны, как текстовые процессоры, поэтому с ними может работать любой, даже совсем неопытный пользователь. Все это вместе служит рациональным основанием для нейрокомпьютерной моды.

Библиографический список

1. Ганин, И. П. Интерфейс мозг-компьютер на волне P300: Исследование эффектов повторения и движения стимулов: дис. ... канд. биол. наук / Ганин И. П. – Москва, 2013. – С. 5–7.
2. Фишман, Р. Искусство цифровых фантазий: почему нейронным сетям снятся электроовцы / Р. Фишман // Популярная механика. – 2015. – № 9. – С. 5–6.
3. Грачев, А. Ю. Аппаратно-программный комплекс для автоматизированных измерений биоимпеданса / А. Ю. Грачев, О. В. Карпанин, Е. А. Печерская // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2017. – № 1 (21). – С. 96–108.
4. Automated system for bioimpedance measuring / P. E. Golubkov, E. A. Pecherskaya, O. V. Karpanin, K. Y. Kraynova, D. V. Artamonov, Y. V. Shepeleva // International Conference of Young Specialists on Micro / Nanotechnologies and Electron Devices, EDM – Proceedings. – Novosibirsk, 2018. – P. 641–644.
5. Маковский, К. А. Гибридные модели: скрытые марковские модели и нейронные сети, их применение в системах распознавания речи / К. А. Маковский // Модели, методы, алгоритмы и архитектуры систем распознавания речи : сб. науч. тр. – Москва : Вычислительный центр им. А. А. Дородницына РАН, 2006. – С. 40–95.
6. Горбань, А. Нейронные сети на персональном компьютере / А. Горбань, Д. Росиев. – Новосибирск : Наука, 1996. – С. 1–2.

УДК 004.934

Г. В. Шалдыбин

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

РАСПОЗНАВАНИЕ ГОЛОСОВЫХ КОМАНД С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Аннотация. Представлены результаты аналитического обзора методов распознавания речи человека и отдельных голосовых команд с помощью нейросетевых интерфейсов.

Системы голосового управления занимают важное место в разработках таких гигантов IT-индустрии, как Google, Microsoft, IBM, Intel. Область применения систем голосового управления постоянно расширяется: только в европейском сообществе объем продаж систем голосового управления составляет несколько миллиардов долларов. Решение задачи распознавания речевых команд является центральным элементом системы голосового управления и одним из самых приоритетных в направлениях исследования искусственного интеллекта [1–3].

Технологии распознавания речи уже применяются в мобильных приложениях – например, в Яндекс Навигаторе или Google Now. Когда разработчики встраивают в приложения умные голосовые системы, они тем самым проявляют дружественное отношение к пользователям. Пользователи могут по желанию отказаться от сенсорных и других способов ввода информации и использовать голосовое управление, ввод команд и сообщений.

На этапе регистрации речевая команда в виде звукового потока данных через микрофон поступает на вход звуковой карты, в которой стандартными средствами осуществляется фильтрация и аналого-цифровое преобразование (АЦП). Критерием фильтрации является изменение уровня громкости. Известно, что во время произ-

ношения речевых команд громкость постоянно изменяется, например, гласные звуки громче согласных, при произношении человек делает паузы между слогами. Таким образом, по колебаниям уровня громкости можно отделить речь от шума. При фильтрации речи от шума весь спектр воспринимаемых звуков делится на частотные диапазоны – каналы. В каждом из каналов находится анализатор громкости, отличающий речь от шума, и если в каком-то из каналов появляется звук, по характеристикам похожий на шум, то усиление в этом канале уменьшается. Если же характеристики звука говорят о том, что это речь, то усиление достигает необходимого уровня [4, 5].

Полученный после фильтрации достаточно «чистый» поток полезной информации поступает на вход АЦП. Количество разрядов АЦП n определяется по формуле

$$D = 6n + 1.8,$$

где $D = 50$ дБ – динамический диапазон (в дБ), изменяющийся от шепота (20 дБ) до громкого разговора (70 дБ);

Очевидно, что обработка и распознавание речевой команды – это основные действия, определяющие функциональные возможности системы голосового управления. Обработка и распознавание речевой команды осуществляются цифровыми средствами обработки сигналов.

Исходное представление звукового потока выглядит как последовательность чисел по времени, а поэтому воспринимается недостаточно информативно. Поэтому желательно использовать спектральное представление. Это позволяет разложить звук по волнам разной частоты и узнать, какие волны из исходного звукового потока его формировали, и какие характеристики имели. Учитывая логарифмическую зависимость восприятия человеком частот, применяются мел-частотные спектральные коэффициенты.

Процесс извлечения спектральных характеристик показан на схеме, изображенной на рис. 1.

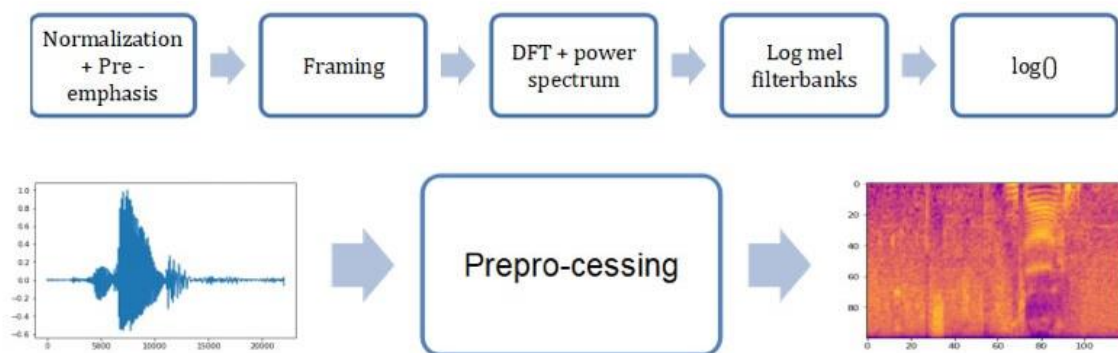


Рис. 1. Процесс извлечения спектральных характеристик

Разные сигналы отличаются по уровню громкости. Чтобы привести аудио к одному виду, нормализуют сигналы и фильтруют их высокочастотным фильтром для уменьшения шумов. Pre-emphasis – фильтр для задач распознавания речи. Он усиливает высокие частоты, что повышает устойчивость к шуму и дает больше информации акустической модели.

Исходный сигнал не является стационарным. Он делится на мелкие промежутки (фреймы), перекрывающиеся между собой, которые рассматриваются, как стационарные. К каждому фрейму применяется оконная функция Ханна, чтобы сгладить концы фреймов к нулю.

Преобразование Фурье позволяет разложить исходный стационарный сигнал на совокупность гармоник разной частоты и амплитуды. Когда применяется преобразование Фурье ко всем фреймам, формируется спектральное представление. Затем вычисляется мощность спектра. Она равна половине квадрата спектра.

Многочисленные научные исследования показали: человек распознает низкие частоты лучше, чем высокие, и зависимость его восприятия – логарифмическая. Поэтому к спектру мощности применяется свертка из N-треугольных фильтров с единицей в центре (Изображение 2). С увеличением фильтра центр смещается по частоте и логарифмически увеличивается в основании. Это позволяет захватить больше информации в нижних частотах и сжать представление о высоких частотах фрейма.

В качестве базовой архитектуры использовали сверточную нейронную сеть, как наиболее подходящую для этой задачи модель. СНС анализирует пространственные зависимости в изображении через двумерную операцию свертки. Нейросеть анализирует нестационарные сигналы и на основе спектрограммы выявляет важные признаки в частотно-временной области [6, 7].

Обучающая выборка включала 137488 объектов, тестовая – из 250 объектов. Для тестовой выборки взяли записи дикторов, которых не было в обучающей выборке. Обучение нейросети производилось с помощью Adam метода оптимизации в трех вариациях:

- обучение модели с нуля (Fresh);
- заморозка сверточных слоев в предобученной модели (Frozen);
- дообучение предобученной модели без заморозки (Pre-Trained).

Результаты потокового тестирования

Модель хорошо распознала отдельные команды из целевого набора данных, но могла давать ложные ответы на слова, похожие на команды из этого набора (например, «один» и «одиннадцать»). В непрерывной речи, состоящей из множества слов, качество обработки аудиосигналов сильно падало.

Библиографический список

1. Печерская, Е. А. Интеллектуальная система управляемого синтеза оксидных покрытий / Е. А. Печерская, П. Е. Голубков, О. В. Карпанин, Г. В. Козлов, А. В. Печерский // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2019. – № 2. – С. 99–108.
2. Intelligent automated system of controlled synthesis of mao-coatings / P. Golubkov, E. Pecherskaya, O. Karpanin, M. Safronov, Ju. Shepeleva, A. Bibarsova // Conference of Open Innovations Association, FRUCT. – 2019. – № 24. – P. 96–103.
3. Intelligent system for active dielectrics parameters research / E. A. Pecherskaya, P. E. Golubkov, A. V. Fimin, T. O. Zinchenko, A. V. Pechersky, J. V. Shepeleva // Procedia Computer Science. Ser.: International Conference on Computational Intelligence and Data Science, ICCIDS 2018. – India, 2018. – P. 1163–1170.
4. Пат. 2466468 Российская Федерация. Система и способ распознавания речи / Кочаров Д. А., Хомяков А. Б. ; заявл. 30.06.2011 ; опубл. 10.11.2012, Бюл. № 31.
5. Искусство цифровых фантазий: почему нейронным сетям снятся электроовцы // Популярная механика. – 2015. – № 9. – С. 5–6.
6. Применение искусственных нейронных сетей для распознавания речевых команд / Г. К. Бердибаева, О. Н. Бодин, Н. В. Громков, В. В. Козлов, К. А. Ожиганов, Я. А. Пижонков // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2017. – № 2 (20). – С. 77–84.
7. Ожиганов, И. Как мы учили нейросеть распознаванию речи человека при общении с чат-ботом / И. Ожиганов Ожиганов. – URL: <https://www.azoft.ru/blog/how-to-train-a-neural-network-to-recognize-speech>

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ВЯЗКОСТИ

Аннотация. Приведены результаты исследования способов определения коэффициента вязкости жидкости.

Вязкость (внутреннее трение) – свойство текучих тел (жидкостей или газов) оказывать сопротивление перемещению одной их части относительно другой.

Для измерения вязкости применяют ряд экспериментальных методов, основанных на применении вискозиметра. Вискозиметр-прибор, служащий для определения вязкости вещества.

В зависимости от метода измерения вискозиметры подразделяются на капиллярные, шариковые, ротационные, вибрационные. Отдельно выделяют ультразвуковой способ.

К вискозиметрам, использующим относительное вращательное движение, относят капиллярные и шариковые [1, 2]. В основе капиллярного вискозиметра лежит перемещение жидкости относительно неподвижных стенок капилляра. Данный метод основан на законе Пуазейля: $Q = \frac{\pi R^4}{8\eta l} (p_1 - p_2)$, где Q – количество жидкости, протекающей через капилляр вискозиметра в единицу времени, R – радиус трубы, η – коэффициент динамической вязкости, l – длина трубы, $(p_1 - p_2)$ – разница давлений на концах трубы.

Шариковые вискозиметры основаны на законе Стокса. Соотношение силы трения падающего в жидкости шарика с его скоростью и радиусом выражается следующей формулой: $F_{тр} = 6\pi\eta r v$, где η – коэффициент динамической вязкости, r – радиус шарика, v – скорость движения шарика.

Ротационные вискозиметры используют относительное вращательное движение, что обеспечивает возможность непрерывного измерения. Принцип действия данных вискозиметров заключается в помещении исследуемой жидкости в зазор между двумя телами правильной геометрической формы, вращающимися с разными угловыми скоростями. Ротационным вискозиметром является вискозиметр Штабингера. Данным способом возможно установить зависимость между вязкостью и градиентом скорости, что важно для неньютоновских жидкостей.

Вибрационные вискозиметры – это тип устройств, использующих относительное колебательное движение. В основе данных вискозиметров применяются крутильные волны.

В данной работе рассматривается измерение коэффициента вязкости жидкости методом Стокса [3].

Для проведения работы взяли высокий цилиндрический сосуд, заполненный касторовым маслом, шарики и секундомер.

Так как на шарик, опущенный в жидкость, действуют три силы: сила тяжести, выталкивающая сила и сила сопротивления, то по второму закону Ньютона: $P = F_v + F_{тр}$, где P – сила тяжести, действующая на шарик, $[P] = Н$, F_v – сила Архимеда, $[F_v] = Н$, $F_{тр}$ – сила внутреннего трения, $[F_{тр}] = Н$.

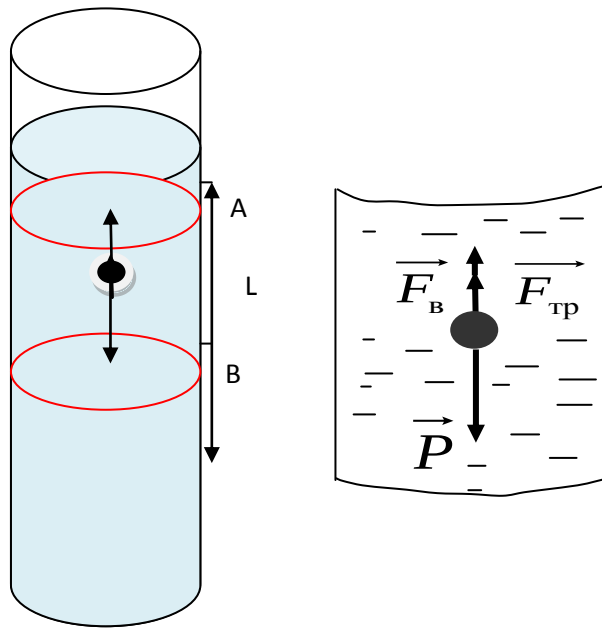


Рис. 1. Лабораторная установка

Основные расчетные формулы:

1. Коэффициент вязкости жидкости: $\eta = \frac{2}{9} r^2 g \frac{\rho - \rho_{\text{ж}}}{V}$, где $\eta = [\text{Па} \cdot \text{с}]$; r – радиус шарика, $[r] = \text{м}$; V – скорость движения шарика, $[V] = \text{м/с}$;

$\rho_{\text{ж}}$ – плотность жидкости, $[\rho_{\text{ж}}] = \text{кг/м}^3$;

ρ – плотность материала шарика, $[\rho] = \text{кг/м}^3$;

g – ускорение свободного падения, $[g] = \text{м/с}^2$

2. Скорость падения шарика: $V = \frac{l}{t}$, где l – длина участка пути, $[l] = \text{м}$;

t – время, $[t] = \text{с}$; $V = [\text{м/с}]$

Вязкость касторового масла (по Л. Арчбютт и Р. М. Дилей) при 21 °С составляет 0,906 Па·с.

На сосуде отмечены точки А и В, расположенные на некотором расстоянии друг от друга. Расстояние берется произвольно.

Предварительно измерив диаметр шарика, бросаем его в сосуд. При этом по секундомеру отмечаем время, за которое шарик проходит расстояние от верхней точки до нижней. Повторяем эти действия для нескольких шариков [1]

Физ.вел.	T	$\rho_{\text{ж}}$	ρ	d	r	t	l	V	η	$\Delta\eta$	$\bar{\eta}$
Ед. №	°C	$\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10^3$	$\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10^3$	дел	$\cdot 10^{-4}$	с	м	$\frac{\text{м}}{\text{с}}$	Па·с	Па·с	Па·с
1	21,4	0,96	7,8	60	15	6,45	0,2	0,031	1,10	0,06	1,03
2				59	14,75	6,33		0,032	1,03	0,06	1,03
3				60	15	5,54		0,036	0,95	0,05	1,03

Коэффициент вязкости жидкости в опыте № 1:

$$\eta = \frac{2}{9} r^2 g \frac{p - p_{\text{ж}}}{v} = \frac{2}{9} 0,0015^2 \cdot 10 \cdot \frac{7,8 \cdot 10^3 - 0,96 \cdot 10^3}{0,031} = 1,10 \text{ Па} \cdot \text{с}$$

Средний коэффициент вязкости жидкости:

$$\eta = \frac{\eta_1 + \eta_2 + \eta_3}{3} = 1,03 \text{ Па} \cdot \text{с}$$

Отклонение экспериментального значения вязкости жидкости от табличного определено следующим образом:

$$\eta = \frac{|\eta_{\text{теор}} - \eta_{\text{эксп}}|}{\eta_{\text{теор}}} \cdot 100 \% = \frac{0,906 - 1,030}{0,906} = 13,7 \%$$

В современном мире вязкость различных жидкостей имеет большое значение в жизни человека, как и все свойства жидкости. Практическое применение этого свойства занимает важное место в медицине [4]. Вязкость воды определяет вязкость крови, поддерживает структуру капилляров и их функциональность, определяет содержание в крови эритроцитов. Повышение вязкости происходит в результате сгущения крови, в случаях анемии отмечается понижение данного показателя. При повышении температуры тела человека изменяется вязкости крови и происходит нарушение работы сердечно-сосудистой системы, что также влияет на изменение биоимпеданса человека [5–7]. Это связано с зависимостью вязкости от температуры. Проблема измерения вязкости актуальна не только в медицине, но и в других научных областях. Например, вязкость является основным фактором сопротивления течению жидкости, служит нормирующим показателем для топлива и масел, характеризует процессы добычи нефти и ее подъема на дневную поверхность, условия транспортировки по трубопроводам.

Библиографический список

1. Штеренлихт, Д. В. Гидравлика : учеб. для вузов / Д. В. Штеренлихт. – Москва : Энергоатомиздат, 1984. – С. 19–22.
2. Павлов, С. В. Физика : учеб. пособие / С. В. Павлов. – Москва : Изд-во РИОР, 2005. – С. 24–27.
3. Никулин, С. С. Определение вязкости жидкости методом Стокса / С. С. Никулин. – Тамбов : Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2011. – С. 1–12.
4. Самойлов, В. О. Медицинская биофизика / В. О. Самойлов. – Санкт-Петербург : СпецЛит, 2004. – С. 389–394.
5. Грачев, А. Ю. Аппаратно-программный комплекс для автоматизированных измерений биоимпеданса / А. Ю. Грачев, О. В. Карпанин, Е. А. Печерская // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2017. – № 1 (21). – С. 96–108.
6. Воробьева, Е. Ю. Факторы, влияющие на точность биоимпедансного анализа / Е. Ю. Воробьева, К. Ю. Крайнова, Е. А. Печерская, А. М. Бибарсова // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. VI Всерос. межвуз. науч.-практ. конф. / под ред. Л. Р. Фионовой. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2019. – С. 178–179.
7. Automated system for bioimpedance measuring / P. E. Golubkov, E. A. Pecherskaya, O. V. Karpanin, K. Y. Kraynova, D. V. Artamonov, Y. V. Shepeleva // International Conference of Young Specialists on Micro / Nanotechnologies and Electron Devices, EDM – Proceedings. – Novosibirsk, 2018. – P. 641–644.

Е. А. Широкова

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

АКТУАЛЬНОСТЬ ВНУТРЕННЕГО АУДИТА СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Аннотация. Представлена актуальность внутреннего аудита системы менеджмента качества, изложены особенности его стандартизации на промышленном предприятии. Рассмотрены преимущества и недостатки внутреннего аудита и его влияние на постоянное повышение эффективности системы качества.

Все в мире может измениться и устареть, в том числе система менеджмента качества промышленного предприятия. Для поддержания системы менеджмента качества в рабочем состоянии и постоянного повышения эффективности ее функционирования проводятся внутренние аудиты. Это, прежде всего, внутренний аудит качества, который позволяет определить, насколько обязательные и принятые по собственному усмотрению процедуры и запланированные мероприятия правильно составлены, выполняются и направлены на предупреждение отрицательных последствий. Они проводятся с целью определения соответствия деятельности и результатов в области качества запланированным мероприятиям, требованиям международных стандартов и требованиям, разработанным самой организацией.

Результаты внутренних аудитов служат основой для анализа руководством и позволяют организации заявить о своем соответствии ISO 9000. Поэтому важным вопросом является планирование, организация и проведение аудитов, а затем и анализ их результатов.

Итак, что же такое внутренний аудит системы менеджмента качества?

Внутренний аудит, иногда называемый «аудитом первой стороной», представляет собой процесс обзора деятельности подразделений промышленного предприятия. Обычно проводится сотрудниками самого предприятия.

Так, в работе [4] автор рассматривает концепцию внутреннего аудита с четырех сторон. Во-первых, систематический характер аудита, то есть внутренняя проверка на предприятии проводится с запланированной периодичностью. Во-вторых, независимость аудита означает, что аудиторы не должны нести ответственность за свои результаты работы, которые они проверяют. Независимость для внутреннего аудита обеспечивается созданием группы аудитором, состоящей из специалистов подразделений предприятия. В-третьих, аудит качества, то есть документированный процесс, в котором все этапы, требования к процедуре и результаты его проведения должны быть документально представлены в форме отчета.

В-четвертых, аудит должен проводиться в соответствии с определенными требованиями, установленными Федеральным законом РФ «Об аудиторской деятельности», международным стандартом ISO 19011 2012 г. (Руководящие указания по аудиту систем менеджмента), а также международными стандартами семейства International Standards on Auditing (ISA).

В статье [5] автор отмечает, что, внедрив систему менеджмента на предприятии, руководство должно интересоваться тем, как оно работает, где происходят сбои системы и оценивать ее эффективность. Результаты внутреннего аудита представ-

ляют собой информацию, которая требует разработки корректирующих и предупреждающих действий с целью дальнейшего совершенствования системы менеджмента качества, как отдельных процессов, так и в целом.

Теперь более подробно рассмотрим, какие цели преследует внутренний аудит, его преимущества и недостатки, и можно ли обойтись без внутреннего аудита на промышленном предприятии. Промышленное предприятие, которое хочет иметь пригодную, отвечающую требованиям и результативную систему менеджмента качества, должно проводить внутренние аудиты, чтобы убедиться, что система менеджмента качества работает запланированным образом и выявляет как слабые звенья в системе, так и потенциальные возможности для улучшения.

Поэтому целью внутренних проверок является анализ функционирования и эффективности системы качества в проверяемых подразделениях, что в будущем, с учетом всех сбоев и несоответствий, позволит проводить непрерывное улучшение деятельности процессов, подразделений и предприятия в целом.

Основные преимущества внутреннего аудита системы менеджмента качества:

- возможность проведения проверок всех систем предприятия в постоянном режиме;
- глубокое и детальное погружение аудитора в проблемы и суть проверяемых участков, а именно, как он работает внутри предприятия и знает ли слабые и сильные стороны.

К недостаткам можно отнести следующее:

- принцип независимости внутреннего аудитора может быть поставлен под сомнение, поскольку он является сотрудником предприятия;
- разовый внешний аудит может быть гораздо выгоднее по денежным затратам, чем содержание на предприятии внутреннего аудитора.

В настоящее время деятельность внутреннего аудита многих предприятий находится на недостаточно высоком уровне и нуждается в повышении ее действенности. Одной из предпосылок эффективной деятельности внутреннего аудита является наличие стандартов, обеспечивающих качество работы и снижающих затраты на его проведение.

При разработке стандартов внутреннего аудита аудитору нужно определить и обосновать структуру стандарта, состоящую из общих положений, перечня понятий и определений, применяемых в ходе проверки, области рисков, перечня нормативных актов, используемых в ходе проверки и приложения.

Требования стандартов внутреннего аудита не должны противоречить требованиям, установленным законодательными и нормативно-правовыми актами и саморегулируемыми организациями аудиторов. Требования к внутренним стандартам можно разделить на общие и специфические. Под общими понимаются требования, которые необходимо соблюдать при формировании любого стандарта, специфические требования характерны для отдельных групп или видов стандартов. При разработке стандартов аудитор должен гарантировать выполнение следующих общих требований, а именно: целесообразность, преемственность, непротиворечивость, логическая стройность, полнота, детализация и единство терминологической базы для стандартов всех уровней регулирования. Приступая к разработке внутренних стандартов, аудиторы отдела внутреннего аудита, прежде всего, должны определить их содержание. При этом необходимо определить элементы стандарта, такие как: назначение стандарта; характеристика стандарта как части организационно-распорядительной документации; целесообразность методологического и методического сопровождения (инструкции, методические разработки, пособия, другие документы); структура; примерный порядок подготовки стандарта [6].

Поэтому необходимо поддерживать внутренний аудит на высоком уровне, постоянно повышая квалификацию auditors, что делает его стандартизацию актуальной. Стандартизация аудиторской деятельности широко применяется во внутреннем аудите. Основная цель аудиторских стандартов – предоставить аудиторам и пользователям аудиторских услуг единообразным пониманием основных принципов и целей аудита, обязанностей и ответственности auditors, методов и приемов формирования и выражения независимого аудиторского мнения.

В зависимости от отраслевой принадлежности предприятия, его размеров функции и виды внутреннего аудита могут различаться, однако все они направлены на снижение рисков и увеличение его эффективности [7].

Таким образом, следует отметить, что любое промышленное предприятие, рассчитывающее на эффективную, результативную и непрерывно улучшающуюся деятельность, не может обойтись без внутренних проверок.

Библиографический список

1. ГОСТ Р ИСО 19011–2012.Руководящие указания по аудиту систем менеджмента.
2. ГОСТ Р ИСО 9000–2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.
3. ГОСТ Р ИСО 9001–2015. Системы менеджмента качества. Требования.
4. Шнайдер, О. В. Система внутреннего аудита качества и ее влияние на прибыль предприятия / О. В. Шнайдер, Т. П. Агуреева // Карельский научный журнал. – 2014. – № 3. – С. 110–113.
5. Фролова, И. И. Внутренний аудит системы менеджмента качества на предприятии / И. И. Фролова // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. – 2016. – № 1. – С. 286–293.
6. Работа студентов в команде – важный аспект успешного освоения основных профессиональных образовательных программ высшего образования и взаимодействия «вуз-производство» / Р. М. Печерская, Ю. А. Вареник, О. В. Карпанин, С. П. Медведев, А. М. Метальников, В. А. Соловьев, Е. А. Печерская // Университетское образование : сб. XVIII Междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 200-летию со дня рождения М. Ю. Лермонтова / под ред. А. Д. Гулякова, Р. М. Печерской. – Пенза, 2014. – С. 444.
7. Печерская, Е. А. К вопросу об эффективности измерений в технологических процессах / Е. А. Печерская, Р. М. Печерская, Д. В. Рябов, О. Кузнецова // Труды Международного симпозиума Надежность и качество. – 2013. – Т. 2. – С. 98–99.

УДК 330.131.5

Е. А. Широкова

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

АНАЛИЗ РИСКОВ ПРОЦЕССА ВНУТРЕННЕГО АУДИТА НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Аннотация. Рассматривается анализ рисков процесса внутреннего аудита системы менеджмента качества на промышленном предприятии, а также их выявление и определение наиболее опасных в данной области.

Риск – это вероятность наступления какого-либо события, которое может оказать негативное влияние на достижение целей.

Отталкиваясь от этого, можно сказать, что он существует практически во всех областях деятельности. Таким образом, и в аудиторской деятельности существуют различные виды рисков, связанные с разработкой, внедрением, мониторингом и анализом программы аудита, которые могут повлиять на цели программы аудита. Поэтому определение уровня аудиторского риска и методов его оценки важно, поскольку они позволяют планировать необходимые аудиторские процедуры в дальнейшем для достоверной отчетности по качеству аудируемой организации, детально изучить факторы, влияющие на уровень отдельных компонентов аудиторского риска. Практическая значимость аудиторского риска в настоящее время имеет большое значение, так как позволяет определить вероятность формирования неверного мнения аудитора и, как следствие, составления неверного заключения по результатам проверки.

Практически все предприятия сталкиваются с необходимостью оценки риска с целью уменьшения количества опасных событий и достижения поставленных целей. В этом помогает менеджмент риска, в частности, в принятии решений в условиях неопределенности и возможности возникновения событий или обстоятельств (плановых и непредвиденных), воздействующих на достижение целей организации [1].

Теперь рассмотрим риски, возникающие при процедуре внутреннего аудита системы менеджмента качества, и определим наиболее опасный.

Основной проблемой, с которой сталкиваются все внутренние аудиторы, является вопрос наиболее эффективного распределения ограниченных ресурсов внутреннего аудита, то есть метода выбора областей для проведения аудита. Для этого требуется оценка рисков по всему пространству аудита (по всем вопросам, которые аудитор может проверить).

Задача планирования внутреннего аудита заключается в том, чтобы аудитор проверил те области, которые представляют наибольший риск для достижения целей организации. Весь объем потенциальных тем, которые могут быть классифицированы по-разному, называется пространством аудита. Необходимо оценить степень риска или возможности по каждому элементу пространства аудита, и принять решение с учетом других факторов риска, которые могут повлиять на степень приоритетности, определенной для каждого элемента пространства аудита (объекты аудита). Прежде чем все риски будут выявлены, цель должна быть сформулирована, структурирована, затем определить, какие препятствия могут повлиять на достижение цели [2, 3].

Любой риск возникает из-за каких-либо факторов таких, как:

- анализ внешней и внутренней среды предприятия;
- стратегическое направление предприятия;
- заинтересованные стороны, имеющие отношение к системе менеджмента качества, и их требования к СМК;
- область применения СМК предприятия;
- процессы, протекающие в предприятия [4].

Существуют различные виды рисков при проведении внутренних аудитов, которые, в соответствии со стандартом ГОСТ Р ИСО 19011-2012 необходимо идентифицировать и оценивать вероятность их появления. В общем случае при проведении внутренних аудитов могут возникать следующие риски:

- ошибки при планировании аудита;
- недостаточная компетенция аудиторов;

- препятствование проведению внутреннего аудита со стороны проверяемого подразделения;
- необъективность оценки объекта аудита;
- нарушение сроков выполнения отчета о проведенном аудите;
- недостаточность времени для проведения внутреннего аудита [5, 6].

В дальнейшем, проведя оценку рисков по трем критериям (вероятность наступления, ущерб и уровень риска), вычислили приоритетное число риска (ПЧР) по формуле:

$$\text{ПЧР} = \text{В} \times \text{У} \times \text{УР}.$$

После того, как были проведены расчеты, была построена диаграмма рисков внутреннего аудита от ПЧР.



Рис. 1. Градация рисков процесса внутреннего аудита на промышленном предприятии

Исходя из построенной диаграммы, видно, что риск недостаточной компетенции аудиторов является опасным риском и требует незамедлительного предотвращения.

В заключении следует отметить, что анализ рисков внутреннего аудита на промышленном предприятии – неотъемлемая часть. Управляя рисками, мы обеспечиваем качество своей работы и, наоборот, – обеспечивая качество, мы управляем рисками. Результат управления рисками – это гарантия качества продукции, гарантия соблюдения нормативных требований, гарантия стабильной прибыли, а значит – гарантия стабильности предприятия.

Библиографический список

1. ГОСТ Р ИСО 31000–2010. Менеджмент риска. Принципы и руководство.
2. Печерская, Е. А. Методики принятия решений как составная часть интеллектуальной системы поддержки исследований материалов функциональной электроники / Е. А. Печерская, А. В. Бобошко, В. А. Соловьев // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. – 2011. – № 1. – С. 229–231.
3. Работа студентов в команде – важный аспект успешного освоения основных профессиональных образовательных программ высшего образования и взаимодействия «вуз-производство» / Р. М. Печерская, Ю. А. Вареник, О. В. Карпанин, С. П. Медведев, А. М. Ме-

тальников, В. А. Соловьев, Е. А. Печерская // Университетское образование : сб. XVIII Междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 200-летию со дня рождения М. Ю. Лермонтова / под ред. А. Д. Гулякова, Р. М. Печерской. – Пенза, 2014. – С. 444.

4. ГОСТ Р ИСО 9000–2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.

5. ГОСТ Р ИСО 9004–2010. Менеджмент для достижения устойчивого успеха организации. Подход на основе менеджмента качества.

6. Оценка рисков при планировании аудита : руководство, помогающее аудиторам наилучшим способом оценить риски при планировании аудиторской деятельности. – Москва, 2014. – С. 42.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ И ТРАНСПОРТЕ

УДК 004.9

А. И. Белушкин, Г. М. Тростянский

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ К ПРЕССУ СМ816А НА ЗАВОДЕ «СТРОММАШ»

Аннотация. Проанализирован технический процесс изготовления детали. Описан сам процесс изготовления и получаемая в его результате деталь. Была рассмотрена возможность автоматизировать и улучшить данный процесс с помощью программы для станка с ЧПУ, рассмотрена сама эта программа.

Машиностроение является основной отраслью, обеспечивающей развитие экономики любого государства. В настоящее время в России очень важной задачей является создание и освоение новых технологий в области машиностроения, обеспечивающих рост производительности труда, улучшение качества продукции, снижение материалоемкости и себестоимости выпускаемой продукции, экологическую безопасность производства. Изделия машиностроения, как отрасли, обеспечивающей развитие всех остальных отраслей промышленности, должны выйти на мировой рынок и успешно конкурировать с продукцией других стран.

Главными направлениями на пути решения этих задач являются: механизация и автоматизация производства, использование систем автоматизированного проектирования на всех этапах жизненного цикла изделия (от конструкторской разработки до внедрения в производство и эксплуатации изделия), оборудования со встроенными средствами микропроцессорной техники, станков с ЧПУ, которые способны точно выполнять самые сложные операции без участия человека.

Одним из изделий, выпускаемых Пензенским заводом «Строммаш», является деталь СМ 816А-04-284Б «Пластина», изготовление которой осуществляется с применением станков с числовым программным управлением (ЧПУ). Станки такого класса позволяют получить деталь нужной формы, нужного качества по данным, хранящимся в компьютере.

Данная пластина является расходным материалом к прессу СМ 816, используемому в процессе производства силикатного кирпича, относится к быстро изнашивающимся деталям, заменяемым в процессе производства. Она представляет собой плоскую деталь (толщиной 11 мм) прямоугольной формы, размерами 132x155 мм. Плоскости изделия подвергаются цементации и закалке. Деталь монтируется в форму-опоку, в которой происходит дозирование и формование сырца будущего силикатного кирпича [2].

Технологический процесс создания детали предусматривает несколько стадий. Если рассматривать данный процесс в укрупненном плане, то необходимо выделить черновую обработку и окончательную (абразивными инструментами). Каж-

дая из этих стадий разбивается на необходимое количество технологических операций, большая часть которых выполняется на станках с ЧПУ [1].

В описании технологического процесса не указываются такие операции как смазка, упаковка, нанесение специальных покрытий и т.д.

Деталь создается посредством выполнения следующих операций:

- заготовительная;
- рихтовочная;
- шлифовальная;
- фрезерная;
- термообработка.

К окончательным технологическим операциям следует отнести упаковочную операцию и консервацию [2].

Для управления работой станков с ЧПУ, на предприятии используется программный комплекс РТС Creo Parametric. Комплекс состоит из нескольких модулей, обеспечивающих в совокупности полный сервис работы технолога-программиста и оператора, управляющего станком с ЧПУ. Алгоритм управления станком с ЧПУ заключается в использовании запрограммированных команд, выполнение которых превращает заготовки в готовые детали [1].

Периферийное оборудование станка с ЧПУ предусматривает возможность ввода в его память программы на обработку заготовки как с пульта управления, так и с устройства-программоносителя. Программа состоит из нескольких кадров. В начале каждого кадра программы стоит номер кадра. Каждый кадр состоит из переменного числа слов, причем любое слово может отсутствовать, кроме окончания кадра. Возможности данного комплекса программ позволяют:

- прямую работу с геометрическими данными без ручной конвертации в промежуточные форматы;
- доработку геометрии в соответствии с конкретным инструментом, применяющимся на оборудовании с ЧПУ;
- подготовку управляющих программ с использованием любых видов геометрических данных, плоских эскизов, чертежей и поверхностей;
- задание контурной или поверхностной заготовки произвольной формы и сравнение результата обработки с математической моделью для оценки точности изготовления;
- параметрическое задание технологических данных как в переходах, так и между переходами; использование станочных циклов с их настройкой на любые системы ЧПУ;
- подготовку технологических эскизов и технологических карт; визуализация обработки и возможность редактирования управляющих программ.

В заключение следует отметить, что использование программно-технических средств автоматизации на предприятии «Строммаш» позволяет существенно повысить эффективность производственного процесса вышеуказанного изделия, что, несомненно, окажет положительное влияние на его себестоимость.

Библиографический список

1. Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. Т. 1 / под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение-1, 2003. – 912 с.
2. Ванин, В. А. Разработка технологических процессов изготовления деталей в машиностроении : учеб. пособие / В. А. Ванин, А. Н. Преображенский, В. Х. Фидаров. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 332 с.

А. В. Дубинин, В. Н. Дубинин, М. А. Ручкин

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

NCES-МОДЕЛЬ PNP-МАНИПУЛЯТОРА

Аннотация. Рассматривается замкнутая иерархическая модульная модель манипулятора *Pick-and-Place*, основанная на формализме сетевых систем «условие-событие».

Концепция промышленного производства будущего, известная как «Индустрия 4.0», предполагает разработку и широкое внедрение кибер-физических систем (КФС). В свою очередь, моделирование промышленных КФС включает построение моделей как физической части (оборудования), так и кибернетической части (системы управления).

Адекватным средством моделирования дискретных событийных систем, к каким относятся многие промышленные КФС, являются *NCES* (*net condition/event systems*) [1]. *NCES* представляют собой сети Петри, расширенные событийными сигналами (дугами) и особым порядком срабатывания переходов. В сетях данного класса принято синхронное срабатывание группы переходов, называемой шагом. В то же время срабатывание шагов в рамках всей сети является асинхронным. Инструментальное средство *ViVe* поддерживает построение и верификацию модульных *NCES* [2]. Моделирование КФС предполагает построения замкнутой модели системы, включающей взаимодействующие модели оборудования и управления. В работе [3] предложена комплексная методология проектирования и валидации систем промышленной автоматики, основанная на использовании *UML*, *Simulink* и *NCES*.

В данной работе с использованием подхода, предложенного в [3], разрабатывается *NCES*-модель *Pick-and-Place* (*PnP*)-манипулятора, а также производится ее исследование в системе *ViVe*. Эта модель может быть полезна в учебном процессе при изучении методов и средств моделирования и верификации систем промышленной автоматики и дискретных КФС.

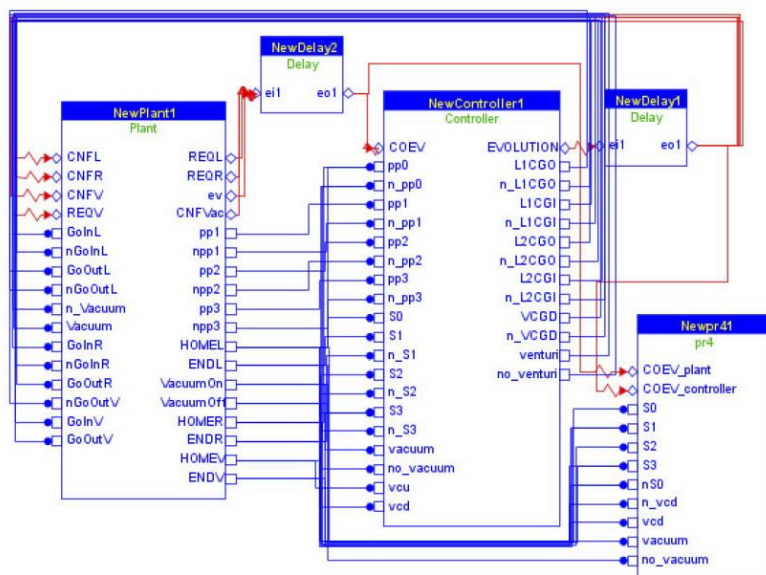
PnP-манипулятор предназначен для отбора деталей с рабочей плоскости и их переноса в буферную зону. На рабочей плоскости имеется три позиции, из которых деталь может быть выбрана, и одна позиция, куда деталь может быть помещена (см. верхний рисунок). Манипулятор состоит из следующих мехатронных устройств: двух горизонтальных цилиндров, одного вертикального и вакуумной присоски. Все цилиндры подвижные и могут совершать возвратно-поступательное движение [4]. Каждое из устройств имеет свой электрический интерфейс, включающий управляющие сигналы для выполнения каких-либо механических действий, и осведомительные сигналы, определяющие текущее состояние устройства или означающие завершение каких-либо действий в устройстве. Следует отметить, что сигналы могут быть представлены как в виде потенциала (информационные сигналы), так и в виде импульса (событийные сигналы).

При разработке модульной *NCES*-модели *PnP*-манипулятора использовались иерархические методы проектирования – «снизу вверх» и «сверху вниз». Первоначально была разработана *UML*-модель системы, включающая диаграмму классов и диаграммы последовательностей. Каждый класс из диаграммы классов отображается на отдельный *NCES*-модуль.

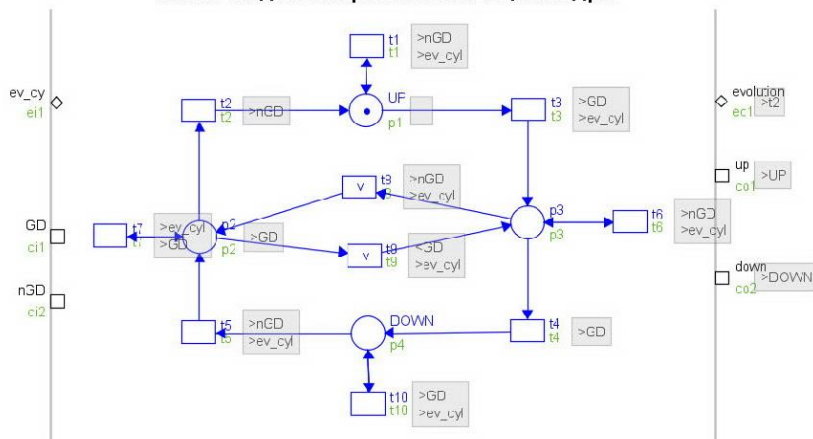
NCES-модель верхнего уровня представлена в середине рисунка. Она состоит из следующих *NCES*-модулей: *Plant* – модель оборудования; *Controller* – модель контроллера; *Delay* – блоки, имитирующие временные задержки; *Pr4* – блок для мониторинга работы систем, контролирующий правильность ее поведения. В свою очередь модель оборудования включает следующие базисные модули: два модуля горизонтальных цилиндров, модуль вертикального цилиндра и модуль присоски. Базисные модули не включают в себя другие модули и состоят только из позиций и переходов *NCES*.



Замкнутая модульная *NCES*-модель манипулятора



***NCES*-модель вертикального цилиндра**



Модуль вертикального цилиндра представлен внизу рисунка. Данный модуль имеет следующий интерфейс. Входные сигналы: *ev_cel* – информационный сигнал синхронизации; *GD (nGD)* – событийный сигнал, означающий, что вертикальный цилиндр должен начать опускаться (подниматься). Выходные сигналы: *evolution* – информационный сигнал, обозначающий начало работы; *up (down)* – событийный сигнал, означающий, что вертикальный цилиндр поднят (опущен).

Общая модель контроллера включает следующие модули: два модуля контроллера горизонтальных цилиндров, модуль контроллера вертикального цилиндра, а также контроллер вакуумной присоски. Взаимодействие контроллеров происходит в соответствии с принципом *Master-Slave*.

После построения полной *NCES*-модели *PnP*-манипулятора была произведена его верификация с использованием метода *model cheching*, реализованного в системе *ViVe*. Исследование замкнутой модели в *ViVe* показало корректность функционирования системы.

Библиографический список

1. Rausch, M. Net condition/event systems with multiple condition outputs / M. Rausch, H.-M. Hanisch // IEEE Int. Conf. on Emerging Technologies and Factory Automation. – Paris, 1995. – Vol. 1. – P. 592–600.
2. ViVe – VisualVerifier Tool Framework. – URL: <http://www.fb61499.com/license.html>
3. Vyatkin, V. Closed-Loop Modeling in Future Automation System Engineering and Validation / V. Vyatkin, H.-M. Hanisch, P. Cheng, Y. Chia-Han // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews. – 2009. – Vol. 39. – P. 17–28.
4. Demin, E. Automation Services Orchestration with Function Blocks: Web-service Implementation and Performance Evaluation / E. Demin, V. Dubinin, S. Patil, V. Vyatkin // Service Orientation in Holonic and Multi-Agent Manufacturing. – Springer, 2016. – Vol. 640. – P. 213–221.

УДК 004.928

А. В. Дубинин, М. А. Ручкин

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХПРОЦЕССОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ FESTO

Аннотация. Рассматриваются два подхода к графическому моделированию производственной системы FESTO, первый из которых основан на *Flesh*-технологии, а второй – объектно-ориентированный. В рамках второго подхода разработан специализированный язык графического моделирования.

Одним из эффективных средств проверки правильности функционирования производственных систем является их визуальное имитационное моделирование. Кроме того, оно позволяет выбрать оптимальные режимы функционирования систем, подобрать параметры техпроцесса, а также может быть использовано в целях

обучения. Известно, что графическая информация является наиболее приемлемой для восприятия человеком. Как правило, существующие системы имитационного моделирования не содержат графических средств поддержки анимации, а использование систем компьютерной графики (включая средства, входящие в состав SCADA-систем) по плечу не каждому пользователю [1]. Встраивание графических средств в системы программирования ПЛК имеет такие же недостатки [2]. Для моделирования производственных систем возможно построение и использование проблемно-ориентированных параметризованных анимационных имитационных моделей, разработанных на основе существующих технологий программирования. Причем параметризация моделей возможна путем использования скриптовых программ, описывающих работу системы.

В данной работе рассматривается два подхода к графическому моделированию производственной системы (ПС) FESTO MPS-500 [3]. ПС FESTO предназначена для изготовления некоторых законченных деталей из поступающих на ее вход заготовок. Она состоит из трех станций: распределительной, тестирующей и обрабатывающей. Распределительная станция служит для буферирования поступающих от внешнего производителя заготовок, тестирующая станция – для контроля и отбраковки нестандартных заготовок, а обрабатывающая станция – для сверления в заготовке отверстия.

Для графического моделирования ПС FESTO была разработана модель на основе технологии *Flash*, которая предоставляет пользователю удобное меню с возможностью выбора различных сценариев обработки детали, а также поддерживает интерактивный режим, позволяющий управлять с экрана операциями, связанными с оборудованием (рис. а). Как видно из данного рисунка, имеется возможность визуализировать следующие сценарии технологического процесса обработки детали: 1) “обработка нормальной детали”; 2) “обработка детали, имеющей недопустимый цвет”; 3) “обработка детали, изготовленной из несоответствующего материала”; 4) “обработка детали, имеющей неподходящую высоту”. На рис. б приведена копия экрана с визуальным представлением ПС FESTO во *Flash*-модели.

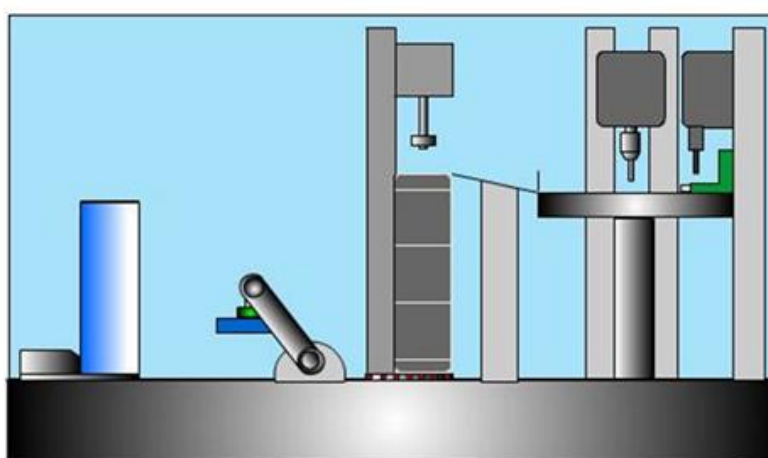
Вторая графическая модель ПС FESTO реализована с использованием объектно-ориентированного подхода на языке C++. Каждый исполнительный механизм ПС реализуется с помощью объекта, содержащего переменные и методы. Программа состоит из 12 модулей классов, главного модуля, содержащего Windows-форму для отображения состояния системы и для интерфейса с пользователем, и заголовочный файл, в котором содержатся объявления констант, требуемых для корректной работы программы, а также для возможности быстрого изменения ее параметров.

В модель ПС FESTO входит следующий набор классов для исполнительных механизмов: магазин для входных деталей (*stack*), выталкиватель (*pistn*), выходное место распределительной станции (*place*), шарнирный рычаг (*trans*), лифт (*lift*), выталкиватель на лифте (*lpist*), измеритель высоты детали (*meas*), скользящий желоб (*slide*), поворотный стол (*table*), зажим детали (*clamp*), дрель (*drill*), проверочный стержень (*check*). Каждый исполнительный механизм имеет свое графическое представление (рис. с).

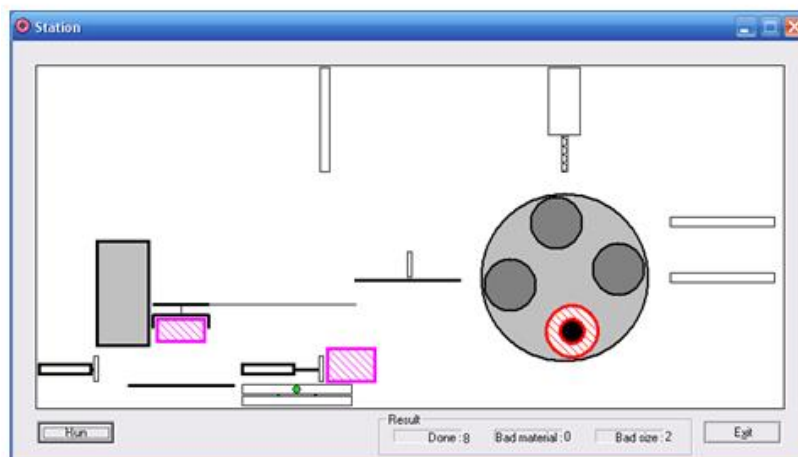
Характерной особенностью модели является использование в ней специально разработанного языка графического моделирования техпроцессов обработки деталей (языка сценариев), что позволяет гибко строить и перестраивать различные визуальные анимационные модели функционирования системы FESTO. Особенностью программы является использование в ней концепции параллельно процессов.



а)



б)



в)

Все команды языка сценариев состоят из пятисимвольного обозначения исполнительного механизма и двухсимвольной команды. Например, строка *table.mf* определяет вращение стола на 90 градусов. Описание некоторых команд языка сценариев приведено ниже. Команды для магазина: *ad* – добавить деталь в магазин; *ld* – взять деталь из магазина. Команды для выталкивателя: *sd* – установить деталь впереди выталкивателя; *rm* – убрать деталь; *mf* – движение вперед; *mb* – движение назад. Команды для лифта: *sd* – установить деталь; *rm* – убрать деталь; *mf* – движе-

ние вверх; mb – движение вниз. Команды для поворотного стола: sd – установить деталь; rm – убрать деталь; mf – поворот на 90 градусов по часовой стрелке; sh – нарисовать отверстие в детали.

Библиографический список

1. Порев, В. Н. Компьютерная графика / В. Н. Порев. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2002. – 432 с.
2. Дубинин, В. Н. Разработка визуальных имитационных моделей производственных систем на основе UML и функциональных блоков / В. Н. Дубинин, А. А. Дубравин, В. В. Черемушкин, В. В. Вяткин // Новые информационные технологии и системы (НИТС'2004) : тр. VI Междунар. науч.-техн. конф. – Пенза, 2004. – Ч. 2. – С. 68–76.
3. Дубинин, А. В. Моделирование и верификация производственных систем в CPN Tools / А. В. Дубинин, М. А. Ручкин // Новые информационные технологии и системы (НИТС-2018) : сб. науч. ст. XVI Междунар. науч.-техн. конф. – Пенза, 2019. – С. 62–65.

УДК 621

А. А. Желудкова, Е. Д. Карташова, А. Ю. Муйземнек

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

МОДЕЛЬ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация. Предложена математическая модель накопления поврежденности в смазочном материале. Приводятся основные факторы, вызывающие повреждаемость смазочного материала.

Смазочные материалы широко применяются в современной технике с целью уменьшения трения и снижения износа в механизмах, уменьшения трения при механической обработке конструкционных материалов и пр. [1, 2]. В процессе эксплуатации происходит снижение способности смазочных материалов выполнять свои функции. Это снижение происходит в результате повреждаемости смазочных материалов. Для оценки степени поврежденности смазочных материалов может быть использована скалярная величина f , монотонно изменяющаяся с течением времени от нуля до единицы. Назовем эту величину поврежденностью смазочного материала. Будем считать, что для смазочного материала в исходном состоянии поврежденность равно нулю. В состоянии полной потери способности смазочного материала выполнять свои функции значение f будем считать равным единице.

В результате проведения ряда лабораторных испытаний установлено, что одними из основных факторов, вызывающих повреждение смазочных материалов, являются действие касательных напряжений, возникающих в потоке смазывающего материала τ , а также продолжительность их действия на смазочный материал t . Обобщенная зависимость, связывающая накопленную поврежденность смазочного материала f с величиной и продолжительностью действия касательных напряжений, имеет вид

$$f = A\tau^\alpha t^\beta, \quad (1)$$

где A, α, β – константы, определяемые путем обработки результатов лабораторных испытаний смазок.

Выражение (1) учитывает основные факторы, вызывающие повреждаемость смазочного материала, и имеет простой вид. Однако при $\beta \neq 1$ использование выражения (1) для расчета накопленной поврежденности может привести к противоречивым результатам. Например, пусть $t = t_1$ и $\tau = \tau_1$. Тогда согласно зависимости (1) накопленная поврежденность будет равна $f_1 = A \tau_1^\alpha t_1^\beta$. Мысленно разобьем интервал t на N равных частей и просуммируем накопленную поврежденность на каждой части. Получим $f_2 = A \tau_1^\alpha N \left(\frac{t}{N} \right)^\beta = A \tau_1^\alpha N^{1-\beta} t_1^\beta$. Таким образом, рассчитанная поврежденность смазочного материала f_1 и f_2 при одинаковых условиях эксплуатации будет различаться в $N^{1-\beta}$ раз.

Для устранения данного противоречия запишем математическую модель накопления поврежденности в виде дифференциального уравнения, связывающего скорость накопления поврежденности $\dot{f}$ с касательными напряжениями τ , возникающих в потоке смазывающего материала, и величиной накопленной поврежденностью в смазочного материала f

$$\dot{f} = A_1 \tau^{\alpha_1} f^{\beta_1}, \quad (2)$$

где A_1, α_1, β_1 – константы, определяемые ниже.

Для интегрирования уравнение (2) разделим переменные

$$\frac{df}{f^{\beta_1}} = A_1 \tau^{\alpha_1} dt. \quad (3)$$

Проинтегрируем левую и правую части

$$\frac{f^{1-\beta_1}}{1-\beta_1} = A_1 \tau^{\alpha_1} t + C_1, \quad (4)$$

где C_1 – постоянная интегрирования.

Выразим f

$$f = \left[(1-\beta_1) (A_1 \tau^{\alpha_1} t + C_1) \right]^{\frac{1}{1-\beta_1}}. \quad (5)$$

При $f(0) = 0$ $C_1 = 0$. Тогда

$$f = \left[(1-\beta_1) A_1 \right]^{\frac{1}{1-\beta_1}} \tau^{\frac{\alpha_1}{1-\beta_1}} t^{\frac{1}{1-\beta_1}}. \quad (6)$$

Для нахождения констант A_1, α_1, β_1 приравняем показатели степеней в выражениях (1) и (6). Приравнявая показатели степени у f , получим

$$\beta_1 = 1 - \frac{1}{\beta}. \quad (7)$$

Приравнявая показатели степени у τ , получим

$$\alpha_1 = \frac{\alpha}{\beta}. \quad (8)$$

Приравнявая показатели степени у первого сомножителя, получим

$$A_1 = \beta A^{\frac{1}{\beta}}. \quad (9)$$

На следующем примере оценим возможность использования модели (2) для расчета накопленной поврежденности в смазочном материале при ступенчатом изменении касательных напряжений во времени. Пусть в первом варианте нагружения на протяжении всего срока службы в смазочном материале действуют постоянные касательные напряжения $\tau_1 = 2$ Па. График накопления поврежденности, полученный по зависимости (1), приведен на рисунке 1 (кривая 1). Во втором варианте нагружения на протяжении первой половины срока службы в смазочном материале действуют касательные напряжения $\tau_1 = 2$ Па, а затем $\tau_1 = 1,85$ Па. График накопления поврежденности, полученный путем интегрирования зависимости (2) приведен на рисунке 1 (кривая 2). Сопоставление кривых 1 и 2 на рисунке 1 свидетельствуют о том, что на первой половине срока службы кривые накопления поврежденности совпадают, на второй половине – вторая кривая лежит ниже. Положение кривых качественно соответствует представлениям о процессе накопления поврежденности в смазочных материалах.

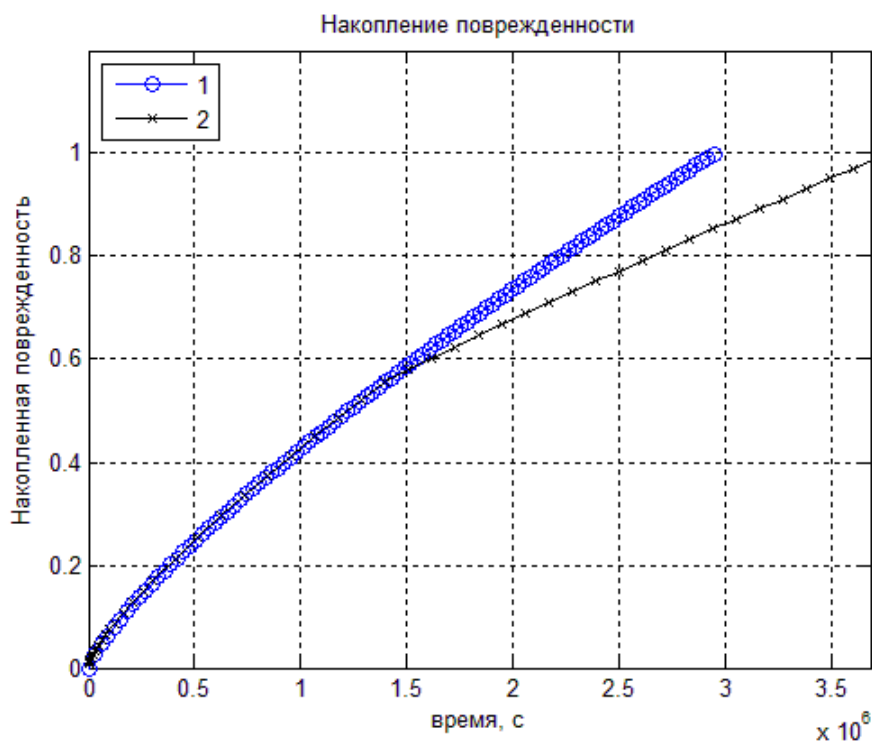


Рисунок 1 – Графики накопления поврежденности:
1 – при монотонном нагружении; 2 – при ступенчатом нагружении

Таким образом, предложенная математическая модель накопления поврежденности в смазочном материале (2) позволяет непротиворечиво описать процесс накопления поврежденности, используя при этом известные константы, входящие в

выражение (1), полученные в результате лабораторных испытаний для достаточно широкой номенклатуры смазочных материалов, по крайней мере, при постоянных и ступенчато изменяющихся во времени значениях касательных напряжений в потоке смазывающего материала. Использование модели (2) для вычисления накопленной поврежденности смазочного материала для условий непостоянства касательных напряжений требует дополнительного обоснования.

Библиографический список

1. Крагельский, И. В. Трение и износ / И. В. Крагельский. – Москва : Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1962. – 383 с.
2. Смазка и оборудование текстильной и легкой промышленности: справочник / Н. Е. Денисова, П. А. Большаков, З. Л. Ротенберг, Л. Б. Рейбарх, Н. Л. Летков, Р. М. Матвеевский. – Москва : Легпромбытиздат, 1994. – 448 с.

УДК 624.078

Е. Г. Исаков, А. О. Корольков, С. Н. Чугунов

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММЫ «ПАССАТ» ПРИ РАСЧЕТЕ И ПРОЕКТИРОВАНИИ СОСУДОВ И АППАРАТОВ

Аннотация. Рассмотрено предназначение, особенности применения и функциональные возможности программы «ПАССАТ» при расчете и проектировании сосудов и аппаратов в машиностроении.

Программа «ПАССАТ» предназначена для расчета прочности и устойчивости сосудов, аппаратов, резервуаров и их элементов с целью оценки несущей способности в рабочих условиях, а также в условиях испытаний и монтажа. Программа рассчитана на применение при проектировании, реконструкции и диагностике сосудов, аппаратов, резервуаров а также при проведении поверочных расчетов объектов нефтеперерабатывающей, химической, нефтехимической, газовой, нефтяной, атомной и других смежных отраслях промышленности, и рекомендована Ростехнадзором [1].

Расчет и проектирование аппаратов, а также их элементов сложный многоэтапный процесс. Сущность данного процесса заключается в том, что на основании исходных данных на проектирование, а именно условий эксплуатации, типа и характера среды, требований нормативно-технической документации (НТД) осуществляется расчет на прочность и устойчивость аппарата, с целью оценки несущей способности на основании выбранного основного материала конструкции и спроектированных размеров в рабочих условиях, а также в условиях испытаний и монтажа. Обычно расчет производится по ГОСТ 34233. (1-12)-2017 [2], но для некоторых элементов можно выбрать и другие нормативные документы [3].

Программа содержит большой перечень типовых элементов конструкции:

– элементы аппаратов горизонтального типа: обечайки, днища и крышки, фланцы и их соединения, штуцеры и отводы;

- элементы аппаратов колонного типа: тарелки и площадки обслуживания, элементы теплообменников, различные виды опор;
- внутренние элементы аппаратов кожухотрубчатого типа (теплообменники, подогреватели и т.д.): трубные решетки, перегородки.

Функциональные возможности программы [3]:

- ввод и анализ исходных данных;
- трехмерное отображение модели с возможностью задания цветов отдельных элементов;
- автоматическое определение расчетных величин, таких как вес, расчетные длины, характеристики колец жесткости (как в цилиндрических обечайках, так и в седловых опорах), длины хорд окружностей и др., после задания геометрии элементов и свойств используемых материалов;
- автоматическое изменение параметров смежных элементов всей модели после предупреждения при изменении геометрических параметров или условий нагружения элемента;
- определение расчетных толщин и допускаемых значений давления, сил и моментов;
- расчет прочности и жесткости места соединения штуцера с сосудом (аппаратом);
- расчет арматурных и аппаратных фланцевых соединений в зависимости от давления, внешних сил и моментов, а также температурных напряжений;
- формирование, просмотр и печать полного отчета по расчетам элементов модели с промежуточными результатами вычислений.

Перед созданием модели аппарата или его узла необходимо выбрать его тип и ввести общие параметры. В большинстве случаев задание исходных данных сводится к заданию состава среды, геометрических размеров и материалов элементов аппарата, вида испытаний. Проектирование элементов аппарата можно начать в любой последовательности, они будут позиционироваться относительно друг друга. Функционал программы позволяет при некорректном или недостаточном или некорректном вводе значений выявить ошибку и отобразить ее пользователю с возможными путями ее устранения. В случае исправления ошибки расчет продолжается [4].

Нередко кроме «ПАССАТа» используются и иные программы для работы с сосудами и аппаратами. В этом случае необходим обмен информацией с другими системами. Для этих целей в «ПАССАТе» предусмотрен импорт/экспорт в открытый (XML) формат и другие форматы.

Существуют и зарубежные аналоги программы «ПАССАТ»: *Compress*, *Vessel*, *PV Elite*. Отличительными особенностями программы является ориентация, как на российскую, так и на международную нормативную базу, имея простой русскоязычный интерфейс, и существенно меньшую стоимость по сравнению с зарубежными программами, с возможностью дополнения пользователем базы данных под свои специфичные задачи и потребности [1].

Расчет сосудов и аппаратов на прочность является сложной и трудоемкой работой за счет изучения большого количества разрозненной НТД, использования большого количества вспомогательных величин, получение которых требует определенных затрат времени и применения методов, не описанных в НТД на изделие. Использование программы «ПАССАТ» позволяет значительно снизить время на проектирование новых и усовершенствования действующих конструкций сосудов и аппаратов в соответствии с действующей НТД не только за счет автоматического расчета и проектировании, но и снижения времени на выдачу готовой конструкторской документации в производство.

Библиографический список

1. Краснокутский А. В. Новые возможности программы ПАССАТ / А. В. Краснокутский, К. В. Тимошкин // CADMASTER. – 2013. – № 3. – С. 76–79.
2. ГОСТ 34233.(1-12)–2017. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность требования. – Москва : Стандартинформ, 2018.
3. ПАССАТ [сайт]. – URL: <https://ascon.ru/products/953/review> (дата обращения: 28.10. 2019).
4. Горбачев, А. В. Расчет на прочность емкостного аппарата ВЭЭ1-1-3,2-0,6 из стали 12Х18Н10Т в программе «Пассат» / А. В. Горбачев, С. Н. Чугунов // Вестник Пензенского государственного университета. – 2015. – № 4 (12). – С. 146–152.

УДК 004

И. А. Ионкин

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

СИСТЕМА ОПТИМИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА И ПАССАЖИРОПОТОКА

В современном мире все большую значимость приобретает транспорт, проникая во все отрасли нашей жизни. Общественный транспорт – разновидность пассажирского транспорта как отрасли, предоставляющей услуги по перевозке людей по заранее установленным маршрутам. Кроме того транспорт часто называют «системой кровеносных сосудов города». В самом деле, система общественного транспорта стала неотъемлемой частью современного города. Основной задачей транспортной системы является обеспечения потребности поселения в перевозках. По мере роста численности населения и городской территории, растет подвижность и средняя дальность поездок жителей города.

Общественный транспорт в городе можно разделить на несколько видов. Это разные виды автобусов, троллейбусы, трамваи, такси и маршрутные такси. Именно последние являются наиболее популярным видом общественного транспорта. Данный вид транспорта обладает рядом преимуществ, такими как высокая скорость доставки, широкий охват транспортной сети, относительный уровень комфорта. Также маршрутные такси обладают также рядом недостатков. Например, водители маршрутных такси достигают высоких скоростей сообщения не за счет уменьшения количества остановок, а за счет скоростных качеств транспортного средства. Такое поведение вызвано постоянной конкуренцией за пассажира и стремлением совершить большее количество поездок [1]. Это приводит к «очередям» из общественного транспорта на остановках и ведет к ухудшению качества обслуживания пассажиров. Эту проблему можно решить используя современные информационные технологии.

Для повышения качества перевозки жителей города предлагается использовать следующую информационную систему. Система будет помогать пассажирам выбрать необходимый маршрут и оповещать водителей маршрутных такси о необходимости забрать пассажиров на остановке. Данная система будет состоять из 2 видов приложений и центрального сервера, который будет обеспечивать обработку данных пассажиров и водителей. Первый вид приложения это пользовательское

приложение, которое пассажир будет устанавливать на свое мобильное устройство. Второй вид это приложение водителя транспортного средства. В приложении пользователя будут отображаться доступные маршруты исходя из его местоположения и ближайшие «маршрутки». Пассажир, стоя на остановке может используя свой мобильный телефон выбрать необходимый ему маршрут. Эти данные передаются на центральный сервер, где они обрабатываются и отправляются на устройства водителей маршрутного такси. Так на устройства водителей транспортных средств передается информация о том, сколько пассажиров данного маршрута ожидает на ближайшей остановке. Выбор водителя, которому передается информация о пассажире будет осуществляться особым алгоритмом, тем самым обеспечивая равномерное распределение пассажиров по маршрутным такси, предотвращая забивания салона пассажирами. Когда пассажир садится в транспортное средство он автоматически удаляется из списка ожидающих на остановке. Такая система позволит разгрузить внимание водителей, т.к. им не придется высматривать людей сигнализирующих на остановке.

Для определения местоположения пассажира и маршрутки будет использоваться система GPS/ГЛОНАСС. Для обеспечения связи между сервером и приложениями будет использоваться канал связи LTE [2]. Данный канал был выбран из-за своей надежности, возможности обеспечить одновременно большое количество подключений, большой скорости передачи данных, а также низкой стоимостью. Для хранения информации о доступных маршрутах, пассажирах и водителях на сервере будет использоваться свободная объектно-реляционная система управления базами данных PostgreSQL.

Данная система позволит увеличить пассажиропоток, улучшить качество обслуживания пассажиров, определить и разгрузить особо загруженные маршруты.

Библиографический список

1. Кирсанов, С. А. Проблемы организации городского транспорта в России / С. А. Кирсанов, Т. Ю. Анопоченко // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки СКАГС. – 2014. – № 4. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-organizatsii-gorodskogo-transporta-v-rossii> (дата обращения: 08.02.2020).
2. Вишневский, В. Технология сотовой связи LTE – почти 4G / В. Вишневский, А. Красилов, И. Шахнович // Электроника. Наука. Технология. Бизнес. – 2009. – № 2. – С. 2–13.

УДК 621.74

С. Н. Казанцев

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТА ЛИТЕЙНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Аннотация. Представлены результаты анализа необходимости применения автоматизированных технологий при организации технического обслуживания и ремонта литейного оборудования.

В современном литейном производстве применяется большое количество технологических процессов, которые реализуются с помощью различных видов оборудования, работающего часто в тяжелых условиях (повышенная температура, загазованность и запыленность окружающей среды, значительные динамические нагрузки, вибрация), которые приводят к быстрому износу механизмов машины. Поэтому, чтобы литейное оборудование работало надежно и качественно, необходимо подготовить квалифицированные кадры и четкую организацию его технического обслуживания (ТО) и ремонта. Для этого на предприятиях создана служба главного механика, которая в соответствии с разработанным графиком должна выполнять все виды ТО и планового ремонта и постоянно повышать квалификацию рабочих и служащих. Это занимает большой объем работ и требует значительных материально-технических ресурсов (запасные части, вспомогательные материалы, оборудование, оснастка, инструменты и прочее). Сложная организация ремонтных работ часто приводит к увеличению простоя оборудования и срыву плана производства выпускаемой продукции. Также этому способствует аварийный ремонт, вызванный различными причинами – нарушение правил эксплуатации, устаревшее оборудование, некачественные исходные материалы, изношенная оснастка и инструмент. Усложняет процесс ремонта все больше применяющее автоматическое оборудование, так как имеет более сложную конструкцию, работает более интенсивно, требует повышенное внимание и очень квалифицированное обслуживание. Поэтому, чтобы обеспечить в полном объеме качественное обслуживание литейное оборудование с минимальными финансовыми затратами, необходимо применять современные информационные технологии обслуживания и обучать им обслуживающий персонал.

Для решения этих проблем и повышения стабильности работы литейного производства необходимо должным образом осуществлять планирование и проведение ТО и ремонта. Цель может быть достигнута с помощью применения автоматизированной системы управления ТО и ремонта, сбора информации о состоянии оборудования и оснастки, хранения и перемещения запасных частей и необходимых материалов, контроля качества выполняемых работ.

Система позволит:

- быстро и точно разработать оптимальный график проведения ТО и планового ремонта для каждой единицы оборудования;
- осуществлять постоянный мониторинг за состоянием оборудования;
- создание единой информационной среды обеспечит оперативную передачу информации между участниками ремонтных работ;
- проводить жесткий контроль за своевременным проведением ТО и ремонтом;
- заблаговременно оповещать все необходимые подразделения о проведении ТО и ремонта;
- организовывать автоматизированную систему складского хозяйства, обеспечивающий необходимый запас и своевременное поступление запасных частей и материалов;
- оперативную обработку конструкторско-технологической документации и архивного хранения;
- обучение обслуживающего персонала;
- определение организационных и финансовых показателей работы всех ремонтных служб.

Система может координировать действия всех участников (служащих отделов и бюро главного механика, литейного производства, ремонтно-механических цехов и мастерских, складов и кладовых) при помощи логических и двухсторонних

связей. Каждый конкретный участник системы должен иметь доступ к общей системе, но только к информации необходимой для него, чтобы не мешать другим участникам и не иметь возможность повлиять на работу всей системы и совершить утечку информации.

Работу автоматизированной системы можно разбить на два этапа [1]. Первый этап – создание информационный базы. Для этого необходимо обеспечить рабочие места компьютерной техникой с соответствующим программным обеспечением и доступ к обмену файлами. Завести электронные паспорта на каждую единицу оборудования, оснастки, запасных частей, материалов и прочее.

Создание электронного учета всего количества. Второй этап – электронный контроль за их местонахождением, состоянием, организацией рабочего места, наличием и качеством оснастки и запасных частей. Регистрация всех данных своевременно и достоверно должно быть обеспечено в любое время работы оборудования. Это позволит правильно организовать эксплуатацию оборудования и уменьшить простой на проведение ТО и ремонта, снизить вероятность аварийного ремонта.

Система может работать в следующем режиме. Текущий отчет за определенный период (смена, сутки и т.д.) о состоянии и режиме работы оборудования, оснастки, качества выпускаемой продукции выводится на электронный или бумажный носитель. Это исключает запуск в работу аварийного или предаварийного оборудования, дефектной оснастки и инструмента. Сигнал о достижении критического состояния износа механизмов машины или оснастки (опока, модельная плита, стержневой ящик, пресс-форма и прочее) сообщит всем пользователям о своевременном ремонте этих узлов и замене изношенной оснастки. Это позволит исключить аварийный простой оборудования с последующим более дорогостоящим ремонтом и остановку производства или выпуска бракованных изделий. Предотвратить аварийную остановку производства из-за поломки оборудования технически и экономически выгоднее, чем исправлять ее последствия.

Использование системы автоматизированного учета оборудования, оснастки, инструмента, запасных частей, материалов, энергоносителей позволит отслеживать их количество и своевременно пополнять их запасы, выполнив всю необходимую процедуру (определение точки заказа, оформить заявку на получение, зарегистрировать получение и т.д.).

Система может повысить эффективность ремонта за счет информации, содержащейся в электронном паспорте оборудования. За счет предварительного изучения конструкции узлов машины (в 3D модели), определения конкретных изношенных узлов по косвенным признакам, информации о причинах повторяющихся поломок. Это позволит быстро найти причину поломки и устранить ее при минимальных затратах времени.

При изготовлении запасных частей автоматизированная система позволит быстро разработать необходимую конструкторско-технологическую документацию и запустить ее в производство, что существенно сократит время.

Контроль с помощью системы за работой всех участников на каждом этапе процесса обеспечит своевременное и в полном объеме выполнение планово-предупредительное обслуживания. Это позволит повысить надежность работы и долговечность оборудования. Точное определение оценочных показателей работы всех участников позволит выявить слабые места в организации ремонтного хозяйства и оперативно устранить причины. Для подготовки квалифицированных кадров для выполнения ремонтных работ необходимо в учебных заведениях разработать соответствующие обучающие программы и включить их учебный процесс.

Библиографический список

1. Имитационное моделирование в машиностроение : учеб. пособие / А. Н. Машков, В. З. Зверовщиков, Б. В. Бондин, Н. В. Носов, С. А. Нестеров. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2010. – 240 с.

УДК 621.74

С. Н. Казанцев, Т. А. Дурина

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ЭКСПЛУАТАЦИИ ОСНАСТКИ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Аннотация. Представлен анализ применения автоматизированной системы для организации работы и технического обслуживания специализированной оснастки в литейном производстве.

В литейном производстве для изготовления литых заготовок используют большое количество специализированной оснастки: модельная, опочная, стержневая, кокильная, пресс-формы и прочее. Современное производство предъявляет высокие требования не только качеству оснастки, но и к четкой организации ее движения в течение всего цикла использования – работы, ремонта, хранения. Оснастка может быстро изнашиваться, так как подвергается очень сильным физическим воздействиям – статическому и динамическому давлению, высоким температурам, химической агрессии. При этом в автоматических машинах и линиях, работающих с высокими скоростями, оснастка подвергается более интенсивному износу. Литейная оснастка – это дорогостоящее изделие, так как имеет сложную конструкцию, многооперационный процесс изготовления, специальные материалы и прочее. Поэтому требует к себе бережного обслуживания, постоянного внимательного контроля за ее состоянием, так как износ оснастки может привести к браку литья, поломки оборудования и экономическим потерям.

Наличие большого объема различных видов оснастки создает трудности в управлении организацией ее работы. Проанализировав ситуацию, сложившиеся в литейных цехах, были выявлены несколько проблем, связанных с эксплуатацией технологической оснастки и её ремонтом.

Среди всех видов ремонта оснастки преобладающее место занимает аварийный ремонт. Аварийный ремонт проводится со снятием оснастки с оборудования для проведения ремонта на специализированной площадке ремонтной мастерской или ремонтно-механического цеха. Данный вид ремонта приводит к незапланированному и длительному простоя оборудования, что связано с большими экономическими потерями. Часто к увеличению простоя приводит отсутствие на складе запасных частей для проведения ремонта. При этом из-за необходимости проведения аварийного ремонта в короткие сроки снижается качество оснастки. Так качество аварийно-восстановленной оснастки в несколько раз ниже, чем восстановленной при планово-предупредительном ремонте.

На складах совместно хранится качественная оснастка и изношенная, требующая ремонта. Это часто приводит к случаям ее применения и как следствие появление бракованных отливок, возникновение аварийной ситуации, срыв графиков планово-предупредительного обслуживания. Только половина оснастки, нуждающихся в ремонте, подвергается своевременному обслуживанию. Не на всех производствах возможно провести ремонт всех видов оснастки в связи со сложностью конструкции и отсутствием необходимого технического оборудования. Поиск исполнителя ремонтных работ и размещения заказа на стороне приводит к потере времени. На многих предприятиях на складе оснастки учёт ведётся на бумажном носителе (журналах и карточках). Данная система учёта не позволяет оперативно найти нужный вид оснастки.

Для повышения эффективности использования оснастки и повышения срока ее эксплуатации необходимо организовать систему контроля за движением оснастки в течении всего цикла ее применения. Для этого необходимо обладать информацией о состоянии и нахождении оснастки в реальном времени. Цель может быть достигнута с помощью разработки системы управления процессом эксплуатации, ремонтом, хранением и передвижением на производстве.

Система представляет собой компьютерную программу на основе модуля 1С «ТОиР» и продуктов Microsoft Office [1]. Применение системы позволит:

- осуществлять постоянный мониторинг состояния и местонахождения оснастки в любой момент времени;
- быстро и точно разработать оптимальный график проведения технического обслуживания и планового ремонта для каждой единицы всех видов оснастки;
- осуществлять постоянный мониторинг за состоянием оборудования, использующего оснастку;
- создание единой информационной среды обеспечит оперативную передачу информации между участниками ремонтных работ;
- проводить жесткий контроль за своевременным проведением технического обслуживания и ремонта;
- заблаговременно оповещать все необходимые подразделения о проведении ТО и ремонта;
- организовывать автоматизированную систему складского хозяйства, обеспечивающий надлежащие условия хранения, необходимый запас и своевременное поступление запасных частей и материалов;
- оперативную обработку конструкторско-технологической документации и архивного хранения.

Система будет управлять и координировать действия при помощи двусторонних связей. Каждый пользователь должен иметь доступ к необходимой информации. Для того чтобы запустить систему в работу необходимо:

1. Обеспечить рабочие места персонала оргтехникой, персональным компьютером с установленной программой и доступом к обмену файлами. Обучить персонал использовать программное обеспечение и адаптировать в реальных условиях предприятия.

2. Завести электронные паспорта на каждую единицу оснастки. Паспорт должен содержать в себе всю необходимую информацию об оснастке: характеристику, данные по эксплуатации, графики и технологию проведения технического обслуживания и ремонта, запасным частям и прочее.

3. Создание склада оснастки с электронным учетом их состояния и местонахождения с привязкой номера к ячейке, в которой находится оснастка в данный момент. Эти решения позволят свести к минимуму затраты времени на поиск нужной оснастки. После того как оснастка поступила на склад, кладовщик заносит в ее паспорт статус состояния и номер ячейки, в которой она будет храниться.

Регистрация данных на складе должна быть обеспечена в каждую рабочую смену, своевременно и достоверно.

Системы будут работать следующим образом:

- программа позволит вывести на экран или бумажный носитель полный отчет о состоянии каждого типа оснастки в текущий момент времени. Это исключит запуск в работу неисправной единицы. Благодаря осмотру и своевременной выбраковке перед отправлением на склад, вновь установленная на машину оснастка со склада будет гарантированна в рабочем состоянии;

- программа заблаговременно сообщит всем необходимым пользователям о плановом ремонте быстроизнашивающихся частей оснастки, что позволит исключить ее критический износ, а впоследствии поломку и более дорогостоящего ремонта, позволит свести к минимуму появление аварийных ремонтов. Значительно проще и экономически выгоднее предотвратить аварийную поломку, чем потом исправлять последствия;

- внедрение системы автоматизированного учета позволит постоянно отслеживать состояние оснастки и заблаговременно приобретать нужные запасные части, а при необходимости организовать ремонт на другом предприятии;

- система поможет повысить эффективность и скорость ремонтных работ за счет данных, содержащихся в паспорте оснастки и базы технологий ремонта. Если до этого случалась похожая поломка, информация о ней будет внесена в паспорт, и уже не нужно будет вновь искать первопричину поломки и разрабатывать технологию ремонта, что существенно сократит время и затраты;

- использование программы позволит вовремя производить планово-предупредительное обслуживание и осуществлять четкий контроль за его проведением. Что позволит повысить дисциплину выполнения ремонтных работ обслуживающим персоналом.

Благодаря автоматизированной системе организации процесса эксплуатации оснастки повысится эффективность ее применения, надежность, долговечность, снизится простой оборудования и брак отливок.

Библиографический список

1. Нестеров, С. А. Автоматизированная система «движения» штампованной оснастки на предприятии / С. А. Нестеров, В. Г. Заронян, А. Н. Машков, О. В. Фурман // Системы проектирования, моделирования, подготовки производства и управления проектами CAD/CFV/CAE/PDM : сб. ст. IX Междунар. науч.-техн. конф. – Пенза : Приволжский Дом знаний, 2015. – С. 62–65.

УДК 621.01:691-419.8

Д. В. Козлов, А. Ю. Муйземнек, М. С. Гуськов

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Аннотация. Представлен опыт использования программного комплекса конечно-элементного анализа ANSYS для прогнозирования механических свойств композиционного

металлического материала на основе сплавов титана BT1-0 и алюминия АМг5М. Выявлена зависимость максимального угла изгиба материала от расстояния между перфорациями в алюминиевой пластине.

Современные детали и конструкции предъявляют высокие требования к физико-механическим характеристикам материалов, которым традиционные материалы уже не могут обеспечить. Указанные обстоятельства привели к появлению новых классов материалов, в их числе – композиционные. Широкая область применения и возможность варьирования различных параметров привела к большому распространению данного класса материалов. Одной из актуальных задач современного материаловедения является прогнозирование поведения такого материала зависимости от его конфигурации.

В исследуемом композиционном материале системы титан-алюминий реализована схема армирования, при которой промежуточную алюминиевую пластину перфорируют сквозными каналами. В армированном композиционном материале были использованы сплавы титана (BT1-0) и алюминия (АМг5М). Сквозные отверстия в композиционном материале распределены равномерно, при этом они выполнены коническими с противоположно-направленной конусностью в соседних каналах, а отверстия с одноименной конусностью располагают в плоскости листа в шахматном порядке. Многослойная заготовка получена сваркой взрывом на режимах обеспечивающих высокопрочное соединение без образования интерметаллидных соединений, что позволяет осуществлять правку заготовки и формообразование материала (вытяжку, гибку, прокатку, отбортовку и др.).

При последующей термической обработке, в зоне соединения титан-алюминий, образуется интерметаллическая прослойка $TiAl_3$, с одной стороны повышающая прочность композиционного материала, с другой стороны приводящая к его охрупчиванию, в результате чего материал теряет способность к формообразованию.

Используемая конфигурация композиционного материала, его архитектура, позволяет варьировать большое количество параметров, в частности, в данной работе прогнозировалась зависимость расстояния между перфорациями на максимальный угол изгиба композита до разрушения одного из его компонентов. С этой целью была разработана схема расчета, опирающаяся на ГОСТ 14019–2003 «Материалы металлические. Метод испытания на изгиб» [1]. При этом был принят ряд допущений, облегчающих процесс расчета. Расчет проводился в программном комплексе конечно-элементного анализа ANSYS. Данный комплекс позволяет решать широкий спектр инженерных задач, в том числе задачи механики деформируемого тела.

Результаты предыдущей работы [2] показали, что в области линейно-упругого поведения материала предложенная схема армирования не имеет преимуществ перед схемой, не использующей перфорации. В связи с этим использовалась билинейная схема поведения материала. Для задания данной модели поведения использовались формулы описанные в работе [3]. В этом случае модель поведения интерметаллической прослойки осталась линейной, что связано с недостатком информации о механических характеристиках данного компонента.

Дальнейшим этапом подготовки к расчету является разбивка геометрической модели на конечные элементы. Для титановой и алюминиевой составляющей композиционного материала шаг разбивки составлял $0,1 \text{ мм}^2$, а для интерметаллической прослойки $TiAl_3$ $0,0125 \text{ мм}^2$. Общее количество элементов для всех схем расчета составило 83740.

Для анализа прочности интерметаллической прослойки использовалась теория Мора-Кулона. Для титановой и алюминиевой составляющих композиционного материала использовалась теория Губера-Мизеса-Генки.

Расчет первой схемы показал, что результаты расчета разработанной схемы разнятся с результатами эксперимента на 13 %.

Результаты данных четырех схем расчета представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты расчетов

Схема расчета	1	2	3	4
Расстояние между прослойками, мм	9,8	11,8	13,8	14,8
Коэффициент запаса прочности для интерметаллидов	0,7	0,7	0,7	0,72
Коэффициент запаса прочности для титана и алюминия	1,47	1,33	1,09	0,89
Прогиб, мм	0,35	0,96	3,51	6,8
Угол прогиба, град	4,6	7,2	39,3	123,4

Расчеты показали, что с увеличением расстояния между интерметаллическими прослойками угол прогиба расчет с зависимостью, близкой к параболической.

При расстоянии между прослойками 14,8 мм критическое значение коэффициента запаса прочности для интерметаллической прослойки не достигается. Максимальный угол прогиба в данной схеме составил 123,4 градуса, при этом коэффициент запаса прочности для интерметаллической прослойки составил 0,74, а для титана и алюминия 0,76.

Полученные данные могут позволить улучшить конфигурацию исследуемого композиционного материала с точки зрения повышения его способность выдерживать изгибающие нагрузки.

Библиографический список

1. ГОСТ 14019–2003. Материалы металлические. Метод испытаний на изгиб. – Введ. 2004-09-01. – Москва : Изд-во стандартов, 2004. – 8 с.
2. Козлов, Д. В. Расчет напряженно-деформированного состояния композиционного материала системы титан-алюминий / Д. В. Козлов, И. С. Лось // Вестник Пензенского государственного университета. – 2018. – № 3 (23). – С. 82–87.
3. Морозов, Е. М. ANSYS в руках инженера: Механика разрушения / Е. М. Морозов, А. Ю. Муйземнек, А. С. Шадский. – Москва : ЛЕНАНД, 2019. – 456 с.

УДК 683.388.21

И. И. Кузнецов, А. Е. Шаралапов

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРОМОТОРНОГО ЗАПИРАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Аннотация. Предложен вариант автоматического электромоторного запирающего устройства накладного типа, предназначенного для установки на откатные и распашные.

Защита периметра является особо важным элементом комплекса мер безопасности, как для объектов ядерно-оружейного комплекса, включая атомные электростанции, так и для нефтеперерабатывающих предприятий и нефтяных терминалов, предприятий химического производства, аэропортов, теплоэнергетических и гидроэнергетических станций, объектов вневедомственной охраны, объектов военно-промышленного комплекса.

К одному из средств инженерно-технических защиты относятся замки и запирающие устройства.

Устройства должны обладать достаточной прочностью, при этом иметь необходимый запас безотказной работы и обладать эргономическими показателями, позволяющими пользователям эксплуатировать их без ограничений.

Для того чтобы в СКУД (Система контроля и управления доступом) максимально автоматизировать процесс пропуска автотранспорта на КПП (контрольно-пропускной пункт), предлагается оборудовать ворота автоматическим электромоторным запирающим устройством, управление которым будет производится дистанционно и работает в совокупности с электроприводами (открывания/закрывания ворот).

На сегодняшний день на Российском рынке представлены такие устройства как: «Препона ЗУ-04», «Базальт», «Гоби». Данные устройства надежны и работают в СКУД, блокируются и разблокируются с пульта управления, но основным их недостатком является ручное открывание и закрывание запирающего механизма.

Автоматическое электромоторное запирающее устройство, предназначено для дистанционного отпирания/запирания распашных, откатных, раздвижных ворот.

Данное устройство накладного типа устанавливается с внутренней стороны охраняемой зоны на полотно створок ворот толщиной от 50 до 110 мм. Конструкция устройства обеспечивает контроль положения открыто/закрыто и разблокировано/заблокировано. Контроль осуществляется с помощью световой индикации, как на пульте управления, так и на самом устройстве. Перемещение двух засовов в положение открыто/закрыто осуществляется автоматически с пульта управления, управляющего сигнала на электропривод устройства.

В аварийном режиме при отсутствии электропитания, разблокирование запирающего механизма производится вручную с помощью ключа с внутренней стороны охраняемой зоны.

Устройство снабжено двумя засовами с фиксирующими частями в виде ромбов, которые входят в ответную накладку и поворачиваются на 45 ° для фиксации в закрытом состоянии устройства (см. рис. 1).

Засовы изготовлены из коррозионно-стойкой стали и упрочнены с помощью термообработки.

Так же устройство имеет подогрев электромотора, с помощью нагревающего кабеля с терморегулятором. Это одно из немногих устройств, которое сможет работать в суровых и экстремально низких температурах.

Параметры устройства:

- ресурс устройства – не менее 300 000 циклов;
- срок службы – не менее 8 лет;
- крепление устройства выдерживает нагрузки не менее $45\,000 \pm 750$ Н;
- засовы выдерживают поперечную нагрузку $50\,000 \pm 770$ Н;
- устройство работоспособно при температуре минус 60 °С до плюс 50 °С;
- степень защиты конструкции, обеспечиваемая оболочкой, соответствует IP54 по ГОСТ 14254–2015.

В статье приведен **прочностной расчет червячной передачи на вандалоустойчивость**. На основании данных расчетов была проработана конструкция автоматического электромоторного запирающего устройства.

Принимаем следующие параметры движения передачи для обеспечения заданных технических характеристик:

- вращающий момент на колесе $T_2 = 1250$ Нм;
- частота вращения червяка $n_1 = 0,001$ с⁻¹;
- условный угол обхвата $2d_2 = 90^\circ$;

Далее проведем расчет параметров по ГОСТ 19650.

Скорость скольжения на делительном диаметре червяка определим по формуле:

$$v_{ск} = \gamma d_1 \frac{n_1}{(60 * 1000 * \cos(\gamma))} = 0,000000839 \text{ м/с}; \quad (3.37)$$

В зависимости от Z_2 принимаем $\gamma = 0,14205$;

Напряжение изгиба определяется по формуле:

$$s_F = 600 \frac{T_2}{Z_2 m^2 q \gamma 2d_2} = 58,1992 \text{ МПа}; \quad (3.38)$$

Контактные напряжения рассчитываются по формуле:

$$s_H = \frac{500}{m Z_2} \sqrt{\frac{Z_2}{2d_1 2d_2}} = 5,22863 \text{ МПа}; \quad (3.39)$$

Для определения допускаемые напряжений зубьев червячных колес примем марку материала – чугун СЧ 20. Для такого материала допускаемое напряжение на изгиб $s_{HP} = 60$ МПа.

Определим материалы червяка и колеса для принятия величины контактного движения в зависимости от скорости скольжения s_{HP} :

- марка материала червяка – сталь 45;
- Марка материала колеса – чугун СЧ 15.

Исходя из этого принимаем $s_{HP} = 169,2068$ МПа

Проверяем выполнение условий прочностного расчета[4]:

$$s_H = 5,22863 \leq s_{HP} = 169,2068; \quad (3.40)$$

Что составляет 3,07567% от предельного значения – условие прочности выполнено [4];

$$s_F = 58,1992 \leq s_{FP} = 60; \quad (3.41)$$

Что составляет 96,99867 % от предельного значения – условие выполнено.

Таким образом рассчитанная червячная передача удовлетворяет условиям прочности к вандальному воздействию.

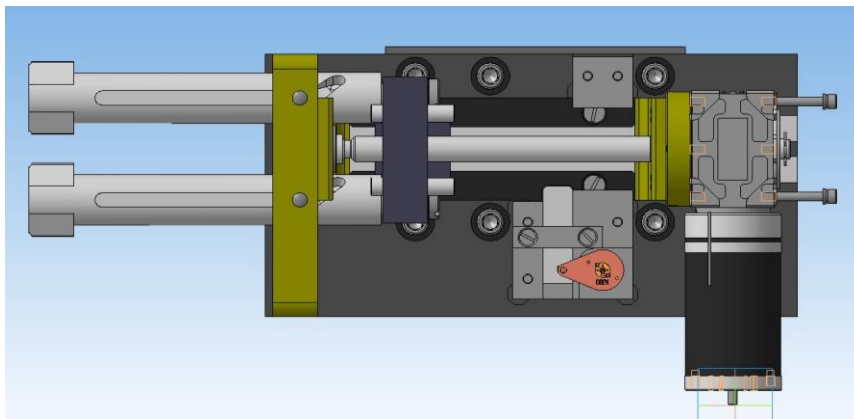


Рис. 1. Автоматическое электромоторное запирающее устройство

Библиографический список

1. Шаповал, О. Л. Конструктивные разработки ЗАО «ЦеСИС НИКИРЭТ» в 2013–2014 г. / О. Л. Шаповал // Современные охранные технологии и средства обеспечения комплексной безопасности объектов. – 2014. – С. 142–154.
2. Пат. RU № 93 110 U1, кл. Е 05 В 47/06. Электромеханическое запирающее устройство / Абрамов В. И., Потемкин Е. А., Андреев С. Б. и др. ; заявл. 2009142248/22, Бюл. № 11 от 20.04.10.
3. ГОСТ 5089–2011. Замки, защелки, механизмы цилиндровые. Технические условия. – Москва : Изд-во стандартов, 2011. – 46 с.

УДК 621.771.013

Н. Д. Пронина, А. Е. Шаралапов

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

УСТАНОВКА ДЛЯ ЗАВАЛЬЦОВКИ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОФИЛЯ

Аннотация. Рассматриваются вопросы конструктивной проработки оборудования для прокатного производства. На основе проведенного анализа оборудования рассмотрели вариант конструкции установки для завальцовки алюминиевого профиля.

Качество получаемой продукции зависит от правильного проектирования оборудования под определенные условия и задачи. Поэтому процесс проектирования оборудования является одним из основополагающих.

На примере производства карнизов можно рассмотреть проектирование прокатного оборудования.

В зависимости от материала заготовки, формы и размеров изделий, типа производства применяют различные методы обработки металлов (прокатка, волочение, прессование, ковка, штамповка, горячая объемная штамповка, холодная объемная штамповка и т.д.).

Прокатные станы классифицируют по трем основным признакам: по числу и расположению валков в рабочих клетях; по числу и расположению рабочих клеток; по их назначению.

Базовая конструкция показана на рис. 1 представляет собой 1 – прокатные валки, 2 – плита, 3 – треновый шпиндель, 4 – универсальный шпиндель, 5 – рабочая клеть, 6 – шестеренная клеть, 7 – муфта, 8 – редуктор, 9 – двигатель.

Рассматривая виды профилей и их применение, выделяют характеристики материалов профилей использованных в карнизах, например, как легкость, прочность, пластичность, коррозионностойкость.

Проектируемая установка предназначена для завальцовки алюминиевых профилей с предварительно наклеенной ответной лентой с ворсом ("липучкой"). Исходные материалы: профиль 22,5×12,6×6000 с лентой 20,0×1,5×6000, укладываются на установку вручную.

Готовым изделием является карниз, имеющий две направляющие: первая для штор (крепление на бегунках), вторая для ламбрекена (крепление на липучку). Для

надежного удержания ламбрекена, предварительно наклеенную ленту необходимо зажать. Именно для этого и предназначена разрабатываемая установка.

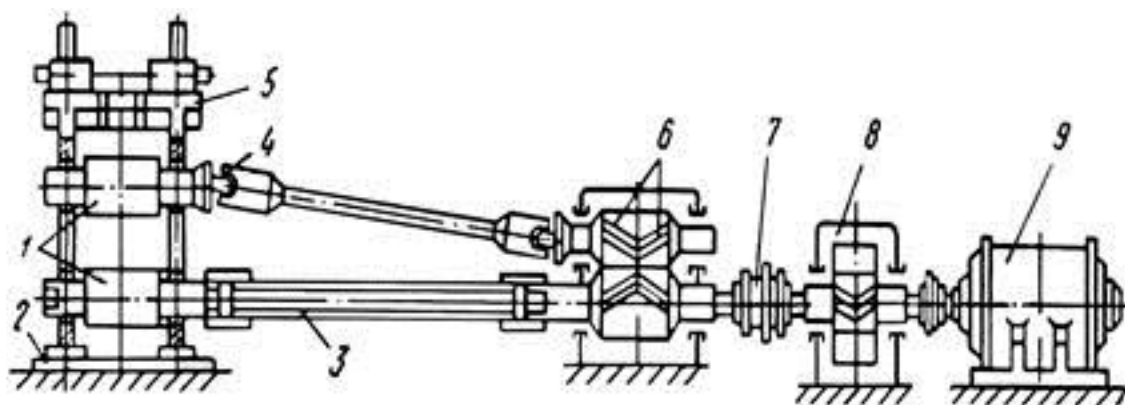


Рис. 1. Прокатный стан

Принцип действия установки состоит в прокатывании вальцовочной головкой уложенных на опорные плиты алюминиевых профилей. В процессе перемещения вальцовочной головки происходит деформация профиля.

Для обеспечения протекания разработанного процесса, предложена следующая компоновка установки – приводная стойка (в приводной стойке на подмоторной плите закреплен двигатель, находится ременная передача червячный редуктор, ведущая звездочка цепной передачи. Торец стойки закрыт приводной стенкой. На крышке установлен кнопочный пульс, натяжная стойка (на стойке располагается ведомая звездочка цепной передачи, механизм натяжения цепи), опорные плиты (на них укладываются профили), подставки поддерживающие стойки, установлены стяжки, для увеличения жесткости конструкции, вальцовочная головка (она устанавливается с помощью опорных роликов на опорные плиты. Боковые и верхние ролики имеют эксцентриковые оси для регулировки хода каретки по опорным плитам. Вальцовочная головка состоит из трех формующих роликов, имеющих специальные канавки с углами стенок 90°, 120°, 150°. Перемещение роликов по оси ограничено стопорами. На корпусе каретки держателями закреплены цепи, перемещающие карету.

Исходя из габаритных размеров, установка сделана сборной из отдельных секций, что позволяет облегчить транспортировку.

Проведены расчеты на прочность формующего ролика, параметров цепной и ременной передач установки для завальцовки алюминиевых профилей.

Библиографический список

1. Зотов, В. Ф. Производство проката / В. Ф. Зотов. – Москва : Интермет Инжиниринг, 2000. – 352 с.
2. Полухин, П. И. Прокатное производство / П. И. Полухин, Н. М. Федосов, А. А. Королев, Ю. М. Матвеев. – Москва : Металлургия, 1982. – 696 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ, СЕТИ И КОМПЛЕКСЫ

<i>Азаров В. Е., Дорофеева О. С.</i> РАЗРАБОТКА БАЗОВОГО ОТЛАДЧИКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ WINDOWS	3
<i>Артемов И. В., Коннов М. Н., Патунин Р. Н.</i> СЕТЬ ПЕТРИ, МОДЕЛИРУЮЩАЯ РАБОТУ БУФЕРНОЙ ПАМЯТИ КОММУТАТОРА.....	5
<i>Балаев К. А., Митрохин М. А., Петкилев А. А., Межгорин Д. С., Бычков А. С.</i> МЕТОДЫ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ	7
<i>Бирюков Б. Е., Лукошкин П. А., Самуйлов С. В.</i> СРАВНЕНИЕ МНОГОПОТОЧНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА БЫСТРОЙ СОРТИРОВКИ С ОДНОПОТОЧНОЙ	10
<i>Бирюков Б. Е., Лукошкин П. А.</i> СРАВНЕНИЕ МНОГОПОТОЧНОЙ И ОДНОПОТОЧНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА ПОРАЗРЯДНОЙ СОРТИРОВКИ.....	12
<i>Гурин Е. И., Тумасов С. В.</i> ВЫБОР ПСЕВДОСЛУЧАЙНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ НА ШУМОПОДОБНОМ СИГНАЛЕ	13
<i>Горшенин Л. Н., Коннов Н. Н.</i> ВИЗУАЛЬНЫЙ РЕДАКТОР МИКРОПРОГРАММ ДЛЯ МИКРОТРЕНАЖЕРА	15
<i>Дубинин В. Н., Королев Б. Д.</i> РЕАЛИЗАЦИЯ ГРАФОДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЗАДАЧИ ВЗАИМНОГО ИСКЛЮЧЕНИЯ НА ЯЗЫКЕ SPARQL	18
<i>Королев Б. Д.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ НА ПЛАТЕ SPARTAN-3E	21
<i>Мельников Г. М., Дорофеева О. С.</i> АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ LR(0)-АНАЛИЗАТОРА.....	23
<i>Тугарев И. Д.</i> ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ РАЗВЕРТКИ РАСПРЕДЕЛЕННОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ ЛОКАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ.....	25
<i>Тумасов С. В.</i> МАКЕТЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ В БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ НА ШУМОПОДОБНОМ СИГНАЛЕ	28
<i>Шаповалов И. С.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ НЕЙРОННОЙ СЕТИ НА ПРИМЕРЕ РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНЫХ ЦИФР	30
<i>Щеголихин Я. П., Митрохин М. А.</i> БИБЛИОТЕКА PYTORCH КАК ИНСТРУМЕНТ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ	32

ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТООБОРОТ

<i>Викиняйкина И. А., Несяева Л. А.</i> К ВОПРОСУ О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В МЕДИЦИНЕ	35
---	----

Игнатенко А. В., Тростянский Г. М. ИНФОРМАЦИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ФИЛИАЛА ВГТРК ГТРК «ПЕНЗА» С ОРГАНАМИ ВЛАСТИ.....	37
Киреева А. А., Кирюхин Ю. Г. ЗАРУБЕЖНЫЙ СОВРЕМЕННЫЙ ОПЫТ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДОКУМЕНТООБОРОТА	39
Викишняйкина И. А., Кирюхин Ю. Г. ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТООБОРОТ В УЧРЕЖДЕНИИ.....	40
Кистина Е. А., Кистин Д. В. ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СМАРТ КОНТРАКТОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ	43
Китов И. В., Коровина Л. В. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАЦИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ ПО УПРАВЛЕНИЮ ДОКУМЕНТАМИ ГОСТ Р ИСО 15489-1–2007 И ГОСТ Р ИСО 15489-1–2019	45
Суркова Ю. С., Бибарсова А. И. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЛОКЧЕЙНА В ОРГАНАХ ВЛАСТИ.....	47
Мачильский В. Д. ПРИКЛАДНЫЕ ПРИНЦИПЫ РЕАЛИЗАЦИИ И УДАЛЕННОГО ДОСТУПА К ВОПРОСНО-ОТВЕТНОЙ СИСТЕМЕ	49
Маслов В. А., Туезов А. А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЛОКЧЕЙНА ДЛЯ ВЫДАЧИ ЭЛЕКТРОННЫХ ДИПЛОМОВ	52
Переляхина К. А., Коровина Л. В. К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ «ЕДИНОГО ПОРТАЛА ГОСУДАРСТВЕННЫХ И МУНИЦИПАЛЬНЫХ УСЛУГ».....	54
Маслов В. А., Филина Е. Ю. АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОННЫХ УСЛУГ, ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫХ ГРАЖДАНАМ В СФЕРЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ	56
Фионова Л. Р., Катыева М. А., Князева К. С. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ С РАСПОРЯДИТЕЛЬНЫМИ ДОКУМЕНТАМИ НА ПЛАТФОРМЕ «1С: ПРЕДПРИЯТИЕ».....	59
Фионова Л. Р., Фионова Ю. Ю., Катыева М. А. К ВОПРОСУ ФОРМИРОВАНИЯ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ПО РАБОТЕ С ЭЛЕКТРОННЫМИ ОБРАЩЕНИЯМИ.....	62
Чепасов М. А., Кулаков Р. С. ПРИМЕНЕНИЕ БЛОКЧЕЙНА В ОБРАЗОВАНИИ	66
Шокорова Н. Н., Щепеткова А. В. ТЕХНОЛОГИИ РЕАЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСИ В РОССИИ	68
Щепеткова А. В., Шокорова Н. Н. ПРАВОВАЯ РЕГЛАМЕНТАЦИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ПОДПИСЕЙ ЗА РУБЕЖОМ.....	70
Ускова Е. А., Ермолаева А. В. КОМПЕТЕНЦИИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ И МУНИЦИПАЛЬНЫХ СЛУЖАЩИХ В СФЕРЕ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫМИ ДОКУМЕНТАМИ	72

АНАЛИТИЧЕСКИЕ И ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Андреев В. С. РЕШЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОСЕТЕЙ.....	75
Ашанин В. Н., Ларкин С. Е. ВИРТУАЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ УПРАВЛЯЕМЫХ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ.....	78
Балашова И. Ю. МОДЕЛЬ И АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О НАЗНАЧЕНИЯХ С ПРИОРИТЕТАМИ.....	80
Безяев В. С., Макарычев П. П., Тарасов А. А. КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННОЙ МЕРЫ РАССТОЯНИЯ	82
Бойков И. В., Бойкова А. И. МЕТОД ЛОКАЛЬНЫХ ПОПРАВОК В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКЕ И НЕЙРОМАТЕМАТИКЕ	85
Кудряшова Н. Ю., Фролов Е. С. ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПА СЖИМАЮЩИХ ОТОБРАЖЕНИЙ К РЕШЕНИЮ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ФРЕДГОЛЬМА	92
Макарычев П. П. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ О НАЗНАЧЕНИЯХ МЕТОДОМ ЦЕЛОЧИСЛЕННОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ	94
Сергина И. Г. СПОСОБЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ КОНЕЧНОГО АВТОМАТА.....	97
Стенькин Д. А., Горбаченко В. И. ПРИМЕНЕНИЕ СЕТЕЙ РАДИАЛЬНЫХ БАЗИСНЫХ ФУНКЦИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ, ОПИСЫВАЮЩИХ ПРОЦЕССЫ В КУСОЧНО-ОДНОРОДНОЙ СРЕДЕ	100
Тында А. Н., Мойко Н. В. АППРОКСИМАЦИЯ РЕШЕНИЙ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ СО СТЕПЕННО-ЛОГАРИФМИЧЕСКИМИ ОСОБЕННОСТЯМИ.....	103
Тында А. Н., Мойко Н. В. К ВОПРОСУ АППРОКСИМАЦИИ РЕШЕНИЙ СЛАБОСИНГУЛЯРНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ПЕРВОГО РОДА	106
Шалдаева А. А., Кудряшова Н. Ю. ОБ ОДНОМ ЧИСЛЕННОМ МЕТОДЕ РЕШЕНИЯ ВЫРОЖДЕННОГО СИНГУЛЯРНОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ.....	108
Яремко О. Э., Семисчастнов А. В. АППРОКСИМАЦИЯ ОБРАТНЫМИ КВАДРИКАМИ РЕШЕНИЯ ВЕКТОРНОЙ ЗАДАЧИ ДИРИХЛЕ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ЛАПЛАСА	112
Яремко О. Э., Якушов А. В. ФОРМУЛА ТИПА ДАЛАМБЕРА ДЛЯ УРАВНЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ СТРУНЫ С ДВУМЯ УЧАСТКАМИ РАЗЛИЧНОЙ ПЛОТНОСТИ В КОМПЬЮТЕРНОЙ АЛГЕБРЕ МАХИМА	114
Яремко Н. Н., Шмарин М. С. АНАЛИЗ МОДЕЛИ ХИЩНИК-ЖЕРТВА ЛОТКИ – ВОЛЬТЕРРА В ПРИЛОЖЕНИИ SIMULINK ИЗ MATLAB.....	116

Яремко Н. Н., Малахов М. А. ВЫБОР ПРИЗНАКОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНСАМБЛЕВЫХ АЛГОРИТМОВ.....	118
--	-----

СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Акчурина В. Д., Князев В. Н. ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ПО КУРСУ ФИЗИКИ	121
Бинус П. И., Шушарина И. С., Шибанов С. В. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ЗАПОЛНЕНИЯ БАЗ ДАННЫХ.....	123
Бобрышева Г. В., Помещикова К. М. РИСКИ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	125
Борисов Д. А., Эпп В. В. ПРИМЕНЕНИЕ ВОЛНОВОГО АЛГОРИТМА ЛИ В КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГРАХ ЖАНРА TD	127
Бурукина И. П., Привалов А. Э. ОСОБЕННОСТИ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ В УСЛОВИЯХ ИНКЛЮЗИВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ.....	130
Глотова Т. В., Давыдов Д. Ю., Лисин И. М. ПОДСИСТЕМА ПОСТРОЕНИЯ UML-ДИАГРАММ С ИНТЕРАКТИВНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ОБУЧЕНИЯ	132
Глотова Т. В., Колесников Д. Н., Сидоров Г. В. ПОДСИСТЕМА ПОСТРОЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ СТУДЕНТА С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ РАБОТОДАТЕЛЕЙ.....	134
Гурьянов Л. В., Федоров Д. А. О РЕАЛИЗАЦИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ОТОБРАЖЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФИГУР В ПРИВЯЗКЕ К МАРКЕРАМ СЦЕНЫ.....	137
Дзюба Е. А. ПРИМЕНЕНИЕ КАРТ ЗНАНИЙ В ОПИСАНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ.....	139
Долгова И. А., Жулимов Г. Ю. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ОБЛАСТИ ОБРАЗОВАНИЯ.....	142
Дятлов В. В., Кошелева Г. В. БЕЗОПАСНОСТЬ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ.....	145
Казаков Б. В., Казакова И. А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННО- КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ.....	147
Кольчугина Е. А. ОДНОРОДНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ КАК СРЕДСТВО ОРГАНИЗАЦИИ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО КОНТИНУУМА ДЛЯ МОДЕЛЕЙ ИСКУССТВЕННОЙ ХИМИИ.....	149
Косников Ю. Н., Лазарева А. Р. МЕСТО И СРЕДСТВА 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ В ИНТЕРФЕЙСЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ РЕКЛАМЫ.....	151

Краснова Ю. Ю. ПОЛУЧЕНИЕ, ХРАНЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ЗНАНИЯМИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ИТ-ПРОЦЕССЕ	154
Кревский М. И. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ИНДИВИДУАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА	157
Курбатова М. Н., Шибанов С. В. ОСОБЕННОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА СОБЫТИЙНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ АКТИВНЫЕ ПРАВИЛА	159
Матюнин А. Р. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ.....	161
Мусонов В. М., Самуйлов С. В. БИТОНИЧЕСКАЯ СОРТИРОВКА КАК АЛЬТЕРНАТИВА СТАНДАРТНЫМ АЛГОРИТМАМ СОРТИРОВКИ	163
Оплюшкина О. О., Балашова И. Ю. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБСЛУЖИВАНИЯ В МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЯХ ЧЕРЕЗ ВНЕДРЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО РАСПИСАНИЯ.....	166
Рамазанов М. В., Рамазанова С. А., Князев В. Н. ВОПРОСЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ.....	168
Рамазанова С. А., Рамазанов М. В., Князев В. Н. ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОХРАННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ	171
Сергеева Н. А., Кошелева Г. В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ КАК ВИД ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ В СФЕРЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СПЕЦИАЛИСТОВ	173
Синцева М. М., Убиенных А. Г. ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МЕДИЦИНСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ	176
Строительева А. А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CSAFE ПРОТОКОЛА ДЛЯ СВЯЗИ МЕЖДУ ГРЕБНЫМ ТРЕНАЖЕРОМ И КОМПЬЮТЕРОМ.....	178
Эпп В. В., Паршин И. С. СОЗДАНИЕ КОДА ИГРОВЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ПАТТЕРНОВ В СРЕДЕ UNITY.....	180
Филиппов С. А. НЕГАТИВНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ МАССОВЫХ БЛОКИРОВОК ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ	182
Яужев А. А. ПРИМЕНЕНИЕ ОБНОВЛЕНИЙ УСТРОЙСТВ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ.....	184

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

Авдеев С. А., Иванов А. П. ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ КАНАЛОВ УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ И МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ОТ УТЕЧКИ ПО НИМ.....	187
--	-----

Деревягин Р. Е., Фатеев А. Г. АНАЛИЗ РЫНКА СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ДОСТУПА, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ВИРТУАЛЬНЫХ ИНФРАСТРУКТУР	189
Есьман Ю. А., Егорова Н. А. ОБЗОР МЕТОДОВ ПОИСКА НЕДЕКЛАРИРОВАННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ В ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВАХ	191
Каблов Д. А. ОБЗОР И АНАЛИЗ ИМЕЮЩИХСЯ СОТОВЫХ ТЕЛЕФОНОВ В ЗАЩИЩЕННОМ ИСПОЛНЕНИИ	193
Коваленко О. С. КАТЕГОРИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ ОБЪЕКТОВ КРИТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ	195
Ковалерова В. С. АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ ЗАЩИТЫ АППАРАТНОГО КРИПТОКОШЕЛЬКА	197
Лампетова Е. С. АУДИТ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МЕТОДОМ ТЕСТИРОВАНИЯ НА ПРОНИКНОВЕНИЕ	199
Мещеряков В. А. ОБОЗРЕНИЕ МЕТОДОВ АУТЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ПРИ УДАЛЕННОМ ДОСТУПЕ К КОМПЬЮТЕРНЫМ СИСТЕМАМ	201
Носова А. А. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ И МЕТОДИК ПРОВЕДЕНИЯ АТТЕСТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ НА СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЯМ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИИ	203
Сливин А. М., Мали В. А. ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕГРАЦИИ ДИСТАНЦИОННЫХ РЕСУРСОВ ОБУЧЕНИЯ С СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ ОБУЧЕНИЕМ MOODLE	205
Трушин Р. Н., Фатеев А. Г. ОБЗОР ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ WINDOWS SERVER, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ВИРТУАЛЬНЫХ ИНФРАСТРУКТУР	208

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ, ЭЛЕКТРОНИКЕ И ЭНЕРГЕТИКЕ

Абдуллин Ф. А., Печерский А. В. О ВЛИЯНИИ СЛОЖНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ, СОПРОВОЖДАЮЩИХ ПРОЦЕССЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МИКРОМЕХАНИЧЕСКИХ АКСЕЛЕРОМЕТРОВ, НА ПОВЫШЕНИЕ ВЫХОДА ГОДНЫХ ИЗДЕЛИЙ	210
Авдонин А. В. ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СИГНАЛОВ МОЗГОВОЙ АКТИВНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ	214
Авдонин А. В., Спиркин А. Н. СИСТЕМА ГОЛОСОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ИНВАЛИДНОЙ КОЛЯСКОЙ	216
Андамов Х. Р. ТЕНЗОРЕЗИСТИВНЫЙ ДАТЧИК СИЛЫ	218
Антипенко В. В., Печерская Е. А. ОСНОВЫ БИОИМПЕДАНСНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ МОНИТОРИНГА КЛИНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ	221

Аргамак Д. К., Кострикина И. А. ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА.....	224
Аргамак Д. К., Кострикина И. А. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ФМЕА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА	226
Балашова И. Ю., Сорокина Н. В. НАСТРОЙКА КОЭФФИЦИЕНТОВ ПИ-РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОГРЕВОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ	228
Березинская М. В., Ломакина В. В. ОЦЕНИВАНИЕ КАЧЕСТВА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛЫХ ДОМОВ В ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД	231
Бирюков М. М. СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ БОЛЬШИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ	233
Бичурин Т. А. АНАЛИЗ КАЧЕСТВА СОТОВОЙ СВЯЗИ В ПЕНЗЕ	237
Буянов А. Г., Курганов А. В. «УМНАЯ» ПАРКОВКА	239
Буянов А. Г., Пинясова А. А. УДОБНАЯ ОБУВЬ ДЛЯ ВСЕХ	241
Буянова П. Н. АНАЛИЗ ПОНЯТИЙ «ПОГРЕШНОСТИ» И «НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ», ПРИМЕНЯЕМЫХ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ.....	243
Буянова П. Н. АНАЛИЗ РИСКОВ ПРОЦЕССА ОЦЕНИВАНИЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ.....	245
Волков В. С., Рыблова Е. А., Волкова Н. В. ПРИМЕНЕНИЕ НИТРИДА КРЕМНИЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ТЕНЗОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ	247
Волков В. С., Конкина М. С. АНАЛИЗ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЧАСТОТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ТЕНЗОСХЕМ.....	250
Вольникова И. А. РИСКИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОВЕРОЧНОЙ ЛАБОРАТОРИИ: ИДЕНТИФИКАЦИЯ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ РИСКА	252
Воробьева Е. Ю. НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ В ВУЗЕ	256
Воробьева Е. Ю. МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНОЙ РАБОТЫ НА КАФЕДРЕ В ВУЗЕ	259
Ганьшина Д. С. АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ И АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКОГО СИГНАЛА	262
Ганьшина Д. С. ПОДГОТОВКА ДОКУМЕНТОВ К СЕРТИФИКАЦИИ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФА.....	264
Голубков П. Е., Печерская Е. А., Зинченко Т. О. АНАЛИЗ МОДИФИКАЦИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ.....	267

Девяткин А. А. СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИГНАЛОВ	270
Демидов А. А., Кострикина И. А. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ ПРЕДПРИЯТИЯ	272
Демидов А. А., Кострикина И. А. КЛЮЧЕВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ ПРЕДПРИЯТИЯ	275
Долгих Л. А. АНАЛИЗ ОБЪЕМОВ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ДЕКОМПОЗИЦИИ	277
Зинченко Т. О., Печерская Е. А. ИЗМЕРЕНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЗРАЧНЫХ ПРОВОДЯЩИХ ОКСИДОВ МЕТОДОМ ВАН-ДЕР-ПАУ	280
Зорина А. Д. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ	282
Изранов С. А., Березинская М. В. АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ МЕТОДИКИ КАЛИБРОВКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	285
Козлова Г. Г., Спиркин А. Н. СИСТЕМА НЕЙРОСЕТЕВОГО АНАЛИЗА БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ДЛЯ МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКИ	287
Козлова Г. Г. ЭКСПЕРТНЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ СИСТЕМЫ	290
Комарова А. Д. АНАЛИЗ ПОНЯТИЯ «НАСТАВНИЧЕСТВО», ПРИМЕНЯЕМОГО В РОССИИ	292
Королев Н. С., Спиркин А. Н. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БИОНИЧЕСКИМ ПРОТЕЗОМ	294
Крупкин Е. И. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ НА СВОЙСТВА НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПЛЕНОК ОКСИДА ЦИНКА	297
Лазарев М. В., Лазарева О. Д. ОБЕСПЕЧЕНИЕ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОБЕГА МЕЖДУ ВОССТАНОВЛЕНИЯМИ НОРМАТИВНОГО ДАВЛЕНИЯ В ШИНАХ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ	299
Лазарева О. Д., Лазарев М. В. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СВАРКИ ВЗРЫВОМ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И СТРУКТУРУ КОМПОЗИЦИОННОГО МЕТАЛЛИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА СТАЛЬ 20Х13+СТАЛЬ 65Х13+СТАЛЬ 20Х13.....	302
Линяева Н. Р. МОНИТОРИНГ ПАРАМЕТРОВ УСЛОВИЙ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ГРУЗОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ.....	304
Ломакина В. В. АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К ПОКАЗАТЕЛЯМ КАЧЕСТВА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛЫХ ДОМОВ В ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД	307
Маврина М. Г. АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ ПО ПОДТВЕРЖДЕНИЮ КОМПЕТЕНТНОСТИ ПЕДАГОГА ОБЩЕГО СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ	310

Маврина М. Г. АНАЛИЗ РИСКОВ ПРОЦЕССА ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ СРЕДНЕГО ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ	315
Малыхина В. Г., Суровицкая Г. В. «СКВОЗНЫЕ» ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ	318
Мартынов А. В., Зинченко Т. О., Печерская Е. А. ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ЯЧЕЙКАХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ПЕРОВСКИТОВ	320
Махмадалиева Ш. А. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ В ТУРКМЕНИСТАНЕ	323
Метальников А. М., Карпанин О. В., Чайкин М. С. РЕАЛИЗАЦИЯ УРОВНЕВОГО ПОДХОДА И НАПРАВЛЕННОСТИ ИССЛЕДОВАНИЙ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЕ.....	326
Неврюзина Т. Б. ЕМКОСТНЫЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ТОПЛИВА	328
Неврюзина Т. Б. СИСТЕМА КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ТОПЛИВА В САМОЛЕТЕ	331
Новиков С. С. АНАЛИЗ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ.....	333
Новиков С. С., Урваев И. Н. СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ	336
Петров В. В., Солодимова Г. А. СИСТЕМА РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПЕШЕГО СОЛДАТА В УСЛОВИЯХ БОЯ	339
Разумов М. В., Спиркин А. Н. ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ МОБИЛЬНОГО РОБОТА.....	342
Разумов М. В., Спиркин А. Н., Урваев И. Н. АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОМ-СПАСАТЕЛЕМ.....	344
Саидов С. Н. ЦИФРОВОЙ ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ.....	347
Столяренко Д. В., Кузнецов А. А. МОБИЛЬНЫЙ ТРЕХОСЕВОЙ ТОКАРНЫЙ (РОТОРНО-ФРЕЗЕРНЫЙ) СТАНОК, ОБОРУДОВАННЫЙ ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ	349
Тихонова И. А. МОНИТОРИНГ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ПО ПОВЕРКЕ В ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОВЕРОЧНОЙ ЛАБОРАТОРИИ.....	351
Томилова А. О. ВЫБОР МЕТОДИКИ КОНТРОЛЯ ТОЛЩИНЫ НАНОПОКРЫТИЙ.....	355
Томилова А. О. АНАЛИЗ РИСКОВ ПРОЦЕССА КОНТРОЛЯ ТОЛЩИНЫ НАНОПОКРЫТИЙ.....	357
Тютиков Н. М. ИЗМЕРИТЕЛЬ ТОЛЩИНЫ ПОКРЫТИЯ.....	359
Урваев И. Н. СИСТЕМА КРУГОВОГО ОБЗОРА МОБИЛЬНОГО РОБОТА-СПАСАТЕЛЯ	362

Урваев И. Н., Кошелев А. А. БЕСПРОВОДНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....	364
Усов А. Е., Спиркин А. Н. АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ ГОЛОСОВОГО УПРАВЛЕНИЯ.....	366
Усов А. Е., Спиркин А. Н. РЕЧЕВЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ ДЛЯ СЕРВИСНЫХ РОБОТОВ	369
Чередов А. И. МЯГКИЙ И ГИБКИЙ СМАРТ-ПАТЧ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСУДИСТОГО ТРАНСПЛАНТАТА НА ОСНОВЕ ТОНКОЙ ПЛЕНКИ НИТРИДА АЛЮМИНИЯ	373
Шалдыбин Г. В. РАСПОЗНАВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛА МОЗГА С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	375
Шалдыбин Г. В. РАСПОЗНАВАНИЕ ГОЛОСОВЫХ КОМАНД С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	377
Шепелева А. Э. МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ВЯЗКОСТИ.....	380
Широкова Е. А. АКТУАЛЬНОСТЬ ВНУТРЕННЕГО АУДИТА СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ	383
Широкова Е. А. АНАЛИЗ РИСКОВ ПРОЦЕССА ВНУТРЕННЕГО АУДИТА НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ	385

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ И ТРАНСПОРТЕ

Белушкин А. И., Тростянский Г. М. ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ К ПРЕССУ СМ816А НА ЗАВОДЕ «СТРОММАШ».....	389
Дубинин А. В., Дубинин В. Н., Ручкин М. А. NCES-МОДЕЛЬ RNP-МАНИПУЛЯТОРА	391
Дубинин А. В., Ручкин М. А. ГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХПРОЦЕССОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ FESTO	393
Желудкова А. А., Карташова Е. Д., Муйземнек А. Ю. МОДЕЛЬ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ	396
Исаков Е. Г., Корольков А. О., Чугунов С. Н. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММЫ «ПАССАТ» ПРИ РАСЧЕТЕ И ПРОЕКТИРОВАНИИ СОСУДОВ И АППАРАТОВ	399
Ионкин И. А. СИСТЕМА ОПТИМИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА И ПАССАЖИРОПОТОКА	401
Казанцев С. Н. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТА ЛИТЕЙНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	402

Казанцев С. Н., Дурина Т. А. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ЭКСПЛУАТАЦИИ ОСНАСТКИ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ	405
Козлов Д. В., Муйземнек А. Ю., Гуськов М. С. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА	407
Кузнецов И. И., Шаралапов А. Е. РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРОМОТОРНОГО ЗАПИРАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА.....	409
Пронина Н. Д., Шаралапов А. Е. УСТАНОВКА ДЛЯ ЗАВАЛЬЦОВКИ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОФИЛЯ	412

Научное издание

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ.
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Сборник статей по материалам VII Всероссийской
межвузовской научно-практической конференции

г. Пенза, 18 марта 2020 г.

*Под редакцией Людмилы Римовны **Фионовой***

Все материалы представлены в авторской редакции

Компьютерная верстка *Р. Б. Бердниковой*
Дизайн обложки *А. А. Стаценко*

Подписано в печать 05.05.2020. Формат 60×84¹/₈.

Усл. печ. л. 49,52.

Заказ № 98. Тираж 100.

Пенза, Красная, 40, Издательство ПГУ
Тел./факс: (8412) 56-47-33; e-mail: iic@pnzgu.ru