ПЕРЕДОВАЯ МЕДИЦИНСКАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА
САМАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР
«ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ»

МЕЖДУНАРОДНАЯ ОБЩЕСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
«АКАДЕМИЯ НАВИГАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ»
(САМАРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ)

НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО МЕТОДОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(САМАРСКОЕ РЕГИОНАЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ)

Научно-техническая конференция с международным участием

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

19 – 21 июня 2023 г.

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Электронное издание



САМАРА, 2023

УДК 004

Информационные системы и технологии (ИСТ 2023) [Электронный ресурс]: Труды научно-технической конференции с международным участием / под ред. С.А. Прохорова. – Электрон. текстовые и граф. дан. (12,2 Мбайт). – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2023. – 324 с. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

ISBN 978-5-93424-890-2

В сборник научных трудов включены доклады Научно-технической конференции с международным участием «Информационные системы и технологии – 2023», проходившей с 19 – 21 июня 2023 г. в Передовой медицинской инженерной школе Самарского государственного медицинского университета Министерства здравоохранения РФ и Научно-производственном центре «Интеллектуальные транспортные системы», г. Самара.

Рассмотрены актуальные проблемы разработки и внедрения современных автоматизированных систем научных исследований и информационной безопасности, интеллектуальных систем, информационных систем и технологий в медицине, на транспорте и в образовании.

Печатается по решению издательского совета
Самарского научного центра Российской академии наук

Редакционная коллегия
Прохоров С.А. – главный редактор;
Иващенко А.В., Куликовских И.М., Михеева Т.И.

ISBN 978-5-93424-890-2

© Оргкомитет конференции, 2023
© ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России, 2023
© НПЦ «Интеллектуальные транспортные системы, 2023

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ПРИМЕНЕНИЕ И АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ АТМОСФЕРЫ В ЗАДАЧАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ

Акалу Й.А., Еленев Д.В.

(Самарский национальный исследовательский универстет имени академика С.П. Королева)

При изучении движения летательных аппаратов большую важность имеет определение параметров атмосферы. Атмосфера – среда, в которой движется аппарат во время спуска. Движение космического аппарата (КА) зависит от свойств атмосферы, основными параметрами которой являются плотность, температура и давление. Параметры атмосферы зависят от высоты, время года и суток, географических координат, рельефа и отражающих свойств земной поверхности и т.д. Важнейшим фактором, определяющим значения параметров атмосферы, является высота. С увеличением высоты давление и плотность атмосфер монотонно убывает. Для определения параметров атмосферы существуют стандартные модели атмосферы, использующие аналитические формулы и табличные значения в зависимости от высоты (ISO 2533:1975, U.S. Standard Atmosphere, 1976, ГОСТ 4401-81, и ИКАО) [1–3].

Основные параметры атмосферы. Модель атмосферы представляет собой условное распределение плотности, давления и температуры воздуха, выраженное в зависимости от высоты над средним уровнем моря. Такая модель атмосферы основана на средних значениях. Отклонения параметров от нормативных значений и явления ветра являются атмосферными возмущениями, которые также могут оказывать влияние на движение тела. Ветер – это любое движение воздуха относительно поверхности Земли, возникающее в результате разности атмосферного давления в разных частях атмосферы, и он является хаотическим явлением. Ветер имеет крупномасштабную структуру, когда такие усредненные параметры, такие как скорость воздушного потока, остаются почти одинаковыми на протяжении от десятков до сотен километров. Такие глобальные движения сопровождаются локальными движениями воздушного потока, называемыми «турбулентностью», которые представляют собой хаотические состояния воздушного потока. Необходимо отметить, что движение КА происходит через разные слои атмосферы, и скорость КА уменьшается с уменьшением высоты в результате действия аэродинамических сил.

Цель исследования – проведение анализа использования моделей атмосферы для моделирования движения космической тросовой системы.

Модели атмосферы можно разделить на непрерывные, к которым относится экспоненциальная модель атмосферы, и табличные. При применении табличных моделей для нахождения промежуточных значений величин используется метод интерполяции – получение промежуточных значений на основании набора имеющихся дискретных значений. Определение плотности атмосферы на текущей высоте представлена в виде линейной интерполяции.

$$\rho(h) = \rho(h^0) + \left(\rho(h') - \rho(h^0)\right)\frac{h-h^0}{h'-h^0} \quad (1)$$

Здесь h' и h^0 – соответственно верхние и нижние значения высоты, h - текшая высота. $\left(\rho(h') - \rho(h^0)\right)\frac{h-h^0}{h'-h^0}$ - поправка плотности на не табличное значение.

На рис. 1 показано изменение температуры в зависимости от высоты согласно двум моделям атмосферы - ГОСТ 4401-81 и U.S. Standard Atmosphere, 1976.

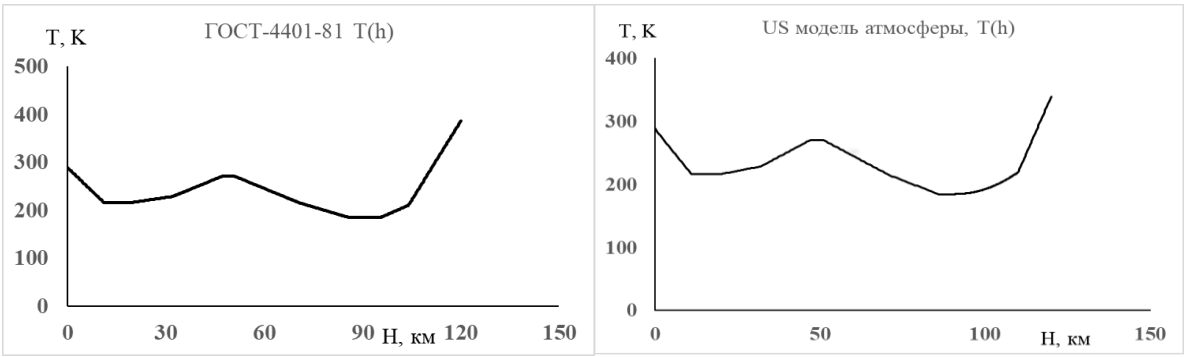


Рис. 1. Температура в зависимости высоты

Экспоненциальная модель атмосферы. Кроме табличного значения для определения плотности используются экспоненциальной моделью атмосферы. Экспоненциальная модель атмосферы обеспечивает сокращение вычислительного времени.

$$\rho(h) = \rho_0 e^{-\lambda h} \quad (2)$$

где $\lambda = -\frac{dln\rho}{dh} = 1/7000$ - логарифмический градиент плотности, h – высота над уровнем моря, ρ_0 – плотность атмосферы на среднем уровне моря (рис. 2).

Анализ моделей атмосферы в реальных космических экспериментах. На высотах больше 120 км молекулярные составы атмосферы сильно различаются на каждом участке. Если длина космической тросовой системы составляет больше 30 км, то оконечные тела и трос могут находиться в различных слоях атмосферы с отличающимися параметрами, что необходимо учитывать при моделировании движения. Параметры атмосферы учитываются при исследовании движения тросовой системы и управлением развертыванием движения тросо-

вых систем, а также при входе КА в атмосферу. Использование моделей атмосферы для расчетов различных тросовых систем приведены в таблице 1.

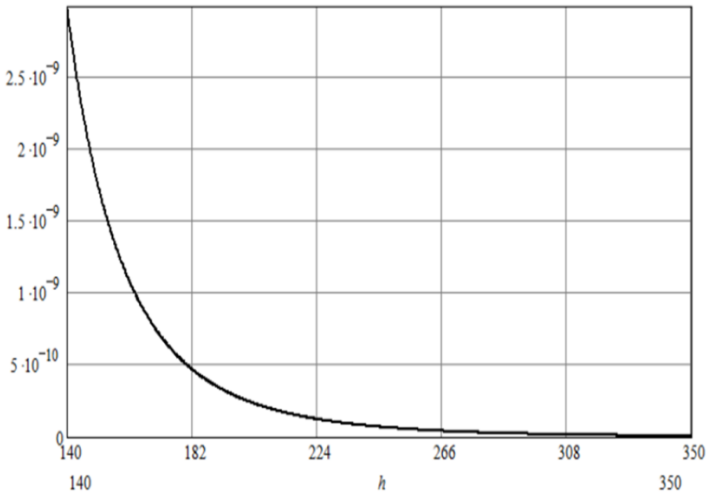


Рис. 2. Плотность в зависимости высоты

Таблица 1. Эксперименты КТС и модель атмосферы

Эксперименты	Год проведения	Задачи или тип тросовой системы	Модель атмосферы	Примечание
TSS-1	1992	Токопроводящий трос предназначен для исследования космоса	US standard 1976	Совместные эксперименты NASA и итальянское космическое агентство (ASI)
SEDS-I	1993	Не токопроводящий трос. Развертывание проведено с использованием простой механической системы	US standard 1976	
TSS-1R	1996	Токопроводящий трос. Для исследования ЭДТС в ионосфере	US standard 1976	
YES2	2007	Развертывание тросовой системы и вход спускаемого аппарата в атмосферу	ГОСТ US standard 1976	Совместные эксперименты ESA и Россия-ЦСКБ
T-REX	2010	Электродинамическая тросовая система	US standard 1976	Совместные эксперименты США и Япония

В 1993 году США проводился эксперимент под названием “plasma motor generator”, в ходе которого наблюдалась большая разность токов на ночной стороне орбиты, чем на дневной стороне с соотношением около 10. Эксперимент доказал, что учет модели атмосферы является важным аспектом в освоении космоса.

В 2007 г. Также проведена экспериментальное испытание YES2 совместно Европейское космическое агентство (ESA) и Россия-ЦСКБ (Ракетно-космический центр «Прогресс»). Эксперимент был посвящен управлению развертыванием тросовой системы и входу спускаемого аппарата в атмосферу. На этом эксперименте были применены U.S. Standard Atmosphere, 1976, модель плотности атмосферы ГОСТ и эмпирическая модель плотности [5]. Так же в 2010 году совместно США и Япония был проведены эксперимент “Tether Technology Rocket Experiment” (T-REX) с использованием электродинамического троса.

Выводы. Модель атмосферы позволяет определить и получить значения температуры, давления, плотности, скорость звука в зависимости от высоты. Перечисленные параметры участвуют в формировании сил, действующих на космический аппарат. Наиболее важным параметром для расчета аэродинамической силы с точки зрения модели атмосферы является плотность, зависящая от текущей высоты.

Литература

1. Atmosphere U.S. US standard atmosphere. National Oceanic and Atmospheric Administration, 1976.

2. ГОСТ 4401-81, Электронный ресурс, https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294823/4294823872.pdf..

3. ISO 2533:1975 pdf - Google Search [Electronic resource]. URL: http://unina.stidue.net/Politecnico%20di%20Milano/Ingegneria%20Strutturale/Incoming/quaglini/ISO%202533.pdf.

4. Kruijff M. Tethers in Space: A propellantless propulsion in-orbit demonstration. 2011.

5. Picone J.M. et al. NRLMSISE-00 empirical model of the atmosphere: Statistical comparisons and scientific issues // Journal of Geophysical Research: Space Physics. Wiley Online Library, 2002. Vol. 107, № A12. P. SIA-15.

Информационные системы и технологии (ИСТ 2023): Труды научно-технической конференции с международным участием. г. Самара, 19 – 21 июня 2023 г.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАМЕНЫ РЕШЕТКИ ФОРМАЛЬНЫХ ПОНЯТИЙ ИХ СУБИЕРАРХИЕЙ ГАЛУА В ОНТОЛОГИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ ДАННЫХ

Балабаева М.А.[1, 2], Зеленко Л.С.[1], Смирнов С.В.[2]

([1] Самарский национальный исследовательский университет им. С.П. Королева,
[2] Самарский федеральный исследовательский центр РАН,
Институт проблем управления сложными системами РАН)

Онтологический анализ данных (ОАД) обеспечивает извлечение формальных онтологий [1, 2] из эмпирической информации об актуальной предметной области (ПрО). Эмпирический материал в ОАД организуется по стандартному протоколу представления объектно-признаковых данных [3], обобщенному для возможности отражения неполных и противоречивых сведений о ПрО (в том числе об отношениях между объектами ПрО) [4]. Априорные гипотезы о ПрО выражаются составом множества измеряемых свойств и заданными на этом множестве ограничениями существования – бинарными отношениями обусловленности и несовместимости свойств [5, 6].

ОАД включает анализ формальных понятий (АФП) [7], разработанный как приложение математической теории решеток к исследованию соответствия Галуа между двумя непустыми множествами [8] – объектами ПрО G и измеряемыми свойствами M. Продуктом АФП является частично упорядоченное множество, или решетка, бикластеров «объекты-свойства» $B(G, M, I)$, где $I: G \times M \to \{\mathbf{True}, \mathbf{False}\}$ – извлеченное из эмпирических данных соответствие «объекты-свойства». Бикластер такого вида вполне отвечает классической логико-философской модели элемента сознания – понятию, определяемому объемом и содержанием [9], а упорядоченность бикластеров, возникающая из-за вложенности объемов (содержаний), соответствует отношению обобщения (наследования) на множестве понятий.

Бесспорный успех применения АФП в инженерии знаний и смежных областях [10, 11] отягощен экспоненциальной сложностью используемых алгоритмов и часто громадным количеством выводимых формальных понятий, исключающим возможность их конструктивного использования. И это притом, что часть выводимых понятий виртуальна: они приобретают объем и содержание лишь соответственно от «потомков» и «предков» в решетке понятий. Не имея собственного объема и отличительного содержания такие формальные понятия зачастую не имеют интерпретации в приложениях; например, при проектировании на основе формальных понятий классов объектно-ориентированных приложений [12, 13] такие «пустые» понятия не могут быть реализованы ни как абстрактные, ни как data-классы. Поэтому в ОАД извлекаемая формальная онтология строится на основе редукции решетки формальных

понятий – субиерархии Галуа, – в которой исключены «пустые» понятия и надлежащим образом трансформирован их частичный порядок.

В литературе не только признается конструктивность субиерархии Галуа в семантическом моделировании ПрО, но и предлагаются алгоритмы прямого построения этой структуры формальных понятий из эмпирических данных [14, 15]. Однако действительный количественный эффект замены решетки формальных понятий их субиерархией Галуа не исследовался. Приводимые здесь результаты призваны восполнить этот пробел.

Исследуемая эффективность – это среднее доли «пустых» понятий B^o в B, отбрасываемых при трансформации решетки формальных понятий в их субиерархию Галуа: $E(|B^o|/|B|)$. Оценка величины E выполнялась в имитационных статистических экспериментах по извлечению формальных понятий, когда при заданных $|G|$ и $|M|$ соответствие I рандомизировалось с варьированием **True**-плотностью ρ этого соответствия. Количество статистических испытаний, обеспечивающее приемлемую абсолютную погрешность оценки E с заданной достоверностью, определялось на основе неравенства Хёвдинга [16], применение которого в данном случае не только возможно, но и предпочтительнее по сравнению с иными традиционно используемыми в таких целях предельными теоремами теории вероятностей.

Особенность работы созданного для вычислительных экспериментов программного стенда при имитации контекста задачи вывода формальных понятий $K = (G, M, I)$ связана с выполнением 2-х требований: каждый объект должен обладать по меньшей мере одним свойством и всякое свойство должно характеризовать хотя бы один объект. Отсюда следует, что:

- $\mathbf{max}\{|G|, |M|\}$ – минимальное количество **True**-элементов в соответствии I (максимальное их количество очевидно $|G| \times |M|$);
- $(\mathbf{min}\{|G|, |M|\})^{-1}$ – минимальная плотность $\rho_{\min}$ моделируемого соответствия I (максимум плотности ρ естественно равен единице).

В экспериментах шаг изменения ρ необходимо связывать с изменением количества **True**-элементов в соответствии I и, учитывая симметрию задачи относительно объектов и свойств, достаточно ограничиться исследованием E при фиксации, например, $|G|$ и варьировании $|M|$.

На рис. 1 приведен пример экспериментально установленной оценки E в зависимости от величин $|M| \geq 1$ и $\rho_{\min} \leq \rho \leq 1$ при $|G| = 10$. Очевидно, что при $|M| = 1$ и/или $\rho = 1$ эффект отсутствует – в этих случаях соответствие I **True**-полно, и из K выводится лишь одно «непустое» понятие. С ростом $|M|$ эффективность E растет с быстрым замедлением и насыщением темпа этого роста. Учитывая характер выводимой из K решетки формальных понятий, нетрудно обосновать, что:

- график $E(\rho)$ «выходит» из точки $(\rho_{\min}, 2/(2 + \rho_{\min}^{-1}))$, и при $|M| \geq |G|$ это всегда точка $(\rho_{\min}, (1 + |G|/2)^{-1})$;
- обозначающийся в окрестности $\rho_{\min}$ локальный минимум $E(\rho)$ обусловлен изменением статуса нижнего и верхнего замыканий решетки формальных

понятий, которые при $\rho = \rho_{\min}$ являются заведомо «пустыми» понятиями, увеличивая их счет, но при росте ρ это уже не гарантируется, и эта потеря «пустых» понятий сказывается в начале этого роста.

Вторичную характеристику эффективности редукции решетки формальных понятий к субиерархии Галуа демонстрирует рис. 2, где представлен пример зависимости величины γ – доли значений ρ, при которых показатель эффективности E превышает величину $\alpha \in \{0{,}25;\ 0{,}50;\ 0{,}75\}$, – от величины $|M|$ при $|G| = 10$. Видно как с ростом $|M|$ быстро достигается насыщение величины γ, характеризующей размер «пространства» α-эффективности E, а увеличение порога α естественно сужает диапазон чувствительности γ к изменению $|M|$.

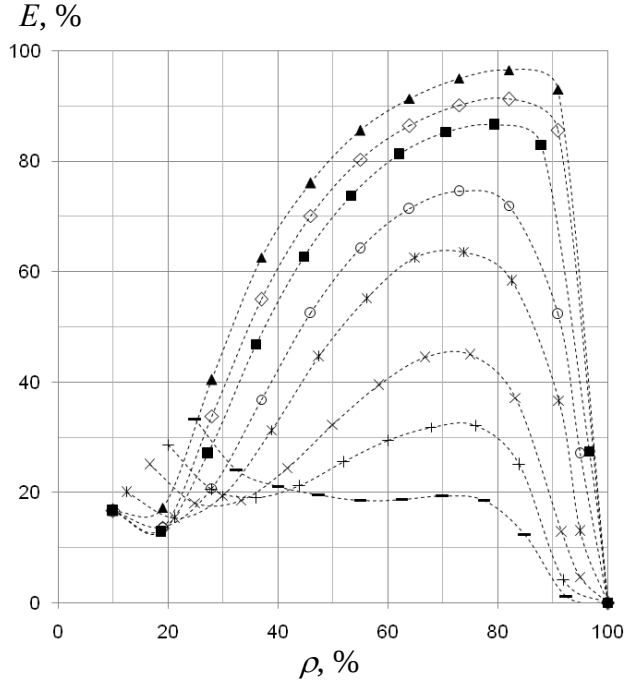


Рис. 1 – Пример зависимости показателя E – доли «пустых» понятий во множестве формальных понятий, выводимых из контекста (G, M, I), – от плотности ρ соответствия «объекты-свойства» I при $|G| = 10$, $|M| \in \{4\ (–),\ 5\ (+),\ 6\ (\times),\ 8\ (\ast),\ 10\ (\circ),\ 15\ (\blacksquare),\ 20\ (\diamond),\ 50\ (\blacktriangle)\}$

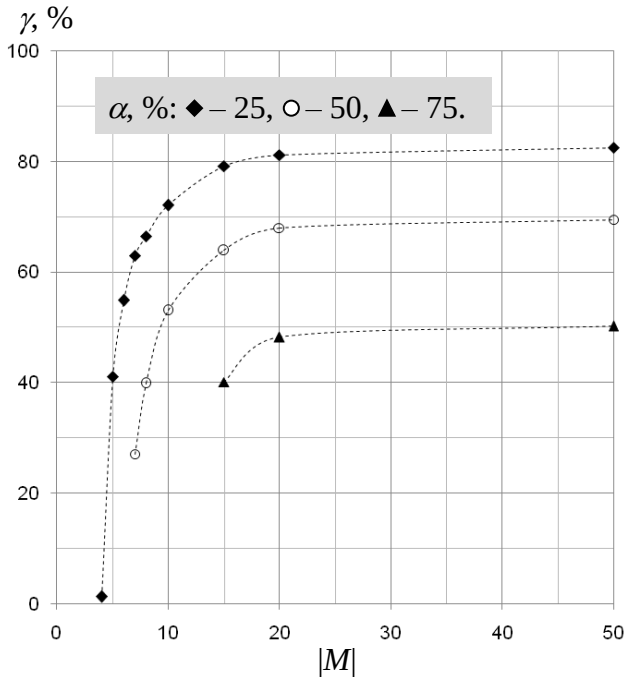


Рис. 2 – Пример зависимости величины γ, характеризующей размер «пространства» гарантированной эффективности показателя E и определяемой как доля значений ρ, при которых эффективность E превышает заданную величину порога $\alpha \in (0, 1)$, от величины $|M|$ при $|G| = 10$

В целом применительно к ОАД выполненное исследование подтвердило целесообразность редуцирования решетки формальных понятий, извлекаемой методом АФП из эмпирических данных. Эффективность замены этой формальной понятийной структуры субиерархией Галуа оказывается весьма высокой в широком диапазоне значений параметров, характеризующих эмпирический контекст задачи вывода формальных понятий. Полученное знание является вкладом в методологию семантического моделирования ПрО, имеющую важные приложения в системном анализе и инженерии знаний.

Литература

1. Смирнов С.В. Онтологический анализ предметных областей моделирования // Известия Самарского научного центра РАН. 2001. Т. 3, №1. С. 62-70.

2. Гаврилова Т.А., Кудрявцев Д.В., Муромцев Д.И. Инженерия знаний. Модели и методы. – СПб.: Лань, 2016. 324 с.

3. Барсегян А.А., Куприянов М.С., Холод И.И., Тесс М.Д., Елизаров С.И. Анализ данных и процессов. СПб.: БХВ-Петербург, 2009. 512 с.

4. Самойлов Д.Е., Семенова В.А., Смирнов С.В. Анализ неполных данных в задачах построения формальных онтологий // Онтология проектирования. 2016. Т. 6, №3. С. 317-339.

5. Пронина В.А., Шипилина Л.Б. Использование отношений между атрибутами для построения онтологии предметной области // Проблемы управления. 2009. №1. С. 27-32.

6. Смирнов С.В. Две методологии вывода формальных понятий: когда и как они должны работать вместе // Знания – Онтологии – Теории: Материалы VII международной конференции (7-11 октября 2019 г., Новосибирск, Россия). – Новосибирск: Институт математики СО РАН, 2019. С. 355-363.

7. Ganter B., Wille R. Formal Concept Analysis. Mathematical foundations. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 1999. 290 p.

8. Математический энциклопедический словарь. – М.: Сов. энциклопедия, 1988. 847 с.

9. Философский энциклопедический словарь. – М.: ИНФРА-М, 1997. 576 с.

10. Ignatov D.I. Introduction to formal concept analysis and its applications in information retrieval and related fields // In: P. Braslavski, N. Karpov, M. Worring, Y. Volkovich, D.I. Ignatov (eds.): Information Retrieval. Revised Selected Papers 8th Russian Summer School, RuSSIR 2014 (Nizhniy Novgorod, Russia, August 18-22, 2014). Springer Int. Publishing, 2015. P. 42-141.

11. Ferré S., Huchard M., Kaytoue M., Kuznetsov S.O., Napoli A. Formal Concept Analysis: From Knowledge Discovery to Knowledge Processing. In: Marquis P., Papini O., Prade H. A Guided Tour of Artificial Intelligence Research. Vol. II: AI Algorithms - Springer Int. Publishing, 2020. P. 411-445.

12. Godin R., Valtchev P. Formal concept analysis-based class hierarchy design in object-oriented software development. In: B. Ganter, G. Stumme, R. Wille (eds.) Formal Concept Analysis. Lecture Notes in Computer Science. Vol. 3626. Berlin-Heidelberg: Springer, 2005. P. 304–323.

13. Kovartsev A.N., Smirnov V.S., Smirnov S.V. Intelligent Design of Class Structure Model based on Ontological Data Analysis // Труды ИСП РАН. 2015. Т. 27, № 3. С. 73-86.

14. Arevalo G., Berry A., Huchard M., Perrot G., Sigayret A. Performances of Galois Sub-hierarchy-building algorithms. In: S.O. Kuznetsov, S. Schmidt (eds.) Formal Concept Analysis. ICFCA 2007. Lecture Notes in Computer Science. Vol. 4390. Berlin-Heidelberg: Springer, 2007. P. 166–180.

15. Dias S.M., Vieira N.J. A methodology for analysis of concept lattice reduction // Information Sciences. 2017. Vol. 396. P. 202-217.

16. Hoeffding W. Probability inequalities for sums of bounded random variables // Journal of the American Statistical Association. 1963. Vol. 58. P. 13–30 (In: The Collected Works of Wassily Hoeffding. N.I. Fisher et al. (eds.) – N.Y.: Springer, 1994. – Ch. 26, P. 409–426).

ИМИТАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ОПЕРАЦИОННЫМ СДВИГОМ ПО ВРЕМЕНИ

Бахарева Н.Ф., Тарасов В.Н.

(Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики)

Введение. В докладе представлены построенные имитационные модели в среде GPSS World систем массового обслуживания (СМО), сформированных сдвинутыми вправо по оси времени функциями плотности. Адекватность представленных имитационных моделей подтверждена численно-аналитическими моделированием данных систем. В качестве примеров рассмотрены системы массового обслуживания, образованные сдвинутыми эрланговским и экспоненциальным законами распределений. Выбор таких систем обоснован наличием в библиотеке функций GPSS World соответствующих генераторов псевдослучайных величин. При этом распределение Эрланга рассматривается как частный случай более общего Гамма распределения. В этих генераторах предусмотрен сдвиг закона распределения вправо на соответствующую величину.

Постановка и решение задачи. Рассмотрим двойственную пару систем с эрланговским и экспоненциальным распределениями $E_2/M/1$ и $M/E_2/1$ с операционным сдвигом их законов распределений. Первая система будет описываться функциями плотностей $a(t) = \lambda^2 (t - t_0) e^{-\lambda(t-t_0)}$ и $b(t) = \mu e^{-\mu(t-t_0)}$, где $t_0 > 0$ – величина сдвига закона распределения. Для второй системы функции плотности $a(t)$ и $b(t)$ поменяются местами.

В докладе ставится задача построения имитационных моделей этих систем для определения их основных характеристик: среднего времени ожидания заявок в очереди, средней длины очереди и т.д. Для решения задачи нам потребуются средние значения указанных распределений. Запишем среднее значение для интервалов поступлений распределения E_2: $\bar{\tau}_\lambda = 2/\lambda + t_0$. Среднее время обслуживания по закону M: $\bar{\tau}_\mu = 1/\mu + t_0$. Эти средние значения будут входными параметрами в генераторах GAMMA (Stream, Locate, Scale, Shape) и EXPONENTIAL (Stream, Locate, Scale). Здесь Stream – номер генератора равномерно распределённых случайных чисел (от 1 до 999), Locate – величина сдвига закона распределения по оси времени, Scale – среднее значение случайной величины, Shape – порядок Гамма закона распределения.

Ниже приведены текст программы и результаты прогона для системы $E_2/M/1$ со сдвигом (случай ρ=0.9, t_0=0.5 – результаты выделены серым цветом). Здесь коэффициент загрузки определяется отношением средних значений временных интервалов $\rho=\overline{\tau}_\mu / \overline{\tau}_\lambda$, среднее время обслуживания положено равным единице $\overline{\tau}_\mu = 1$.

```
10 GENERATE (GAMMA (1,0.5,0.305,2))
20 QUEUE QCHAN
30 SEIZE CHAN
40 DEPART QCHAN
50 ADVANCE (Exponential (11,0.5,0.5))
60 RELEASE CHAN
70 TERMINATE 1
80 START 1000000
```

```
FACILITY ENTRIES UTIL. AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER RETRY DELAY
CHAN     1000000 0.902  1.000     1      0     0     0     0     0

QUEUE MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0) RETRY
QCHAN 19     0    1000000 234022  1.486    1.649    2.152    0
```

Результаты имитации функционирования этой СМО для широкого диапазона изменения параметров системы приведены в таблице 1. В таблице средняя длина очереди в системе обозначена $\bar{N}_q$, а среднее время ожидания $\bar{W}$.

Таблица 1. Результаты имитации для СМО $E_2/M/1$ со сдвигом

ρ	t_0	$\bar{W}$	$\bar{N}_q$
0,1	0,01	0,030	0,003
	0,1	0,023	0,002
	0,5	0,005	0,000
	0,9	0,000	0,000
0,5	0,01	0,610	0,305
	0,1	0,496	0,248
	0,5	0,134	0,067
	0,9	0,003	0,001
0,9	0,01	6,642	5,991
	0,1	5,476	4,938
	0,5	1.649	1.486
	0,9	0,056	0,050

Далее приведены текст программы и результаты прогона для системы $M/E_2/1$ со сдвигом (случай ρ=0.9, t_0=0.5 – результаты выделены серым цветом). Для сравнения приведены результаты численно-аналитической модели для этого случая: $\bar{W}$=1,609, $\bar{N}_q$=1,448. Таким образом, совпадение результатов вполне приемлемые.

```
10 GENERATE (Exponential (11,0.5,0.611))
20 QUEUE QCHAN
30 SEIZE CHAN
40 DEPART QCHAN
50 ADVANCE (GAMMA (1,0.5,0.25,2))
60 RELEASE CHAN
70 TERMINATE 1
80 START 1000000

FACILITY ENTRIES UTIL. AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER RETRY DELAY
CHAN     1000001 0.899   0.999    1     1000001 0    0     0     2

QUEUE MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0) RETRY
QCHAN 24    3     1000003 183363  1.501    1.669    2.043    0
```

Для сравнения приведены результаты численно-аналитической модели для этого случая: $\bar{W}$ =1,688, $\bar{N}_q$ =1,519. Таким образом, совпадение результатов и в этом случае вполне приемлемые.

Результаты имитации этой СМО для широкого диапазона изменения параметров системы приведены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты имитации для СМО $M/E_2/1$ с сдвигом

ρ	t_0	$\bar{W}$	$\bar{N}_q$
0,1	0,01	0,082	0,008
	0,1	0,068	0,007
	0,5	0,021	0,002
	0,9	0,001	0,000
0,5	0,01	0,733	0,366
	0,1	0,606	0,303
	0,5	0,187	0,094
	0,9	0,008	0,004
0,9	0,01	6,577	5,921
	0,1	5,389	4,847
	0,5	1.669	1.501
	0,9	0,067	0,061

Заключение. Представленные в докладе результаты позволяют сделать следующие выводы.

1. В докладе представлены адекватные имитационные модели в среде GPSS WORLD двух систем массового обслуживания с операционным сдвигом по времени.

2. Как видно из доклада, операционный сдвиг законов распределений в системах массового обслуживания приводит к многократному уменьшению времени ожидания в очереди и других характеристик системы по сравнению с обычными системами.

3. Адекватность представленных имитационных моделей массового обслуживания, с одной стороны, однозначно подтверждается результатами численно-аналитического моделирования.

Литература

1. Алиев Т.И. Основы моделирования дискретных систем. СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. - 363 с.

2. Тарасов В. Н. Расширение класса систем массового обслуживания с запаздыванием // Автоматика и телемеханика. 2018. № 12. С. 57-70.

3. Тарасов В. Н. Анализ и сравнение двух систем массового обслуживания с гиперэрланговскими входными распределениями // Радиоэлектроника, информатика, управление. 2018. №4 (47). С. 61-70.

4. Тарасов В.Н., Липилина Л.В., Бахарева Н.Ф. Автоматизация расчета характеристик систем массового обслуживания для широкого диапазона изменения их параметров // Информационные технологии. 2016. Т. 22. № 12. С. 952-957.

5. Тарасов В.Н., Бахарева Н.Ф. Компьютерное моделирование вычислительных систем. Теория, Алгоритмы, Программы. - Оренбург, 2005. - 183 с.

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ВЫБОР МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЙ СФЕРЫ УСЛУГ

Белов А.В.

(Университет ИТМО)

Сфера услуг является наиболее динамично меняющейся частью экономики, в которой конкурентоспособность предприятия существенно зависит от колебаний спроса и предложения. В настоящее время сферу услуг относят к постиндустриальному экономическому укладу, из-за развития инфраструктуры, а внедрение инструментов цифровой экономики приводит к активной модернизации этой сферы.

Одним из инструментов цифровой трансформации сферы услуг является реализация виртуальных посреднических операторов [1, 2]. Виртуальный посреднический оператор представляет собой программную платформу, позволяющую декомпозировать предоставляемые услуги на элементарные сервисы и впоследствии группировать (агрегировать) их в супер-сервисы для поиска новых экономичных вариантов консолидации услуг.

В некоторых областях, таких как, например, общественное питание или индустрия красоты, реализация виртуальных посреднических операторов в существенной мере определяется местоположением сервисных компаний, для чего необходимо реализовать анализ факторов, влияющих на местоположение организации.

В рамках данного исследования был проведен анализ влияющих факторов на примере услуг индустрии красоты в г. Самара. По данным одного из ведущих мониторинговых агентств BusinesStat объем рынка красоты, на 2022 год, составил 150 млрд. рублей. численность парикмахерских и салонов красоты в России составляет 86,8 тыс. предприятий. Каждый год закрывается и открывается 10% предприятий. 80% салонов красоты и парикмахерских закрывается в первый год.

Одной из самых распространенных ошибок является неправильный подбор локации помещения. Распространено мнение, что основным ориентиром является отсутствие конкуренции и высокая плотность населения.

Для анализа были выбраны парикмахерские и салоны красоты, существующие на рынке более 2х лет. Анализ был проведен по шести муниципальным образованиям г. Самары. Учитывались такие параметры как:

- площадь учитываемых муниципальных образований;
- средняя стоимость жилья;
- численность и плотность постоянного населения;
- количество организаций предоставляющих услуги в сфере красоты.

Результаты анализа представлены на Рис. 1.

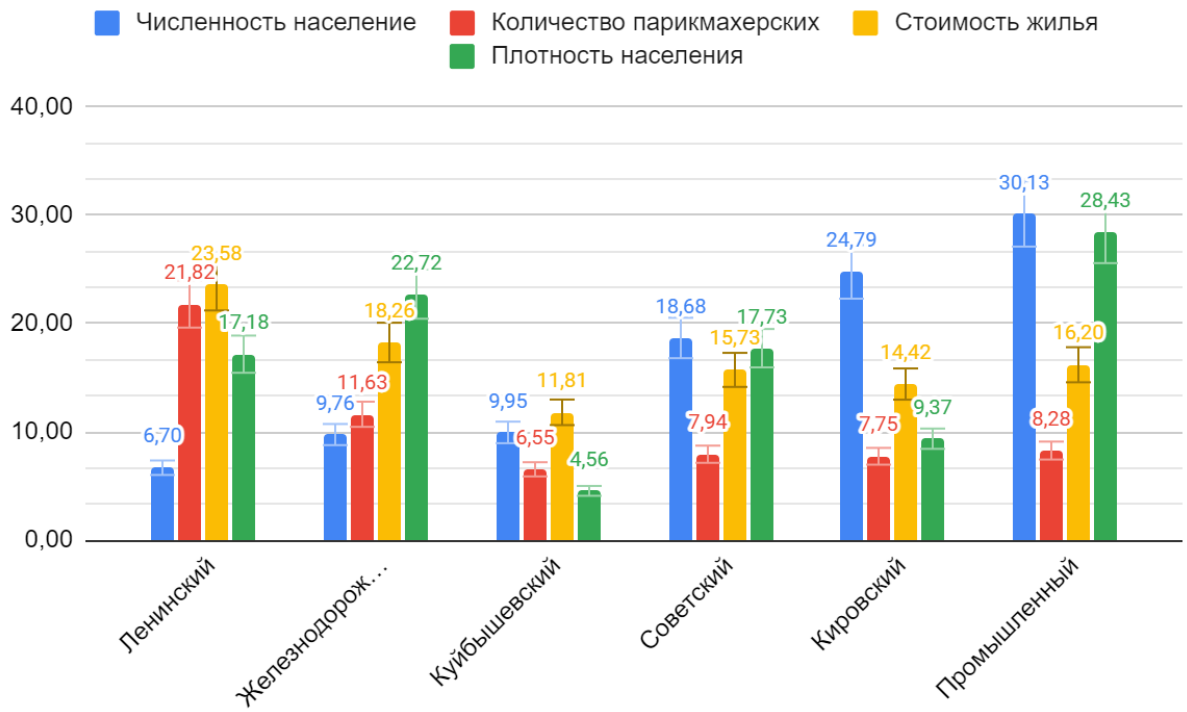


Рис. 1. Анализ факторов, влияющих на местоположение организации

На основе проведенного анализа были сделаны следующие выводы.

Основным фактор влияющим на выбор расположения организации предоставляющей парикмахерские услуги является стоимость недвижимости и как следствие платежеспособности населения проживающего на территории муниципального образования. Наблюдается линейная зависимость. Плотность

населения не влияет на выбор расположения организации предоставляющей парикмахерские услуги.

Данные инструменты анализа были внедрены в студии стрижки Soho. По результатам анализа удалось усилить и стабилизировать связи с клиентами и партнерами. частности, были установлены партнерские отношения с компаниями, которые предлагают сторонние услуги в данной локации. Это позволило представить объединенные предложения для клиентов этих компаний участников программы, что привело к расширению клиентской базы студии на 12%.

Помимо этого, в результате внедренных договоренностей, средний интервал между посещениями клиентами услуг «стрижки» и «оформление бровей» сократился. Это свидетельствует о том, что клиенты стали более активно пользоваться услугами «Студии стрижки», что подтверждает успех преобразований.

Литература

1. Иващенко А.В., Сюсин И.А. Управление виртуальным посредническим оператором в сфере услуг // Системы управления и информационные технологии, №1(59), 2015. – с. 90 – 94

2. Иващенко А.В., Сюсин И.А. Виртуальные посреднические операторы в сфере услуг / Монография. – Самара: Изд-во «Инсома-пресс», 2018. – 102 с., ил.

ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВИАЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Власов С.А., Глибоцкий Д.С., Курочкин А.А.

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва)

Объектом исследования является виртуальная реальность, предметной областью является самолётостроение. Предметом исследования является применение технологий виртуальной реальности в процессе проектирования самолётов и описания его основных частей.

Цель работы – разработать приложение, позволяющая пользователю более детально, быстро и просто знакомиться с конструкцией самолёта при помощи технологии виртуальной реальности.

Новизна этой работы заключается в применении виртуальной реальности в процессе изучения самолётов.

Актуальность данной темы заключается в том, что технологическое развитие не стоит на месте и применение виртуальной реальности на предприятиях или в конструкторских бюро стала доступнее, а выгоды от применения дан-

ной технологии должны позволить сократить время на проектирование и сократить издержки в виде нежелательных проектировочных ошибок.

Важной составляющей виртуального опыта является графика, для создания которой используются специализированные инструменты, различные редакторы и приложения для её создания, которые могут выполнять конкретные задачи или иметь средства для выполнения множества задач связанных с построением 3D модели.

Blender - это бесплатный и открытый редактор компьютерной графики, который поддерживает все основные аспекты производства трехмерного контента [1]. В нём были воссозданы экспонаты самолётного класса, их трехмерная сетка и текстуры поверхностей.

Технология виртуальной реальности - это, по сути, способ отображения и взаимодействия с данными, где важную роль играет отслеживание положения частей тела пользователя в пространстве.

Для создания виртуальной реальности на рынке имеются готовые решения, среди которых самые популярные это Unity [2] и Unreal Engine[3]. Это так называемые игровые «движки», которые являются по своей сути набором необходимых инструментов для разработки в удобной форме.

Для создания приложения с технологией виртуальной реальности была использована кроссплатформенная среда разработки Unity 3D [4]. Было создано виртуальное пространство, куда были помещены 3D ассеты ангара и экспонатов.

Плагин SteamVR предлагает готовые элементы для VR проекта, среди которых объект Player(игрок), размещаемый в пространстве виртуального ангара. Данный «игрок» имеют свою VR камеру, которая требуется для запуска приложения в режиме игры и показывает виртуальный мир через специальный шлем виртуальной реальности HTC VIVE PRO EYE, также этот «игрок» имеет руки, которые в реальном мире заменяются контроллерами [5].

Перемещение в пространстве осуществляется при помощи контроллеров, нажатием на центральную кнопку и выборе направления перемещения. С помощью контроллеров также производится взаимодействие с объектами в сцене, нажатием на курок объекты можно брать или активировать.

На стойке шасси Ту-4 имеется кнопка «справочная информация», нажатие на которую сделает видимой справочную панель стойки шасси самолёта Ту-4.

Для закрепления наименования основных деталей стойки шасси был разработан специальный скрипт, позволяющий производить сборку передней опоры стойки шасси с использованием контроллеров и шлема виртуальной реальности.

Помимо информационных стендов и взаимодействия с моделями имеется возможность производить замеры трехмерных моделей. Построен он на принципе обыкновенной строительной рулетки, выбрав точку отсчёта и конечную точку в пространстве пользователь может получить размер, а точнее его длину, ширину или высоту.

Рассмотрен результат взаимодействия школьников с «Ангаром виртуальной реальности» и посещения самолётного класса кафедры конструкции и проектирования летательных аппаратов.

Первая группа проходила реальную экскурсию в самолётном классе конструкции и проектирования летательных аппаратов, аудитория 117 корпуса №10. В течении 30 минут эксперты, преподаватели данной кафедры рассказывали про конструкцию самолётов и агрегатов.

Вторая группа школьников проходила виртуальную экскурсию в «Ангаре виртуальной реальности с теми же агрегатами. Данная экскурсия заняла больше времени, из-за нехватки оборудования. Использовался один комплект VR, шлем виртуальной реальности HTC VIVE PRO EYE. Данная экскурсия заняла 40 минут, с учётом смены пользователя (снять – надеть шлем). Каждый учащийся подробно осмотрел все стенды ангара, прочитал описание и прослушал мини- лекцию по конструкции.

По итогу прошедших экскурсий в самолётном классе и с использованием приложения для информационной поддержки проектирования авиационных конструкций с использованием технологии виртуальной реальности, участникам данной экскурсии был предложен тест на усвоение и понимание материала. Тест был составлен совместно с преподавателями кафедры конструкции и проектирования летательных аппаратов. Данный тест включает в себя 10 вопросов и на прохождение данного теста давалось 20 минут. Для удобства проведения тестирования была написана программа на языке программированияC# (Си Шарп).

Приложение представляет собой проект в Windows Forms Applications, имеет две формы представления информации, на данной форме можно видеть два поля ввода информации: «ФИО» и «Тип экскурсии». В поле «ФИО» пользователь вписывает свои данные, а поле «Тип экскурсии» является полем с выпадающим списком, в котором есть два варианта выбора, как пользователь проходил экскурсию: в самолётном классе 117 аудитории, в виртуальном ангаре с VR технологией. Также на форме есть две кнопки: «описание» и «начать тест». Пока пользователь не введёт ФИО и не выберет тип экскурсии, тест не начнётся. Важной особенностью данной программы является сбор результатов тестирования посредствам записи всей информации в текстовый файл блокнота,где записывается ФИО ученика, выбранный вариант экскурсии, количество правильных ответов и потраченное время на тест. При прохождении теста новым пользователем, записи дописываются в конец.

Тестирование проходило за 10 компьютерами одновременно в компьютерном классе 10ого корпуса Самарского университета. По результатам проведённого исследования были собраны все данные в одну таблицу и построен график

Данные графики доказывают положительные результаты в применении виртуальной реальности в обучении техническим дисциплинам, в частности конструкции авиационной техники.

Выводы. В процессе выполнения работы были рассмотрены основные направления применения технологии виртуальной реальности, также рассмот-

рены основные устройства для работы с виртуальной реальностью. В соответствии с требованиями, предъявляемыми к проектируемому приложения с виртуальной реальностью, были выбрана оптимальная платформа разработки (Unity) и язык программирования (C#).

В результате проделанной работы были созданы трёхмерные модели основных частей самолёта, такие как:

- стойка шасси Ту-4
- консольная часть крыла самолёта Ил-28
- дефлектор самолёта Ту-154

Также в работу были добавлены 3D модели самолётов и агрегатов, разработанные студентами кафедры КиПЛА. Эти модели были созданы в CAD (computer-aided design) и адаптированы в приложении. Разработанное приложение с технологией виртуальной реальности обладает следующими возможностями:

- просмотр 3D-моделей агрегатов и самолётов в VR
- возможность сборки и детальном изучении конструкции самолёта

С помощью разработанного приложения проведено исследование влияние данной технологии на изучение и понимание основных элементов конструкции среди школьников, чей средний бал в учебном процесс выше 4,5 баллов. Совместно с преподавателями кафедре КиПЛА был написан тест, состоящий из 10 теоретических вопросов. Написано приложение для проведения тестирования учеников на языке программирования C#.

На основе полученных результатов тестирования можно сделать вывод, что виртуальная реальность даёт больше наглядности и больше визуального представления об изучаемом объекте.

Планируется включение разработанного приложения в учебный процесс дисциплины «Концептуальное проектирование самолётов» на кафедре КиПЛА Самарского национального исследовательского университета имени академика С. П. Королёва.

Также было разработано руководство пользователя, в котором подробно отображены инструкции по работе с приложением.

Литература

1 Прахов, А. А. Blender: 3О-моделирование и анимация. Руководство для начинающих [Текст]: монография / А. А. Прахов. — СПб.: БХ В - Петербург, 2009. — 272 с

2 3 Unity – Руководство: Руководство Unity [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.unity3d.com/ru (Дата обращения: 22.03.2023).

3 Unreal Engine 4 Documentation [Электронный ресурс]. — Режим доступа:https://docs.unrealengine.com/en-us/ (дата обращения: 22.02.2023).

4 Торн Алан Искусство создания сценариев в Unity / Алан Торн ; перевод Р. Н. Рагимов. – Саратов : Профобразование, 2017. – 360 с. – ISBN 50978-5-4488-0043-

6. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: http://www.iprbookshop.ru/64059.html (дата обращения: 21.02.2023). – Режим доступа: для авторизир. пользователей

5 Пасько Д. Н. Современные игровые движки [Текст] / Д. Н. Пасько // Инновационная наука. — 2016 — № 2.3 (14). — С.127–30.

ИНСТРУМЕНТАРИЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МАРКЕТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ ТОРГОВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Выгодчикова И.Ю., Бобылева А.Р.

(Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского)

Введение. В данном исследовании под эффективно построенной маркетинговой системой понимается разработка дополнительного инструментария для оптимизации решений предприятия при выборе поставщика овощей. Применяемый инструментарий основан на базовой практике маркетингового анализа и финансового менеджмента [1, 2, 3]. Авторы разработали принципиально новый подход, позволяющий учитывать комиссию при быстрой продаже всей партии, а также возможность продажи по договорам за несколько периодов с наценками [4, 5]. Авторы считают, что план мероприятий очень важен для сельского хозяйства, поскольку продукция является скоропортящейся. Важно рассматривать программные технологии и аналитику, влияющие на систематизацию маркетинга, как эффективный современный инструмент, позволяющий использовать современные методы маркетинга. Они предоставляют торговым предприятия возможность приобретения высокой конкурентоспособности.

Цель работы – создание программно-ориентированного инструментария, совершенствующего и упрощающего процесс построения системы маркетинга торгового предприятия, зависящего от поставщиков продукции.

Метод совершенствования маркетинговой системы торгового предприятия. Для совершенствования управления маркетингом важен грамотный подход к выбору поставщика продукции (в данном исследовании скоропортящейся овощной продукции). Для скоропортящейся продукции вовремя реализовать товар особенно необходимо, как для поставщиков (планирование графика вызревания культур), так и для предпринимателя, закупающего продукцию оптом и реализующего через торговые точки. В последнее время часто встречаются случаи, когда торговые точки разоряются, в то же время более крупные продавцы (сетевые магазины, специализированные овощные минимаркеты и проч., успешно развиваются). Поэтому в некоторых ситуациях целесообразно перепродать всю партию, заплатив некоторую комиссию посреднику. Рассмотрим математический инструментарий для решения проблемы выбора канала сбыта продукции.

Пусть предприниматель закупает продукцию n видов, по ценам, соответственно, $p_1, p_2, \ldots, p_n$. Для каждого товара предприниматель устанавливает наценки $v_1, v_2, \ldots, v_n$.

Цена товара i составит: $p_i = q_i * (1 + v_i)$, где $q_1, q_2, \ldots, q_n$ — количества товара i от 1 до n, соответственно.

Принимая во внимание обозначения, оценим общую выручку предпринимателя, см. формулу (1):

$$I_0 = q_1 * p_1 * (1 + v_1) + \ldots + q_n * p_n * (1 + v_n). \quad (1)$$

В случае обращения предпринимателя к посреднику придётся потерять часть дохода, оплатив комиссионные по ставке w. В таком случае доход предпринимателя определяется по формуле (2). Нужно отметить, что доход I_p будет получен сразу (в начале аналитического периода).

$$I_p = I_0 * (1 - w). \quad (2)$$

Если предприниматель решает реализовывать продукцию самостоятельно, он предварительно заключает договора на поставку продукции, и, как правило, авансом деньги получить возможно только под высокий процент. Если же предприниматель желает сохранить процентную ставку на уровне рыночной, необходимо подождать до срока, указанного в договоре. Чтобы сопоставить с предыдущим вариантом, В другой ситуации, когда продукт распределен предпринимателем по договору, ежемесячно $q_1^k, q_2^k, \ldots, q_n^k, k = 1 \ldots m$.

Годовая процентная ставка рассчитывается по формуле (3):

$$r_m = r/12 \quad (3)$$

Количество товара, проданного за один месяц, рассчитывается по формуле (4):

$$I_0^k = q_1^k * p_1 * (1 + v_1^k) + \ldots + q_n^k * p_n * (1 + v_n^k), k = 1 \ldots m \quad (4)$$

Дисконтированный доход предпринимателя составит (5):

$$I = I_0^I/(1 + r_m)^I + \ldots + I_0^m/(1 + r_m)^m \quad (5)$$

Вычислительный эксперимент. Пусть посредник берёт комиссию 1% (наценки на исходную цену 11%), и он выплачивает предпринимателю всю сумму сразу (за вычетом комиссии). При реализации по договорам ставка дисконтирования (по сложным процентам, ежемесячная капитализация), составит 9% годовых. Исходные данные представлены в табл. 1.

Таблица 1. Исходные данные

Наименование	Количество	Цена	Доли по месяцам (1, 2, 3, 4) в %				Наценки по месяцам (1, 2, 3, 4) в %			
Название	Итого, кг	Руб./кг	1	2	3	4	1	2	3	4
Томаты	150	200	12	31	33	24	10	12	19	20
Огурцы	120	150	55	22	7	16	10	13	10	17
Капуста	300	98	3	40	8	49	16	12	9	12

Карто-фель	150	87	8	32	15	45	10	14	12	12

Преобразование исходных данных для получения рекомендаций о сбытовой стратегии овощной продукции представлено в табл. 2.

Таблица 2. Оценка доходов

Наименование	Доходы по месяцам (1, 2, 3, 4), руб.				Дисконтированные доходы, 9% в год, руб.			
Название	1	2	3	4	1	2	3	4
Томаты	3960	10416	11781	8640	3925	10231	11469	8336
Огурцы	10890	4475	1386	3370	10793	4395	1349	3251
Капуста	1023	13171	2564	16135	1014	12937	2496	15567
Картофель	1148	4761	2192	6577	1138	4676	2134	6346

В итоге посредник платит предпринимателю сразу (с учётом своей комиссии) 99395 руб. (копейки отброшены). Предприниматель (с учётом дисконтирования по ставке 9% годовых), располагает сумой 100056 руб. Предпринимателю осталось оценить риски, связанные с офисной работой по договорам, и он примет решение.

Заключение. Авторами исследования предложен инструментарий, позволяющий усовершенствовать деятельность торгового предприятия и, в частности, маркетинговую систему. Актуальность и уникальность программно-ориентированной разработки состоит в том, что он может быть использован торговым предприятием любого уровня и любой отрасли реализации.

Литература

1. Бестов А. Маркетинг от потребителя А. Бестов – М.: Изд-во Блейкс.– 2015. – 96 с.

2. Бородин А.И., Выгодчикова И.Ю., Горский М.А.. Методы оптимизации в экономике и финансах : учебное пособие для вузов – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 157 с. – (Высшее образование). – Гриф УМО, ISBN 978-5-534-15218-0.

3. Бородин А.И., Выгодчикова И.Ю., Наточеева Н.Н. Финансовый менеджмент: методы и модели: учебное пособие /. – Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2022. – 303 с. Гриф УМО. ISBN 978-5-394-04834-0. DOI 10.29030/978-5-394-04834-0-2022.

4. Выгодчикова И.Ю., Бобылева А.Р. Программа реализации стратегии продаж с использованием онлайн сервисов и дисконтирования ожидаемых доходов: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022614036 от 16.03.2022.

5. Выгодчикова, И. Ю. Бобылева А.Р. Выбор стратегии реализации продукции с использованием онлайн технологий: статья. Саратов: Сарат.ун-та. 2019. 2 с.

ИНСТРУМЕНТАРИЙ ОЦЕНКИ РЕЙТИНГА БАНКОВ В БИНАРНОЙ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ СУБИНДЕКСОВ ДЛЯ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ «ДВА НА ДВА»

Выгодчикова И.Ю., Курлова К.А.

(Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»)

Введение. В настоящее время инвестирование является одним из наиболее популярных способов получения прибыли. Банковский сектор, в свою очередь, является одной из наиболее надежных сфер для капиталовложений. Однако необоснованные решения касаемо инвестирования в те или иные банки ведет к весомым потерям. Именно поэтому важно руководствоваться эффективными и многогранными инструментами при принятии инвестиционных решений. Одним из наиболее полезных инструментов для принятия обоснованных инвестиционных решений является интегральный рейтинг [1].

Цель работы – демонстрация использования инструментария интегрального ранжирования компаний на основе бинарного дерева решений для иерархического анализа данных применительно к коммерческим банкам Российской Федерации для определения их надёжности, устойчивости собственного капитала и инвестиционной привлекательности.

Метод оценки инвестиционной привлекательности коммерческого банка. Коммерческий банк, как любое предприятие, характеризуется стандартными финансовыми коэффициентами, среди которых наиболее сильную роль играют коэффициенты ликвидности, финансовой устойчивости и рентабельности собственных средств, в целом свидетельствующие об уровне надёжности коммерческого банка [2, 3]. Ввиду этого целесообразно составить алгоритм свертки первичных показателей финансовой отчётности в интегральный показатель. На данном этапе существует проблема выбора показателей [4]. Так, отказаться от абсолютных значений (объём средств банка, размер собственного капитала и т.п.) в пользу относительных (соотношение собственных и заёмных средств, рентабельность собственного капитала и т.п.), – это значит нивелировать масштабы деятельности банков. Так, Альфабанк имеет более 5 трлн руб., а Уралсиб в 10 раз меньше. Если пользоваться только абсолютными показателями, теряется возможность оценки уровня надёжности банка как управляемого финансового предприятия.

Для построения интегрального рейтинга (Итоговый рейтинг, обозн. I) по двум субиндексам были выбраны следующие показатели.

Абсолютные показатели: активы итого (A_{11}) и собственные средства (A_{12}).

Относительные показатели: отношение собственных средств к заемным средствам (A_{21}); отношение чистой прибыли к собственным средствам (A_{22}).

Для получения итогового рейтинга I используется бинарное симметричное дерево решений.

Алгоритм построения экспертной системы банковского рейтингования в форме дерева решений: сначала формируются рейтинги I_1 и I_2 на основе методик [4, 5]. Рейтинг I_1 формируется по показателям A_{11} (приоритетный) и A_{12}. Рейтинг I_2 формируется по показателям A_{21} (приоритетный) и A_{22}. Итоговый рейтинг I формируется на основе рейтингов I_1 (приоритетный) и I_2 по аналогичной методике.

Экспертная система интегрального оценивания банков имеет иерархическую древовидную структуру бинарного типа (рис. 1).

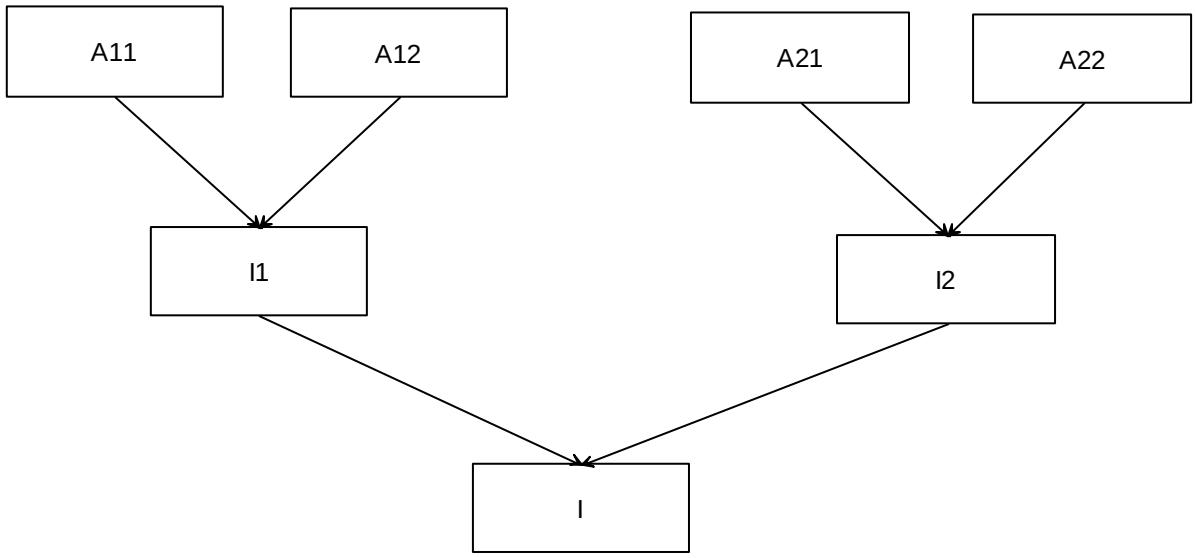


Рис. 1. Бинарное дерево для построения интегрального рейтинга («перевёрнутая система» от листьев к корню)

Представленный в статье метод является новаторским предложением в сфере банковского индексирования.

Применение методики для анализа данных. В табл. 1 представлены исходные данные для анализа.

Показатели A_{21} и A_{22} вычисляются согласно методике, приведённой выше и таблицы 1.

Авторами статьи была разработана программа, позволяющая произвести эффективный расчет интегрального рейтинга в режиме древовидной структуры «от листьев к корню», с сохранением результатов в формате csv.

Таблица 1. Исходные данные[1]

	Активы (A_{11})	Собственный капитал (A_{12})	Заёмные средства	Чистая прибыль
Альфа банк	5 346 108 632	796 678 441	4 549 430 191	117 856 273
Тинькофф	1 078 043 000	146 331 000	931 712 000	33 935 000
Открытие	2 954 201 383	502 922 216	2 451 279 168	59 610 337
Уралсиб	553 092 213	83 762 275	469 329 938	13 883 499
Совкомбанк	1 871 884 992	204 335 830	1 667 549 162	44 385 155
Росбанк	1 425 584 000	200 650 000	1 224 934 000	15 458 000
Райффазен	1 499 542 258	174 933 979	1 324 608 279	14 452 476
Россельхозбанк	3 864 775 006	210 650 650	3 654 124 356	6 180 831

В табл. 2 представлен результат расчета интегрального рейтинга I (Итоговый рейтинг).

Таблица 2. Формирование итогового рейтинга I

Банк	Рейтинг I_1 (Приоритет A_{11})	Рейтинг I_2 (Приоритет A_{21})	Итоговый рейтинг I (Приоритет I_1)
Альфа банк	1	2	1
Открытие	3	3	2
Россельхозбанк	2	8	3
Совкомбанк	4	6	4
Росбанк	6	4	5
Уралсиб	8	1	6
Райффазен	5	7	7
Тинькофф	7	5	8

Заключение. Авторами исследования предложен инструментарий ранжирования коммерческих банков в режиме дерева решений по иерархии субиндексирования. В ходе эксперимента была выявлена эффективность используемой разработки и методики ранжирования. Полученные результаты могут быть применены при принятии инвестиционных решений, разработке стратегий развития банка и усовершенствовании механизма управления банковской системой.

Литература

1. Выгодчикова И. Ю., Трофименко А. В., Форкунов Н. П. Стратегия интегрального ранжирования коммерческих банков по инвестиционной привлекательности // Стратегии бизнеса, 2022, том 10, № 8. С. 1-6, https://doi.org/10.17747/2311-7184-2022-8-201-206.

2. Курлова К.А., Кастрыкин И.С., Выгодчикова И.Ю. Анализ инвестиционной привлекательности коммерческих банков на основе интегрального

[1] http://kuap.ru/banks/ (дата обращения 13.04.2023), данные в рублях

рейтинга // Инновации, логистика, менеджмент в современной бизнес-среде. Материалы V международной научно-практической конференции. Саратов, 2022. С. 47-51. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50337499.

3. Выгодчикова, И. Ю. Анализ конкурентных преимуществ крупнейших компаний ведущих отраслей российской экономики на основе иерархического подхода и интегрального рейтинга //Стратегии бизнеса. 2019. №8. С. 7-10.

4. Выгодчикова И.Ю. Метод построения рейтинга конкурентоспособности российских компаний // Современная конкуренция. 2018. Том 12. № 2 (68)–3(69). С. 5-17.

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ФИНАНСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ В БАНКОВСКОЙ СФЕРЕ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО РЕЙТИНГА

Выгодчикова И.Ю., Форкунов Н.П., Трофименко А.В.

(Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»)

В статье представлен метод применения древовидной структуры принятия решений и инструментарий обработки финансовых коэффициентов путём их систематизации, субиндексирования для получения интегрального рейтинга коммерческих банков. Для возможности широкого применения авторской методики разработана программа на языке Python в режиме кроссплатформенной среды PyCharm. Выполнены вычислительные эксперименты для рейтингования девяти крупных российскиъх банков.

Общие параметры методики. Используемые технологии: систематизация и сбор аналитических данных из финансовых отчётов компаний, искусственный интеллект (анализ проблемной ситуации в режиме древовидной структуры с приоритетным направлением группировки показателей на каждом этапе анализа). Математическое наполнение методики: представлена авторская процедура ранжирования компаний, содержащая три этапа [1], а также авторский метод долевого распределения инвестиций. Цель работы состоит в демонстрации программного решения для интегрального ранжирования финансовых показателей коммерческих банков с перспективой внедрения в банковскую сферу. В целях повышения уровня совместимости с различными типами системного оснащения ЭВМ применена кроссплатформенная система для языка Python.

Методика программной обработки коэффициентов финансового анализа банков. Авторы разработали методику, алгоритм и представили программный инструментарий иерархического анализа коммерческих банков.

В процедуре иерархического ранжирования банков используются три относительных показателя финансовой отчётности банков (A, B, C) и один абсолютный (D):

A = собственные средства банка (источники собственных средств) / активы (итого),

B = денежные средства / активы (итого),

C = чистая прибыль / собственные средства банка (источники собственных средств),

D = активы (итого).

Алгоритм программы представлен на рис. 1

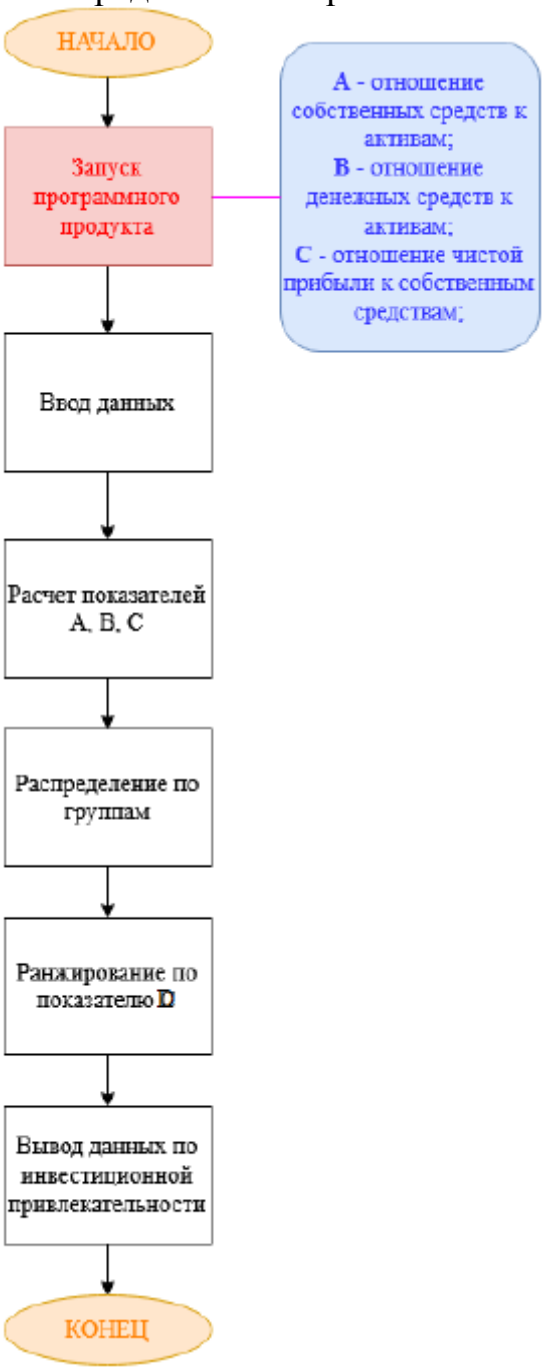


Рис. 1. Блок-схема программы

После запуска программы происходит расчет показателей A, B и C, которые являются выбранными показателями банков, по которым будет проводиться сортировка. В данном случае C является ключевым показателем при сортировке компаний в одной группе ([A = O/D] – отношение собственных средств к

активам, [B = F/D] – отношение денежных средств к активам, [C = P/O] – отношение чистой прибыли к собственным источникам). Далее происходит ранжирование по показателям A, B, C, т.е. показывает, в какую конкретную из 8 групп попадет банк, где 1 группа > 2 > 3 > … > 8 по уровню привлекательности, где N – общее количество компаний, выбранных для анализа.

После обработки данных получены следующие результаты (табл.1).

Таблица 1. Интегральный рейтинг банков

Наименование	Рейтинговая доля **q**	Ранг (1-лучший)
Альфабанк	17,46%	1
Тинькофф	13,09%	2
МКБ	12,09%	3
Росбанк	11,22%	4
Россельхозбанк	11,22%	4
Открытие	10,47%	6
Райффайзен	8,73%	7
Совкомбанк	7,86%	8
Уралсиб	7,86%	8

Преимущества программы: выгрузка данных в csv файл, с последующей обработкой для создания базы данных по рейтингованию банков.

Полученный интегральный рейтинг не противоречит другим рейтинговым подходам. Основным достоинством предложенного инструментария является его универсальность и высокая адаптируемость к запросам пользователя (инвестор, кредитор, собственник, которые сами устанавливают перечень и приоритет показателей и получают нужное решение).

Дискуссия. Возникает принципиальный вопрос: может ли авторский инструментарий рейтингования считаться универсальным измерителем надёжности банков? Ответ: несомненно, может, поскольку не пртотиворечит ни одное из принятых методик рейтингования банков. Но метод не является единственным, он развивается и адаптируется с учётом требований законодательства, инвесторов, вкладчиков. Рейтинговые агентства могут полноценно использовать авторскую методику. Но выполнять высокоуровневые вычисления с использованием электронных таблиц допустимо лишь по небольшим объёмам данных. Для применения методики к средним и большим по объёму данным требуется задействовать программный инструментарий, представленный в статье.

Выводы и рекомендации. Авторами статьи выполнен анализ проблемы оценки и ранжирования банков по уровню надёжности и предложена методика интегрального ранжирования коммерческих банков на основе систематизации показателей финансового анализа, полученных на основе регулярной отчётности финансовой организации (банка).

Проведенный анализ позволяет построить рейтинг любого количества финансовых организаций и изучить динамику в любые периоды времени, основанный на комплексной методологии ранжирования ключевых показателей банка, полученных на основе данных финансовой отчётности. Выполнена программная обработка данных и предложено кроссплатформенное решение. Ав-

торский инструментарий может быть интегрирован в банковскую систему и применён в рейтинговых агентствах.

Успех рейтингования по данной методике обоснован корректностью математического наполнения алгоритмической системы и успешным тестированием на крупных банках, результаты тестирования не противоречат результатам других исследований (международные рейтинги) и рейтингам российских агентств. Авторский подход позволяет перейти на новый уровень единообразной математически обоснованной системы рейтингования коммерческих банков, что позволит рассматривать банк как перспективное надёжное и финансово устойчивое предприятие, и при этом как финансовую организацию, выполняющую полное сопровождения финансовых решений и их оптимизацию.

Литература

1. Выгодчикова И.Ю. Метод построения рейтинга конкурентоспособности российских компаний // Современная конкуренция. 2018. Том 12. № 2 (68)–3(69). С. 5-17.

РАСЧЕТ ЦЕНЫ НОВОГО ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА РЫНКА ПРОГРАММ ДЛЯ РЕСТОРАННОГО БИЗНЕСА

Гетманова С.А., Писарев А.П.

(Пензенский государственный университет)

Деятельность ресторанов нуждается в переработке большого количества информации. В связи с этим у предприятий ресторанного бизнеса возникает спрос на различные информационные программные продукты.

На рынке современных программных продуктов представлено большое количество систем ресторанного бизнеса, среди которых выделяются три наиболее популярных:

– R-Keeper;
– iiko;
– 1С: Предприятие 8. Общепит.

R-Keeper – одна из первых программ появившихся на рынке систем ресторанного бизнеса. Первая версия вышла в 1992 году. Несмотря на популярность, система во многом морально устарела и имеет сложный интерфейс, однако остается востребованной в мировом ресторанном бизнесе. Программный комплекс R-Keeper разделен на отдельные программы, которые предназначены для пользователей, представляющих систему общественного питания. Комплекс включает в себя такие модули как: "Официант", "Бармен", "Менеджер" и "Кассир". Каждый модуль соответствует своей направленности и предназначен для четкого выполнения определенных функций. [1]

В систему автоматизации ресторанов iiko входят модули, из которых можно собрать нужную конфигурацию:

– iikoResto оптимизирует систему обслуживания клиентов;

– iikoOperations&Finance оптимизирует процесс закупок, распределения товаров и начисления заработной платы;

– iikoPersonnel позволяет оптимизировать процесс работы с персоналом компании;

– iikoVideoSecurity помогает усилить охрану ресторанов и кафе. [2]

1С: Предприятие 8. Общепит – программный продукт предназначенный для автоматизации и оптимизации бизнес-процессов в сфере общепита различных форматов и форм собственности. Может применяться компаниям и предпринимателям, которые относятся к малому и среднему бизнесу, максимально помогает в калькуляции затрат, что значительно упрощает работу финансового управления предприятия. Программа 1С: Общепит встраиваемая и ее можно использовать как модуль в системах ERP [3].

Результаты сравнительного анализа описанных программных продуктов представлены в таблице 1.

Таблица 1 Сравнение конкурентов

	R-Keeper	iiko	1С: Предприятие 8. Общепит
1	2	3	4
Сложность внедрения	Средняя	Низкая	Низкая
Интерфейс	Устаревший	Современный	Современный
Адаптация в России	Средняя	Средняя	Высокая
Поддержка	Есть	Есть	Компания-партнер 1С
Дополнительные модули	Есть	Много модулей под разные задачи	Можно настроить любую конфигурацию
Плюсы системы	Одна из старейших систем, разрабатывалась при активной поддержке ресторанов	Удобный интерфейс и наличие модулей под любые нужды	Хорошая поддержка, гибкие настройки, высокая надежность
Минусы системы	Многие компоненты устарели	Каждый модуль системы докупается отдельно	Работу системы периодически нужно оптимизировать

На основе результатов анализа существующих на рынке программ можно сделать вывод, что они обладают существенными недостатками.

Новый программный продукт должен обладать следующими преимуществами перед аналогами:

– простой, удобный и бесплатный русскоязычный интерфейс;

- совместимость со всеми основными операционными системами: Widows, Linux, macOS, возможность использования многоядерных и многопроцессорных систем;
- наличие руководства пользователя и видеоматериалов в комплекте с программным продуктом;
- эффективная работа и надежное хранение информации при работе большого числа пользователей;
- автоматическое обновление;
- период сопровождения программного продукта год и более;
- наличие подробной статистики и гибкая настройка отчетов.

Новый программный продукт должен содержать обширный перечень функций и возможностей, благодаря которым любая организация, оказывающая услуги питания, сможет полностью удовлетворить свои потребности. При разработке программного обеспечения должны быть учтены достоинства популярных автоматизированных систем, что позволит завоевать лидирующие позиции в данном сегменте рынка программных продуктов.

Ценообразование – установление цены на товар или услугу, процесс выбора окончательной цены в зависимости от начальной стоимости продукции, цен конкурентов, соотношения спроса и предложения и других факторов. Расчет цены нового программного продукта осуществлен при использовании ценностного подхода.

На первом этапе на основе статистических данных выявляются параметры, которые взаимосвязаны (коррелируют) с ценой для продуктов-аналогов. Затем составляется аналитическая зависимость вида:

$$Ц=f(П_1,П_2,Пз,...,П_n),$$

где $П_i$ – параметр, оказывающий влияние на цену.

Подставляя в уравнение регрессии значения параметров нового программного продукта, можно установить с определенной степенью достоверности уровень цены на новое изделие. [4]

Оценка нового программного продукта осуществлена на основе данных о трех продуктах-аналогах.

Методика расчёта цены нового программного продукта:

1. Проводится корреляционный анализ для величин параметров аналогичных программных продуктах и их цен (таблица 2).
2. Выделяется ряд параметров наиболее коррелированных с ценой продуктов-аналогов (таблица 3).
3. Находится цена нового программного продукта на основе линейной интерполяции с использованием встроенной функции Excel Тенденция.

Таблица 2 Корреляционный анализ

Параметр	Параметрический индекс				Коэффициент корреляции
	R-Keeper	iiko	1С: Предприятие 8. Общепит	Новый продукт	
1	2	3	4	5	6
Настройка ПП	0,7	0,6	0,7	0,8	0,405887479
Ассортимент основных функций	0,9	0,8	0,6	0,7	0,820749102
Ассортимент дополнительных функций	0,7	0,5	0,6	0,6	0,808470397
Сроки обучения	0,9	0,7	0,6	0,9	0,97416015
Сопроводительная документация	0,7	0,5	0,5	0,8	0,994424324
Качество отчета	0,8	0,5	0,6	0,7	0,905125178
Качество помощи	0,5	0,6	0,4	0,7	0,10545266
Условия поддержки и сопровождения	0,8	0,6	0,6	0,8	0,994424324
Финансовая устойчивость	0,8	0,7	0,6	0,7	0,913923057
Цена продукта	96 000	50 000	44 000		

Таблица 3 Параметры, наиболее коррелированные с ценой продуктов-аналогов

Параметр	Параметрический индекс			
	R-Keeper	iiko	1С: Предприятие 8. Общепит	Новый продукт
Сроки обучения	0,9	0,7	0,6	0,9
Сопроводительная документация	0,7	0,5	0,5	0,8
Условия поддержки и сопровождения	0,8	0,6	0,6	0,8
Финансовая устойчивость	0,8	0,7	0,6	0,7
Цена продукта	96 000	50 000	44 000	
Цена НПП				113 000

Таким образом, оптимальным является установление цены на уровне 113 000 рублей.

Литература

1. R-Keeper. URL: https://www.posland.ru/articles/r-keeper/?ysclid=ldej788p7m705935072

2. iiko – система автоматизации ресторанов. URL: https://restorator-msk.ru/iikorms

3. 1С: Предприятие 8. Общепит. URL: https://solutions.1c.ru/catalog/ public-catering/features

4. Особенности инвестиционного ценообразования в области комплексных или совместных производств. URL: https://www.profiz.ru/se/1_2004/969/?ysclid=lhypulgaz4428078029

МОДЕЛИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОРОВ

Ефимушкина Н.В, Орлов С.П.

(Самарский государственный технический университет)

Введение. Современные центральные процессоры изготавливаются в виде сверх больших интегральных схем и являются сложными техническими устройствами. В них для повышения производительности широко используются принципы параллельной обработки во времени и пространстве: набор параллельно работающих конвейеров. Эффективное управление их работой является довольно сложным. Его принципы реализованы в трех типовых архитектурах: суперскалярной, VLIW и EPIC. Первая является наиболее распространенной. В последнее время все более популярными становятся многоядерные процессоры и мультитредовые системы, в которых реализуется параллелизм отдельных ветвей одной программы или нескольких программ [1].

Все перечисленные типы архитектур содержат большое количество элементов и реализуют сложный режим функционирования. Их изучение специалистами в области информатики и вычислительной техники позволяет создавать более эффективные технические средства и программное обеспечение и может быть реализовано двумя способами: с помощью специального оборудования и на имитационных моделях. В предлагаемой работе рассматривается последний подход [2 – 5].

Этапы построения моделей. Построение моделей осуществлялось в следующей последовательности.

1) Определение цели моделирования, состава и типов исследуемых характеристик объекта.
2) Выбор структуры объекта, которая должна быть реализована в модели.
3) Определение уровня детализации параметров.
4) Оценка адекватности модели.

Целью моделирования было изучение структуры и особенностей функционирования основных устройств компьютера. Наиболее важными характеристиками этих устройств и систем в целом являются временные, которые и оцениваются в моделях. Это определило особенности реализации следующих этапов [4].

Так, на втором этапе для каждого типа процессоров выбран свой набор элементов, которые определяют временные характеристики. Это привело к тому, что структура объектов представлена на уровне наиболее важных блоков, определяющих время их работы, а программы, которые выполнялись этими блоками, - как последовательность команд.

Общеизвестно, что на работу вычислительных систем существенное влияние оказывают случайные воздействия [1, 3]. Поэтому для задания ряда параметров моделируемых программ использованы случайные величины.

Во всех моделях для демонстрации протекающих процессов применяется анимация. Оценка адекватности моделей выполнялась экспериментально на аналогичных объектах, а также путем анализа зависимостей получаемых характеристик от варьируемых параметров. Полученные результаты показали, приемлемую погрешность моделей, что позволяет применять их для изучения особенностей функционирования компьютеров и их устройств.

Имитационные модели процессоров. На кафедре «Вычислительная техника» Самарского государственного технического университета разработаны имитационные модели следующих центральных процессоров:

1) Pentium Pro;
2) Intel Core i7;
3) EPIC;
4) Типового многоядерного;
5) Мультитредовой системы.

Первый процессор имеет классическую суперскалярную архитектуру и содержит кэш команд и данных, функцио

нальные устройства и вспомогательные элементы. В его модели отображены пять конвейерных функциональных блоков, а также вспомогательные элементы (выборки команд; дешифрации; таблицу псевдонимов регистров; станцию-резервуар и буфер восстановления последовательности команд).

Программа, которая выполняется процессором, представляется как последовательность команд, длину которой можно варьировать от 100 до 500. Она содержит смесь следующих типовых команд: целочисленной арифметики; с плавающей точкой; операций с памятью и условных переходов.

Результатами моделирования являются следующие временные характеристики: общее количество тактов работы процессора; среднее время выполнения команды в тактах; количество неправильно предсказанных переходов.

Процессор Intel Core i7 имеет более современную многоядерную архитектуру, каждое ядро которой является суперскалярным процессором и содержит четыре основных блока: подсистему памяти; блок предварительной обработки; блок контроля исполнения с изменением последовательности и блок исполнения.

В модели описываемого процессора представлены его основные элементы: кэш команд и их микроопераций; функциональные блоки и вспомогательные средства, обеспечивающие устранение конвейерных конфликтов. Ее экранная форма модели Intel Core i7 приведена на рис. 1.

Исходными данными для моделирования являются общее количество команд в моделируемой программе, доли команд разной длительности, работы с памятью и переходов. Состав команд формируется случайным образом.

Результаты моделирования представляются в виде основных временных характеристик - количества выполненных тактов и IPC процессора.



Рис. 1. Экранная форма модели процессора Intel Core i7

Простейшая модель многоядерного процессора представляет ядра как конвейерные устройства, которые могут работать параллельно, выполняя ветки одной или нескольких программ. В нее включены два основных типа устройств: кэш-память команд и несколько (до восьми) конвейеров, имитирующих работу ядер. Ядра могут работать параллельно, обслуживая некоторый блок (ветвь) программы.

Исходными данными для моделирования процессора являются: общее количество процессорных команд в моделируемой программе; количество используемых ядер (конвейеров); размер блоков (ветвей) команд; количество фоновых команд (например, программ операционной системы) между блоками.

Основными результатами моделирования служат: общее время выполнения программы; полезное время работы каждого ядра и время выполнения фоновых задач. Модель позволяет оценить влияние распараллеливания алгоритмов на характеристики процессора.

Мультитредовые системы реализуют параллельную обработку на уровне отдельных ветвей программ или программ в целом, которые образуют потоки (треды). Модель такой системы позволяет исследовать функционирование следующих основных устройств: процессорных элементов (ПЭ); планировщика; коммутатора; памяти и системных шин. Моделируемая программа представляется как последовательность процессорных команд, которые разбиваются планировщиком на потоки произвольной длины. Экранная форма модели приведена на рис.2.

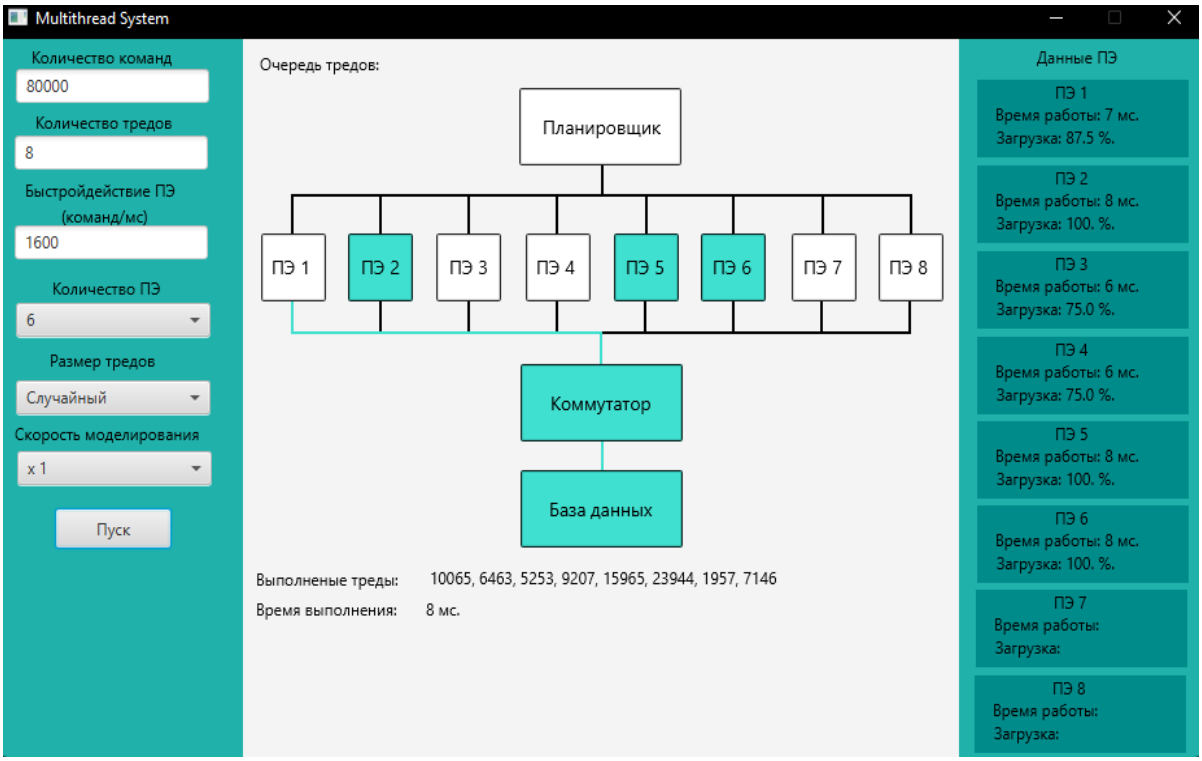


Рис. 2. Экранная форма модели мультитредовой системы

Исходными данными для моделирования являются: параметры программы: общее количество команд; количество и размер тредов, а также порядок их выполнения; количество и быстродействие процессорных элементов. Результатами служат общее время моделирования, время работы и загрузка каждого ПЭ.

С помощью модели можно выполнять эксперименты по определению параметров эффективной организации мультитредовой системы: выбору количества процессорных элементов и тредов, а также быстродействия ПЭ и размеров тредов.

Заключение. Описанный подход к использованию имитационных моделей для изучения сложных объектов апробирован в Самарском государственном техническом университете при выполнении лабораторных работ студентами направления 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» и показал высокую эффективность [4, 5]. Обучающиеся знакомятся со структурой и логикой работы типовых устройств вычислительных систем и выясняют, какие факторы влияют на эффективность их функционирования.

Литература

1. Орлов С.А., Цилькер Б.Я. Организация ЭВМ и систем. СПб: Питер, 2021.

2. Орлов С.П., Ефимушкина Н.В. Организация вычислительных машин и систем. Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2016. 280 с.

3. Орлов, С.П. Имитационная модель взаимодействия блоков компьютера и периферийного оборудования/С.П. Орлов, Н.В. Ефимушкина, Н.Н. Хриса-

нов// Проблемы управления и моделирования в сложных системах. Тр. XXI Междунар. конференции. – Самара: Офорт, 2019. – С. 288–291.

4. Efimushkina N.V. Simulation models of computer subsystems. /N.V. Efimushkina, S.P. Orlov, I.K. Kiforenko //Proc. of 2017 20th IEEE Intern. Conf. , SCM 2017. IEEE Xplore, 2017. P. 323 – 326.

5. Ефимушкина Н.В., Орлов С.П. Аппаратные средства вычислительной техники. Часть 2. Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2018. – 103 с.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ СЛАБОТОЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

Земцов В.В.

(ООО «Открытый код»)

В настоящее время применение слаботочных источников питания, например, бетавольтаических, перспективно для обеспечения бесперебойного автономного питания беспроводных устройств слабой мощности, например, оптико-электронных датчиков в составе Интернета вещей [1, 2]. Учитывая сложность и инновационный характер реализации данных изделий, разработка испытательного стенда для их исследования представляется актуальной и сложной задачей. Ниже предложен один из вариантов ее решения.

Для разрабатываемого испытательного стенда необходимо предусмотреть циклический режим работы, направленный на поддержание рабочего напряжения на выходном накопителе электрической схемы.

Для управления испытательным стендом было разработано ПО с реализацией графического интерфейса пользователя.

Функции входящие в состав ПО:

- запуск и остановка преобразования напряжения;
- установка напряжения запуска генерации; в окне программы задается напряжение, определяющее порог включения импульсного преобразователя;
- установка частоты импульсного преобразователя;
- отображение напряжения на выходе ступеней повышения в виде графика;
- отображение значения тока на выходе схемы в числовом виде и в виде графика в окне программы.

Вид рабочего окна программы представлен на рис. 1.

В левом верхнем углу окна отображается индикатор подключения к испытательному стенду. В левой верхней части также расположено окно для ввода значения порогового напряжения переключения между маломощными источниками питания. Под обозначениями ступеней находятся окно, отображающее напряжение в данной точке, окно ввода периодичности импульсов и окно ввода частоты.

Ниже расположена кнопка запуска преобразования данной ступени, с установленной пользователем, частотой.

В нижнем поле в виде графика отображаются напряжения на контролируемых участках, или ток на выходе, в зависимости от выбранного пользователем режима отображения.

Над правым верхним углом графика расположена кнопка сохранения данных. Данные сохраняются в файл формата .txt, расположенного в директории ярлыка программы.

Графический интерфейс программного обеспечения предназначен для контроля и управления ключевыми параметрами работы источников питания слабой мощности. Графический интерфейс позволяет задавать параметры преобразования и управлять порядком переключения источников, обеспечивает измерение напряжения в ключевых точках схемы преобразования и дальнейшее отображение измеренных значений на экране ПК.

Пример реализации приведен на Рис. 1.



Рис. 1. Программное обеспечение испытательного стенда для слаботочных источников питания

Испытания проводились на рабочей станции со следующей конфигурацией: ОС: MS Windows 10 x32/x64; RAM: 2048 Mb; HDD: 80Gb. Кроме ПК в ходе проведения испытаний использовался блок питания 5В, мультиметр, осциллограф, вольтметр цифровой.

В качестве нагрузки использовалось маломощное устройство, светодиод со свечением красного цвета, позволяющее визуально оценить работоспособность системы.

При запуске ступеней преобразования на осциллограммах затворов наблюдаются прямоугольные импульсы. На осциллограммах, снятых с накопителей энергии наблюдается медленный рост напряжения. Отсутствует влияние опорного напряжения от внешнего источника питания на значения тока и напряжения на выходе источника питания.

При проведении испытаний все заявленные характеристики испытательного стенда для испытания образцов маломощного источника питания показали удовлетворительные результаты. Это дает основания считать использование предложенного и реализованного решения подходящим для его использования при работе с бетавольтаическими источниками питания для проведения экспериментальных исследований по режимам работы.

Литература

1. Антонович П.И., Захаров А.А., Леонов К.Н., Королев Н.В. Автономные источники электропитания устройств интернета вещей для цифровизации отдаленных и малонаселенных районов // Электросвязь, № 1. - 2023. - с. 17 – 25

2. Краснов А.А., Леготин С.А. Достижения в области разработки бетавольтаических источников питания (обзор) // Приборы и техника эксперимента, № 4. – 2020. - с. 5 – 22

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СТОХАСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ В ЗАДАЧЕ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ВЛИЯНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ НА ЭКОЛОГИЮ

Зотеев В.Е., Башкинова Е.В., Ерочкина А.В.

(Самарский государственный технический университет)

Одной из важнейших проблем развития региональной энергосистемы Самарской области является проблема экологической безопасности. Решение этой проблемы невозможно без анализа работы энергетических производств, исследование эффективности использования ресурсов и оценки их влияния на экологию с использованием математических моделей. Поэтому системный анализ функционирования региональной энергосистемы с учетом её вредного воздействия на экологию, разработка направлений повышения экологической эффективности с помощью систем поддержки принятия решений, построенных с использованием методов математического моделирования, является необходимым условием успешного решения проблемы экологической безопасности производственной деятельности энергетических предприятий Самарской области.

Вопросам системного анализа на основе математического моделирования экологической эффективности региональной энергетики уделено внимание в работах [1-4]. В них при описании функционирования энергетической системы, в качестве математических моделей, используются нелинейные функциональные зависимости в форме степенных производственных функций типа Кобба-Дугласа [4]:

$$V_p(t) = AY_s(t)^{\alpha} C(t)^{\beta} K(t)^{\gamma}, \quad (1)$$

где V_p – экологический параметр, описывающий величину валовых выбросов вредных веществ, отходящих от промышленных установок в атмосферу; Y_s – производство суммарной (электрической и тепловой) энергии; C – финансирование экологических мероприятий; K – объем капитальных ресурсов.

Одной из основных задач математического моделирования динамики валовых выбросов вредных веществ является достоверный прогноз величины вредных выбросов для системы поддержки принятия решений финансирования экологических мероприятий. В известных подходах для решения этой задачи [1-4] применяется нелинейная регрессионная модель, построенная на основе производственной функции Кобба-Дугласа (1) и статистических данных, публикуемых в ежегодной отчетности региональных министерств и энергетических компаний. При этом среднеквадратичные оценки параметров трех факторной нелинейной регрессионной модели находятся в предположении выполнения основных предпосылок классического регрессионного анализа (теоремы Гаусса-Маркова), что является необоснованным и грубым допущением.

Используемые для построения математических моделей статистические данные показателей деятельности энергосистемы могут быть рассмотрены как временные ряды с детерминированным трендом, при описании которых применяются стохастические разностные уравнения [5, 6]. В данной работе рассматриваются различные ковариационно-стационарные стохастические модели временного ряда с детерминированным трендом, описывающим изменение величины экологического параметра $V_p(t)$ за период с 2001 по 2017 годы. На основе статистического анализа построенных моделей проведено сравнение точности прогноза величины валовых выбросов вредных веществ на один год вперед. Рассматривались следующие математические модели:

– ковариационно-стационарная стохастическая модель в форме разностного уравнения с полиномиальным трендом второго порядка

$$y_k = \lambda_1 y_{k-1} + \lambda_2 y_{k-2} + \lambda_3 y_{k-3} + \lambda_4 + \lambda_5 t_k + \lambda_6 t_k^2 + \varepsilon_k; \quad (2)$$

– ковариационно-стационарная стохастическая модель в форме разностного уравнения с нелинейным трендом в форме трех факторной степенной функции

$$y_k = \lambda_1 y_{k-1} + \lambda_2 y_{k-2} + A x_{1k}^{\alpha} x_{2k}^{\beta} x_{3k}^{\gamma} + \varepsilon_k; \quad (3)$$

– трех факторная нелинейная регрессионная модель со случайным возмущением, удовлетворяющим предпосылкам классического регрессионного анализа

$$y_k = Ax_{1k}^{\alpha} x_{2k}^{\beta} x_{3k}^{\gamma} + \varepsilon_k; \quad (4)$$

– нелинейная математическая модель в форме разностного уравнения второго порядка с детерминированным трендом в форме трех факторной степенной зависимости, построенная на основе регрессионной модели (4) при описании в ней случайного возмущения ε_k моделью авторегрессии второго порядка: $\varepsilon_k = \lambda_1 \varepsilon_{k-1} + \lambda_2 \varepsilon_{k-2} + v_k$:

$$y_k = \lambda_1 y_{k-1} + \lambda_2 y_{k-2} + \lambda_3 \left(x_{1k}^{\alpha} x_{2k}^{\beta} x_{3k}^{\gamma} - \lambda_1 x_{1,k-1}^{\alpha} x_{2,k-1}^{\beta} x_{3,k-1}^{\gamma} - \lambda_2 x_{1,k-2}^{\alpha} x_{2,k-2}^{\beta} x_{3,k-2}^{\gamma} \right) + v_k; \quad (5)$$

– нелинейная математическая модель в форме разностного уравнения первого порядка с детерминированным трендом в форме трех факторной степенной зависимости, построенная на основе регрессионной модели (4) при описании в ней случайного возмущения ε_k моделью авторегрессии первого порядка: $\varepsilon_k = \lambda_1 \varepsilon_{k-1} + v_k$:

$$y_k = \lambda_1 y_{k-1} + \lambda_2 \left(x_{1k}^{\alpha} x_{2k}^{\beta} x_{3k}^{\gamma} - \lambda_1 x_{1,k-1}^{\alpha} x_{2,k-1}^{\beta} x_{3,k-1}^{\gamma} \right) + v_k. \quad (6)$$

В моделях(2) – (6) переменная y_k описывает величину ежегодных валовых выбросов вредных веществ, x_{1k}, x_{2k}, x_{3k} – ежегодные объемы производства суммарной энергии, финансирования экологических мероприятий и капитальных ресурсов, соответственно. При среднеквадратичном оценивании параметров моделей (3) – (6) применялись известные итерационные методы нелинейного регрессионного анализа [6]. По результатам статистического анализа построенных по данным наблюдений за период с 2001 по 2017 годы математических моделей можно сделать следующие выводы.

Во-первых, в трех факторных регрессионных моделях (4) – (6), построенных на степенных зависимостях (1), значимыми оказываются только параметры A и β, причем значение параметра β отрицательное. Такой результат вполне объясним, и означает, что увеличение финансирования экологических мероприятий приводит к снижению объема ежегодных валовых выбросов вредных веществ, а влияние объемов производства суммарной тепловой и электрической энергий и капитальных ресурсов по сравнению с затратами на экологию незначительно.

Во-вторых, в ходе статистического анализа построенных моделей (4) – (6) установлено, что результаты оценивания (математическое ожидание, среднеквадратическое отклонение) для значимых параметров A и β практически совпадают (в пределах статистической погрешности). Это означает, что применение моделей авторегрессии АР(1) или АР(2) для описания случайного возмущения ε_k в модели (4) заметного положительного результата не дает. Этот вывод подтверждается и тем, что вычисленное значение $dw = 1,69$ статистики

Дарбина-Уотсона также указывает на отсутствие заметной автокорреляции первого порядка в остатках модели (4).

С учетом сделанных выше выводов была рассмотрена двух параметрическая, одно факторная нелинейная регрессионная модель со случайным возмущением, удовлетворяющим предпосылкам классического регрессионного анализа вида

$$y_k = Ax_{2k}^{\beta} + \varepsilon_k . \qquad (7)$$

Результаты вычислений среднеквадратичных оценок параметров моделей (4) и (7) и статистический анализ построенных нелинейных регрессий приведены в таблице.

		A	α	β	γ	$s_{ост}^2$	$\Delta,\%$
Модель (4)	Оценки параметров	0,340	0,415	-0,328	-0,434	0,0062	13%
	Оценка пред. абс. погреш.	42%	не знач.	79%	не знач		
Модель (7)	Оценки параметров	0,351	–	-0,512	–	0,0065	14%
	Оценка пред. абс. погреш.	15%	–	25%	–		

В последнем столбце таблицы представлена в относительных единицах среднеквадратичная мера отклонения $\Delta,\%$ построенной модели от данных наблюдений. Очевидно, что при практически одинаковой адекватности моделей (4) и (7) результатам наблюдений, доверительные интервалы для значимых параметров A и β в относительных единицах для более простой модели (7) в три раза меньше.

Одной из основных задач при разработке системы поддержки принятия решений финансирования экологических мероприятий с использованием математической модели динамики ежегодных валовых выбросов вредных веществ, является достоверность прогноза на последующий год. Для каждой из рассмотренных моделей (2) – (6) проведены численно-аналитические исследования погрешности оценки прогноза на один год вперед. Прогноз строился на основе статистических данных, публикуемых в ежегодной отчетности региональных министерств, на объемах выборки за 12 лет, начиная от 2001 года до 2005 года, таким образом, чтобы прогноз соответственно составлялся на 2013, 2014, 2015, 2016 и 2017 годы. Так как статистические данные на эти года известны, то была вычислена относительная погрешность прогноза на каждый из этих лет. Величина относительной погрешности в зависимости от модели и года, на который сделан прогноз, лежит в диапазоне от 2% до 40%. Наиболее точным оказался прогноз, выполненный по ковариационно-стационарной стохастической модели в форме разностного уравнения с полиномиальным трендом второго порядка (2) – в среднем 9% при минимальном значении 1,8%. Для регрессионной модели (4) эти показатели составляют величину соответственно 21% и 8%.

Максимальная ширина доверительных интервалов, построенных на основе статистического анализа, для предсказанного значения объёма валовых вы-

бросов вредных веществ в относительных к наблюдаемому значению единицах не превышает 40%.

Таким образом, по результатам проведенных численно-аналитических исследований и сравнительного анализа различных математических моделей, описывающих динамику валовых выбросов вредных веществ, можно сделать два основных вывода. Во-первых, при прогнозе величины валовых выбросов вредных веществ на последующий год наиболее предпочтительно использовать ковариационно-стационарную стохастическую модель в форме разностного уравнения с полиномиальным трендом второго порядка. Во-вторых, при анализе влияния различных факторов на объем выпуска экологически вредных веществ следует учитывать результаты статистического анализа построенной модели и на их основе упрощать модель, тем самым повышая точность среднеквадратичных оценок её параметров.

Литература

1. Иванова Д.В., Гаврилова А.А., Салов А.Г. Имитационное моделирование эффективности функционирования макроэкономического объекта по экологическому критерию // Инфокоммуникационные технологии, 2015. Том 13, №2. С. 176-182.

2. Gavrilova A.A., Salov A.G., Ivanova D.V. «A study of economic characteristics of a regional industrial complex by the methods of statistical and model analysis». – Moscow, Nauchnoe Obozrenie Journal, 2015. – Issue No. 15. – p. 327–333.

3. Иванова Д.В., Салов А.Г., Гаврилова А.А. Control algorithms development for manufacturing and economic systems activity // IOP Conference Series: Journal of Physics: Conf. Series – 1111 (2018) 012073, 2018. С. 1-8.

4. Иванова Д.В. Системный анализ и моделирование экологической эффективности региональной энергетики на примере Самарской области // Вест. Сам. гос. тех. ун-та: Сер. Технические науки, 2018. №4(60). С. 6-18.

5. Кашьяп Р.Л., Рао А.Р. Построение динамических стохастических моделей по экспериментальным данным. - М.: Наука, 1983.- 384 с.

6. Зотеев В.Е. Численный метод нелинейного оценивания на основе разностных уравнений // Вест. Сам. гос. тех. ун-та: Сер. Физ.-мат. науки, 2018. Т. 22, № 4. С. 669-701.

РАЗРАБОТКА МОДУЛЕЙ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ РОССИЙСКИЙ ТЕННИСНЫЙ ТУР

Куликов Ф.О., Камальдинова З.Ф.

(Самарский государственный технический университет)

В настоящее время теннис является одним из популярных видов спорта, привлекающим множество участников и зрителей. В связи с этим возникает

необходимость в эффективной информационно-аналитической системе, которая помогала бы спортсменам принимать обоснованные решения относительно участия в турнирах и развития своей игровой карьеры.

Однако, в условиях постоянного прогресса тенниса в России, официальный веб-сайт главной организации, ответственной за проведение турниров и подготовку игроков, не соответствует современным требованиям и явно уступает своим международным аналогам. На сайте присутствует ряд недостатков, которые косвенно препятствуют успешному развитию профессионального тенниса в России.

Поэтому актуальным стоит вопрос разработки веб-приложения в интеграции с информационно-аналитической системой, которое заменит текущий устаревший официальный сайт организации.

Цель данной научной работы заключается в разработке и оптимизации информационно-аналитической системы для спортсменов теннисистов на основе веб-приложения «Российский Теннисный Тур» (РТТ).

Задачи:

1. Разработать модуль математической модели прогноза победы теннисиста в матче.
2. Разработать модуль кластеризации спортсменов с учетом его проживания по регионам.
3. Разработать модуль рекомендации для спортсменов приоритетных турниров.
4. Разработать модуль анализа тепловой карты месторасположение спортсмена на корте в момент удара.

Построение математической модели прогноза победы теннисиста в матче

Модуль математической модели прогноза победы теннисиста в матче реализована формулами (1-2). Впервые модель была опубликована в статье [1].

$$\prod f_i = f_{ste} \cdot f_{count} \cdot f_{div} \cdot f_{per} \cdot f_{dt} \cdot f_{fatigue} \cdot f_{moral} \cdot f_{style} \cdot f_{rating} \quad (1)$$

$$P = \frac{\prod f_i}{\prod f_i + 1} \quad (2)$$

где f_i – факторы модели, которые рассчитываются автоматически в самом веб-приложении (на сервере),

P – вероятность победы в матче.

Факторы модели представлены в таблице 1. Главное условие формулы (1) – значение каждого фактора стремится к единице при равной игре, но может быть меньше или больше единицы в зависимости от преимущества или недостатка теннисиста в данном факторе. По данным более 1500 матчей была проведена оценка точность формулы (2). Точность этой формулы оказалась – 76,7% с учетом рейтинга и 73,8% без него [2].

Таблица 1

Факторы модели и их формулы

Фактор	**Расчет**	**Описание**
f_{ste} =	$\frac{\sum score_i \cdot time_i}{\sum time_i};\ time_i = e^{-100t}$	Эффективность *(score - счет)* в матчах с учетом силы соперников и как давно были матчи *(t – дней)*
f_{count} =	$\frac{1}{1+e^{-\frac{N}{10}}}$	Количество матчей за год *(N)*
f_{div} =	$\frac{n}{\sum unique\_matches_i}$	Приспособленность к технике текущего соперника
f_{per} =	$\frac{\sum score_i \cdot time_i}{\sum time_i};\ time_i = e^{-100t}$	Эффективность матчей против текущего соперника
f_{dt} =	$\sqrt{\frac{{N_{win}}^2}{Max\{N_{max}\} \cdot N_i}}$	Приспособленность к игре в текущее время дня *(N_{win} – число побед в это время дня, N_i – число побед в i-е промежутки времени)*
$f_{fatigue}$ =	$\sum f_{duration} \cdot f_{hours}$	Усталость от предыдущих матчей
f_{moral} =	$\frac{f_{test_{self}}}{f_{test_{enemy}}} \cdot \frac{winrate_{self}}{winrate_{enemy}}$	Моральные качества (концентрация, мотивация, сохранение спокойствия)
f_{style} =	$\frac{k_{style_{self}}}{k_{style_{enemy}}}$	Эффективность стиля игры против текущего соперника
f_{rating} =	$\left(\frac{p_{self}}{p_{enemy}}\right)^{0,25}$	Рейтинг игроков

Модуль кластеризации игроков

Метод кластеризации использует три параметра для определения групп игроков: возраст, рейтинг и количество сыгранных матчей в год. На рисунке 1 представлены кластеры игроков из Самарской области [3].

Кластер 0 (синий) - основная масса игроков, они регулярно играют турниры и имеют какие-то результаты. Эта группа игроков может служить индикатором общего уровня игры в регионе.

Кластер 1 (красный) - включает игроков, которые редко участвуют в турнирах и играют больше для удовольствия.

Кластер 2 (зеленый) - это молодые игроки, которые только начинают свой путь. Этот кластер является индикатором развития уровня игры в регионе.

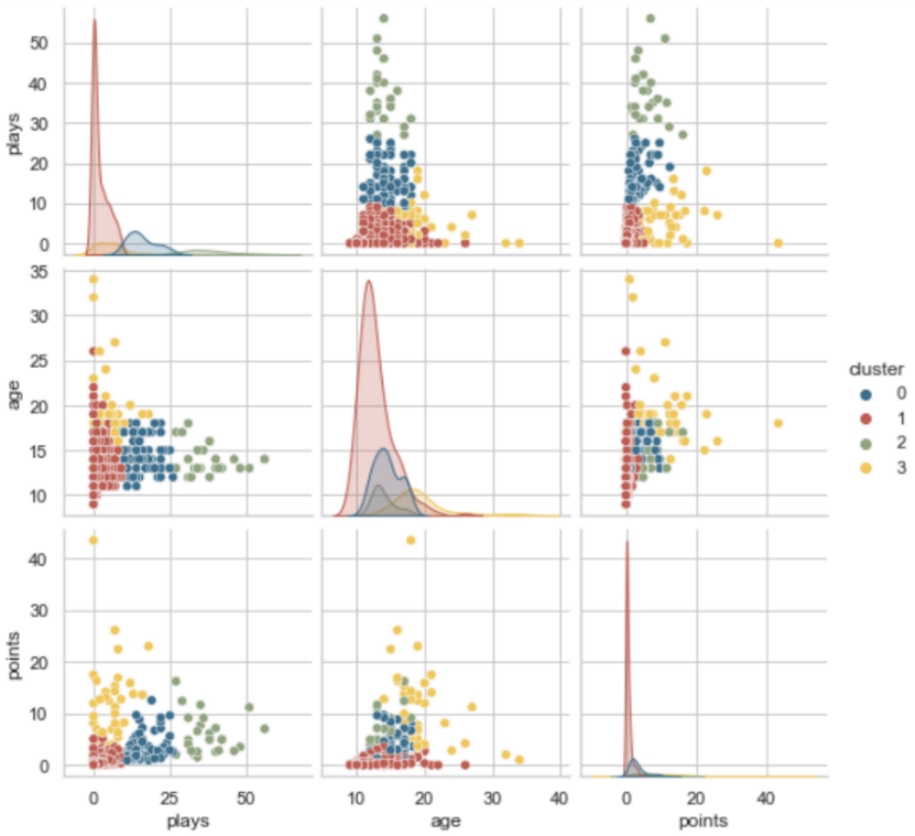


Рис. 1. Кластеризация игроков Самарской области

Кластер 3 (желтый) - включает лучших игроков региона, у которых меньше сыгранных матчей на турнирах в России, но больше на турнирах в других странах, что позволило им заработать много очков рейтинга.

Модуль рекомендации турниров

PTT проводит более 1500 турниров в год, и игроки выбирают в каких турнирах лучше участвовать. Критерии, по которым алгоритм сортирует приоритетность турниров следующие:

- расстояние до города;
- прогнозируемый диапазон очков рейтинга;
- средний рейтинг участников предыдущего турнира;
- процент игроков с незнакомой техникой.

Модуль анализа тепловой карты

Тепловая карта показывает места, в которых игрок чаще всего встречает мяч. Алгоритм должен на основе тепловой карты делать вывод о стилях игры теннисиста.

Большая часть точек должна быть приближена к черным кривым, представленным на слайде.

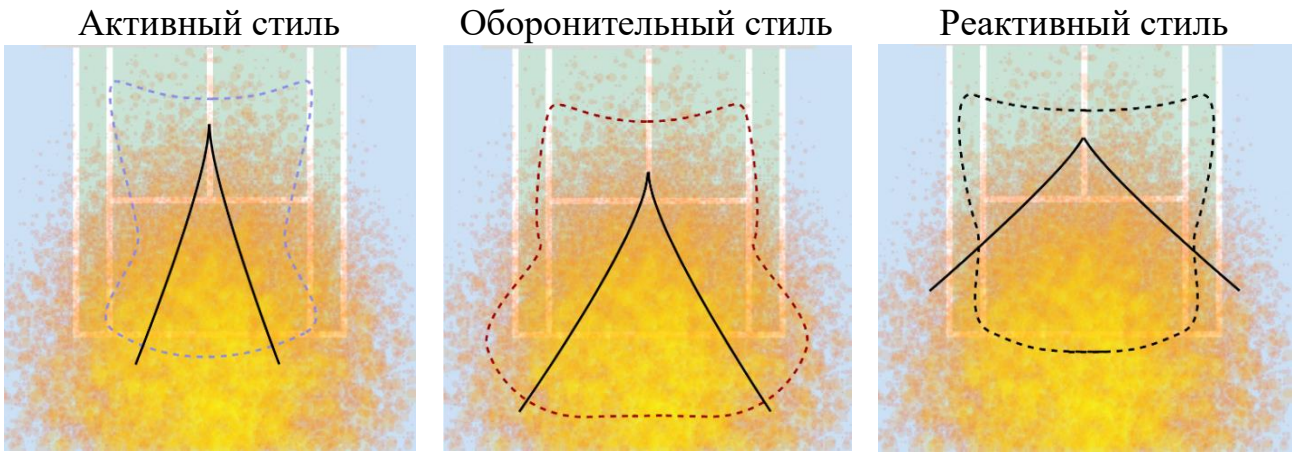


Рис. 2. Кривые стилей игры

Для каждого стиля игры - свои кривые. Приспособленность к стилю рассчитывается по сумме квадратов расстояний от каждой точки до кривой (3).

$$Active = \sum {x_{ai}}^2, Defensive = \sum {x_{di}}^2, Reactive = \sum {x_{ri}}^2 \quad (3)$$

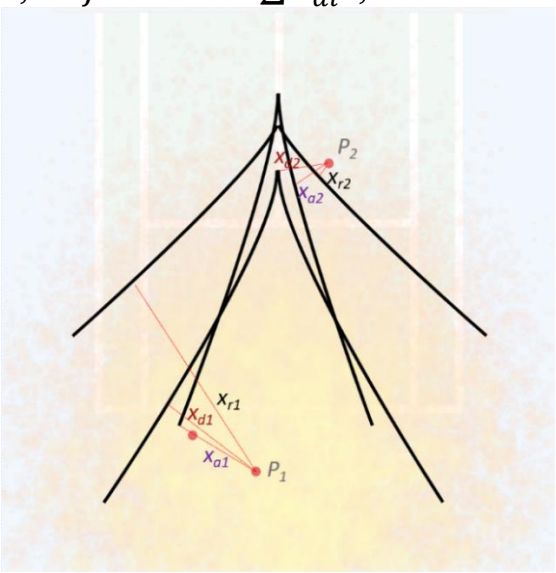


Рис. 3. Расчет приспособленности каждому стилю игры

Заключение

Таким образом информационно-аналитическая система РТТ содержит четыре модуля, которые требуют доработки. Планируется выполнить перерасчет математической модели, расширить объем выборки, добавив турниры за 2022 и 2023 года, и собрать больше данных для кластеризации, включая матчи в других регионах, помимо Самарской области. Модуль рекомендации турниров реализован, а модуль тепловой карты находится в стадии разработки и основан на данных с крупных международных турниров.

Литература

1. Куликов Ф.О., Камальдинова З.Ф. Математическая модель предсказания побед в российском теннисном туре // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2022) [Электронный ресурс]: труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Электрон. текстовые и граф. дан. (12,5 Мбайт). – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2022. – С. 53-57.
2. Куликов Ф.О., Камальдинова З.Ф. Разработка информационно-аналитической системы для организации «Российский Теннисный Тур» с использованием методов машинного обучения // Современные проблемы физико-математических наук [Электронный ресурс]: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (25-26 ноября 2022г., г. Орел). Научное электронное издание под общей редакцией кандидата физико-математических наук, профессора Т.Н. Можаровой. – 2022. – С. 548-554.
3. Sklearn. Кластеризация. [Электронный источник] – URL: https://scikit-learn.org/stable/modules/clustering.html#clustering (дата обращения: 04.04.2023).

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗА ПОЛИТИКА В СРЕДСТВАХ МАССОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

Мирошникова В.А., Чигарина Е.И.

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва)

Взаимоотношения власти и общества всегда являются проблемой достойной внимания. Успешность данных взаимоотношений зависит от отношения населения к власти – которое, в свою очередь, активно подвергается влиянию средств массовой информации, одновременно являясь и объектом его воздействия, и, в некоторой степени, даже его источником.

В отсутствие четкого понимания властью образа политика, транслируемого в СМИ, политику не на что ориентироваться в процессе выстраивания коммуникации с населением, что приводит к снижению уровня доверия к власти, эффективности выявления и решения проблем и удовлетворенности населения властью. Анализ трансформации образа политика в средствах массовой информации поможет определить личностные, профессиональные и поведенческие характеристики, присущие образу политика, что положительно скажется на уровне осведомленности представителей власти об образе политика; кроме того, понимание этого задаст ориентир для выстраивания позитивного имиджа представителя власти.

Образ политика – это система представлений о личных, профессиональных и поведенческих характеристиках политика, а также ожиданий от данного должностного лица (экспектаций) конкретной политической деятельности. [1]

При анализе образов политических лидеров в данной работе используется набор первичных шкал, включающих в себя:

- Личностные характеристики;
- Профессиональные характеристики;
- Ценностные характеристики. [2]

В качестве метода социологического исследования, применяемого для анализа трансформации образа политика в средствах массовой информации, выбран метод контент-анализа. Контент-анализ – это содержательный анализ массивов однородных документов, в частности, публикаций в СМИ, имеющий своим предметом анализ содержания текстовых массивов и продуктов коммуникативной корреспонденции. В отечественной исследовательской традиции контент-анализ определяется как количественный анализ текстов и текстовых массивов с целью последующей содержательной интерпретации выявленных числовых закономерностей. [3]

Целью данной работы является проектирование и реализация автоматизированной информационной системы для анализа трансформации образа политика в средствах массовой информации, что позволит автоматизировать сбор, хранение и обработку необходимой информации. Создание такого программного продукта является актуальной задачей, поскольку систематизация имеющейся информации в базе данных может существенно повысить эффективность контент-анализа как метода социологического исследования и дать возможность следить за характеристиками, являющимися частью текущего образа политика по мнению СМИ. Информационное обеспечение данной системы реализовано в виде базы данных, концептуальная модель которой, учитывающая различные характеристики, входящие в состав образа политика, представлена на рисунке 1.

Так, согласно приведенной выше модели, каждый вид характеристик включает в себя конкретные характеристики с уникальными наименованиями.

Каждая характеристика характеризуется единицами анализа: за единицу анализа может быть принято слово, предложение, тема, идея, автор, персонаж, социальная ситуация, часть текста, объединенная чем-то, что соответствует смыслу категории анализа [3].

Единицы анализа, в свою очередь, содержат в себе конкретные единицы счета, которыми могут быть число определенных слов или их сочетаний, количество строк, печатных знаков, страниц, абзацев, авторских листов, площадь текста, выраженная в физических пространственных величинах, и многое другое [3]. Для каждой единицы счета свойственна своя частота встречаемости, а также выпуски изданий, в которых данная единица встречается.

Средство массовой информации (СМИ) - форма периодического распространения массовой информации под постоянным наименованием (названием) [4].

В данной работе рассматриваются следующие виды СМИ:

– Печатное издание – газета, журнал, альманах, бюллетень, иное издание, имеющее постоянное наименование (название), текущий номер и выходящее в свет не реже одного раза в год. Печатные издания имеют такие атрибуты, как название, тематика и регион распространения [4];
– Сетевое издание: у каждого из них есть название и тематика;
– Периодические аудио- и аудиовизуальные материалы, у которых может присутствовать или не присутствовать визуальный компонент.

Каждое из рассматриваемых изданий выпускается периодически, что позволяет выделить конкретные выпуски, имеющие такие атрибуты, как название и дата выхода.

Кроме того, политик может выполнять следующие функции:

– Управленческая – управление обществом;
– Властная – достижение, удержание и использование власти;
– Представительская – представление политиком интересов людей;
– Перераспределения субъектности – формирование задач и передача обязанностей их выполнить на подчинённых;
– Защитная – защита того, что ценно для людей;
– Плюралистическая – согласование интересов людей с разными мнениями;
– Коммуникативная – обмен информацией с субъектами политики.

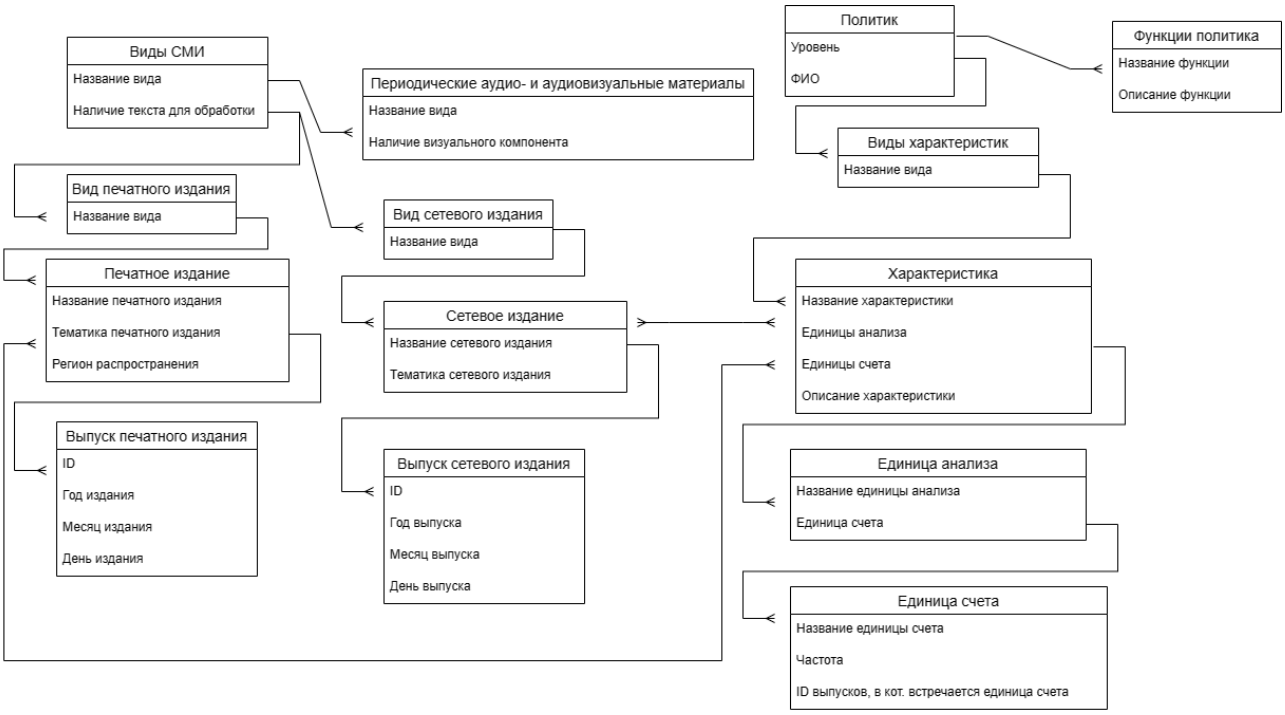


Рис 1. Семантическая модель базы данных АИС «Образ политика в СМИ»

В соответствии с концептуальной схемой базы данных разработана логическая информационная модель в нотации IDEF1X. Используя современные средства генерации базы данных ERWin Data Modeler, разработана физическая схема базы данных.

В процессе работы автоматизированной системы указанные пользователем выпуски СМИ должны загружаться в систему, где каждый выпуск будет отнесен к тому или иному изданию, печатному или сетевому. Затем в тексте выпуска будет осуществляться подсчет единиц счета как ключевых слов и выражений, характерных для той или иной единицы анализа, что, в свою очередь, свойственна той или иной характеристике. Полученная информация будет храниться в системе, позволяя пользователям осуществлять запросы в систему на вывод необходимых отчетов, таких как набор характеристик, описанных в тех или иных СМИ, за необходимый период, или вывод единиц счета, упоминаемых в конкретном издании в связи с конкретной характеристикой. Таким образом, анализ трансформации образа политика в средствах массовой информации силами автоматизированной информационной системы с помощью контент-анализа текстовых данных будет являться эффективной мерой, позволяющей оптимально провести данное исследование.

Литература

1. Казанцева Вера Анатольевна, Лошин Никита Дмитриевич О проблеме определения понятия "Политик" // Вестник ЧелГУ. 2021. №5 (451). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/o-probleme-opredeleniya-ponyatiya-politik
2. Митина, О. В., Петренко, В. Ф. Опыт использования психосемантической методики «Образ политического лидера» для сопоставительных исследований восприятия имиджей политических деятелей / О. В. Митина, В. Ф. Петренко // Ярославский педагогический вестник. – 2018. – №5. – С. 256-269.
3. Пашинян Изабелла Ашотовна Контент-анализ как метод исследования: достоинства и ограничения // Научная периодика: проблемы и решения. 2012. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/kontent-analiz-kak-metod-issledovaniya-dostoinstva-i-ogranicheniya
4. Закон РФ от 27.12.1991 N 2124-1 (ред. от 05.12.2022) "О средствах массовой информации"

ПРИМЕНЕНИЕ ВИНЕРОВСКОЙ ФИЛЬТРАЦИИ С ЦИФРОВОЙ ПРЕДОБРАБОТКОЙ В ЗАДАЧЕ ОБНАРУЖЕНИЯ PSK СИГНАЛОВ

Морозов О.А., Пинегина Н.А.

(Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского)

На данном этапе развития, обработка сигналов с использованием цифровых преобразований все шире используется для решения множества прикладных задач в радиолокации, связи, измерительной технике и медицине. Одной из

наиболее актуальных задач (радио)связи, в частности, с использованием космического сегмента, в настоящее время является определение местоположения источника радиоизлучения в реальном масштабе времени. Для решения данной проблемы необходима информация о взаимной временной задержке (ВВЗ) между принятыми сигналами [1].

Широкое применение в системах радиосвязи находят фазоманипулированные (ФМн, PSK) сигналы, поскольку они способствуют повышению степени помехоустойчивости системы, а также позволяют более эффективно использовать радиодиапазон канала. Традиционно для обработки сигналов данного рода используется тот или иной вид согласованной фильтрации. В качестве исследуемых сигналов рассматривались сигналы вида:

$$s_1(t) = A_1 \sin\big(f(\omega_1, t, \varphi)\big) + n_1(t),$$
$$s_2(t) = A_2 \sin\big(f(\omega_2, t - t_0, \varphi)\big) + n_2(t), \quad (1)$$

где A_1 и A_2 – амплитуды сигналов; $f(\omega, t, \varphi)$ – модулирующая функция, $\omega_2 = \omega_1 + \Delta\omega$, $\Delta\omega$ – доплеровский сдвиг частоты; $n_1(t), n_2(t)$ – аддитивный некоррелированный с сигналом шум. В случае одинаковой структуры исследуемых сигналов ($\Delta\omega = 0$) задача определения ВВЗ сигналов может быть успешно решена с помощью различных методов, основанных на свойствах взаимной корреляционной функции сигналов (ВКФ) [3]:

$$R(\tau) = R_{xx}(\tau - t_0) + R_{n_1 n_2}(\tau), \quad (2)$$

где $R_{xx}(\tau)$ – автокорреляционная функция сигнала $x(t)$, $x(t) = A\sin\big(f(\omega, t, \varphi)\big)$; $R_{n_1 n_2}(\tau)$ – ВКФ шумов. Однако, при изменении параметров одного из принимаемых сигналов, например при изменении частоты заполнения ($\Delta\omega \neq 0$), анализ полученной ВКФ становится невозможным. Для применения традиционных алгоритмов в данном случае необходима компенсация неизвестного частотного сдвига, например с помощью построения взаимной функции неопределенности сигналов [4, 5].

Поскольку, данный способ компенсации является вычислительно трудоемкой задачей [4, 6], для того чтобы избежать компенсации неизвестного частотного сдвига в задаче определения ВВЗ, в работе предлагается использовать алгоритм, в основе которого лежит предварительная цифровая фильтрация и метод минимальной дисперсии Кейпона [7]. Метод основан на замене отсчетов исходного сигнала на отсчеты некоторой функции, зависящей от «мгновенной частоты»:

$$\sigma(t_i) = (r_p^{(i)})^T R_p^{-1} r_p^{(i)}, \quad (3)$$

где R_p – теплицева автокорреляционная матрица наблюдаемого процесса, $r_p^{(i)}$ – автокорреляционная последовательность исследуемого сигнала, вычисляемая по короткой выборке с использованием скользящего окна [3].

При последующей корреляционной обработке последовательностей σ_1 и σ_2, полученных для сигналов s_1 и s_2 соответственно, их ВКФ будет иметь глобальный максимум в точке $\tau = t_0$, соответствующей временной задержке. Характерный вид полученной ВКФ представлен на рис. 2а.

Улучшить вид ВКФ можно, используя фильтр Винера. При его построении ставится задача обнаружения некоторого линейного фильтра, воздействие которого на входной сигнал приведет к формированию сигнала с минимальным среднеквадратичным отклонением от эталонного сигнала.

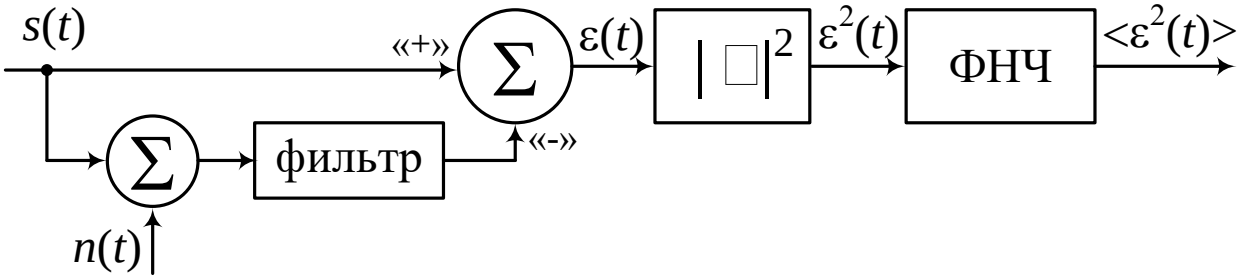


Рис. 4. Схема системы оптимальной обработки сигналов

Частотная характеристика такого фильтра имеет следующий вид:

$$H_B(f) = \frac{P_s(f)\cdot H^*(f)}{|H(f)|^2\cdot P_s(f)+P_n(f)} = \frac{H^*(f)}{|H(f)|^2+\frac{Pn(f)}{P_s(f)}}, \quad (4)$$

где $H(f)$ – преобразование Фурье последовательности $\sigma(t)$; $P_s(f)$ и $P_n(f)$ – спектральные плотности мощности последовательности σ и шума соответственно. Тогда выход оптимального линейного фильтра имеет следующий вид:

$$W(t) = \mathcal{F}^{-1}[H_B(f)\cdot X(f)]. \quad (5)$$

На рис. 2б приведен выход обнаружителя, построенного на основе оптимального линейного фильтра для последовательности $\sigma(t)$ при ОСШ = 20 дБ и частоте Доплера равной 1 кГц.

Эффективность предложенного метода нелинейной цифровой фильтрации при определении временной задержки сигналов с различными шумовыми характеристиками при наличии эффекта Доплера исследована с помощью компьютерного моделирования. Процесс моделирования заключался в построении модели ФМ-сигнала, наложении аддитивного шума и реализации алгоритма определения временной задержки (корреляционным алгоритмом и алгоритмом на основе оптимальной винеровской фильтрации).

Модель ФМ-сигнала характеризовалась следующими параметрами (аналогично [7]): длина выборки эталонного сигнала 1000 отсчётов, длина выборки исследуемого сигнала 2500 отсчётов, несущая частота эталонного сигнала 25 кГц, несущая частота исследуемого сигнала 26 кГц, скорость передачи данных в эталонном и исследуемом каналах 4800 бит/с, частота дискретизации 250 кГц,

временная задержка сигнала исследуемого канала 500 отсчётов. Параметр фильтра p = 7, длина скользящего окна M = 30. На исследуемый сигнал накладывался аддитивный белый гауссов шум, ОСШ в эталонном канале фиксировалось на уровне 10 дБ. Определение задержки проводилось для ОСШ от 15 до −15 дБ. Исследование не выявило существенных различий эффективности алгоритмов определения временной задержки при доплеровском смещении частоты менее 1 кГц. По уровню вероятности правильного определения временной задержки P сигналов равной 0.8 работоспособность алгоритмов сохраняется до –3 дБ. Зависимость вероятности P от уровня аддитивного шума при частоте Доплера равной 30 кГц приведена на рис. 3. Линия 1 соответствует алгоритму на основе винеровской фильтрации, линия 2 – корреляционному алгоритму. Каждая точка на графике является результатом усреднения по 1000 испытаниям. Испытание считалось благоприятным, если временная задержка определилась верно, с точностью до половины длительности бита.

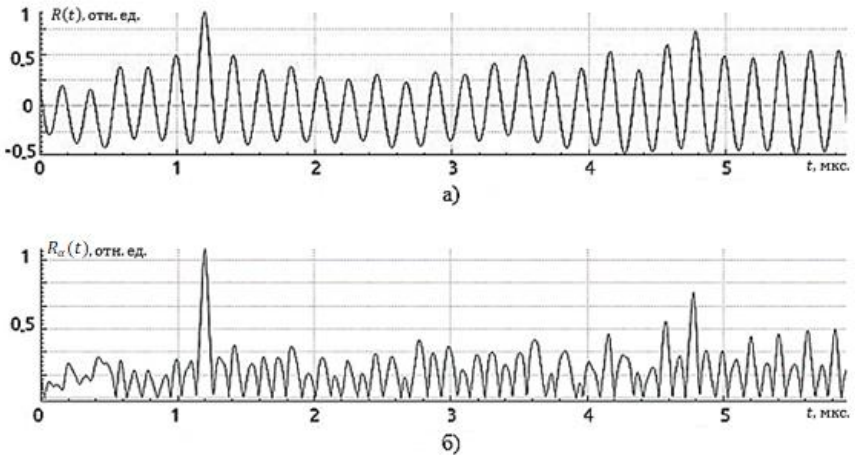


Рис. 5. Характерный вид ВКФ для $\boldsymbol{\sigma(t)}$ (а), выход оптимального линейного фильтра для $\boldsymbol{\sigma(t)}$ (б) при ОСШ = 20 дБ

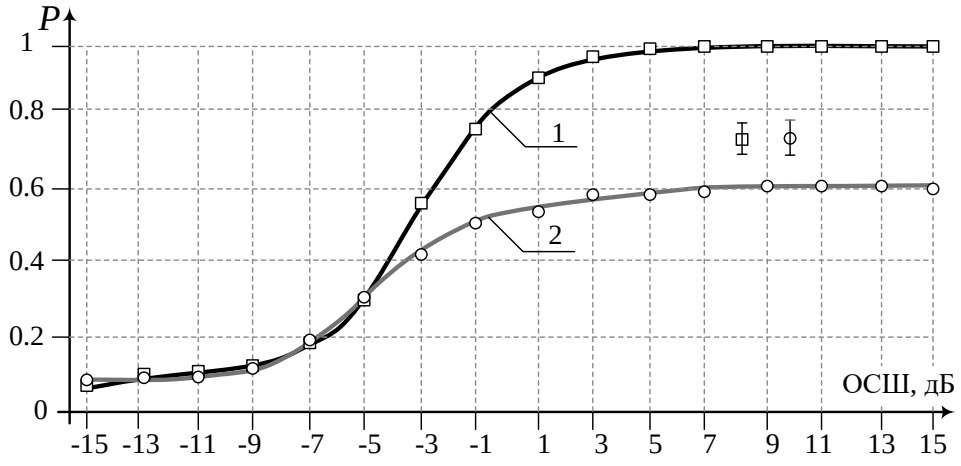


Рис. 6. Зависимость вероятности правильного определения временной задержки сигналов от ОСШ при частоте Доплера: $\boldsymbol{\Delta\omega}$ = 30 кГц

Анализ полученных результатов показывает, что при небольшом значении частоты Доплера корреляционный алгоритм является более эффективным в области низкого ОСШ. Однако, в случае значительного влияния эффекта Доплера, работа алгоритма, использующего винеровскую фильтрацию, является более устойчивой.

Литература

1. Гришин Ю.П., Казаринов Ю.М., Ипатов П.В. Радиотехнические системы: Учеб. для вузов по спец. «Радиотехника». – М.: Высш.шк., 1990. – 496 с.

2. Логинов А.А., Морозов О.А., Солдатов Е.А., Хмелев С.Л. Комбинированная цифровая фильтрация гармонического заполнения фазоманипулированных в задаче определения временной задержки // Известия высших учебных заведений. Радиофизика, 2007. – Т. 50, № 3. – С. 255-264.

3. Морозов О.А., Солдатов Е.А., Фидельман В.Р. Определение временной задержки сигналов методом адаптивной цифровой фильтрации // Автометрия. – 1995, №2. – С. 108-113.

4. Stein S. Algorithms for Ambiguity Function Processing. // IEEE Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing, 1981. – Vol. ASSP-29, No. 3. – Pp. 588-599.

5. Гринь И.В., Ершов Р.А., Морозов О.А. Определение местоположения источника излучения сверхширокополосных систем связи // Системы управления и информационные технологии, 2015. – № 3(61). – С. 18-22.

6. Yatrakis C.L. Computing the cross ambiguity function – a review. Binghamton University, State University of New York, 2005. – 131 p.

7. Логинов А.А., Морозов О.А., Солдатов Е.А., Фидельман В.Р. Алгоритм нелинейной цифровой фильтрации гармонического заполнения фазоманипулированных сигналов // Известия высших учебных заведений. Радиофизика, 2006. – Т. 49, № 8. – С. 704-711.

СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕАКТИВНОГО ДОСТУПА И УПРАВЛЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЯМИ СЛАБОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ДАННЫХ В КЛИЕНТСКИХ ПРИЛОЖЕНИЯХ

Орлов С.П., Новокщенов С.Г.

(Самарский государственный технический университет)

Введение. Авторами рассматривается архитектурный подход и реализация системы обеспечения реактивного доступа при работе с данными, основанный на генерации событий и обеспечении методов оперативного реагирования на эти события в программных модулях, осуществляющих работу с данными. Данный подход является реактивным, так как на любое событие обработки или

изменения данных обеспечивается генерация событий для зависимых от этих данных программных модулей.

Основной целью данной научной работы является предложение комплексного подхода к организации и реализации алгоритмов асинхронной реактивной обработки и визуализации данных на стороне клиента. Клиентом считается система, осуществляющая обработку данных, полученных от сервера, как статического хранилища и источника данных.

Авторами рассматривается работа с данными в клиентских приложениях (КП), осуществляющих обработку и визуализацию данных в режиме реального времени.

Анализ проблемы и обзор существующих решений. Наиболее актуальным является рассмотрение процессов обработки данных в КП. В отличие от серверных решений, где в большинстве реализаций обработка данных (ОД) осуществляется в синхронном режиме в рамках одной сессии, в КП загрузка и ОД осуществляется в асинхронном режиме. Это объясняется тем, что асинхронность при работе клиента необходима, чтобы избежать блокировок пользовательского интерфейса во время выполнения длительных операций загрузки и ОД.

При анализе существующих решений было отмечено, что основные разработки в этой сфере связаны с управлением данными о состоянии приложения, его пользовательского интерфейса и режимов работы приложения. Данные состояния КП являются данными, формируемыми в процессе работы приложения, а также как результат взаимодействия приложения с оператором. С другой стороны, данные, получаемые со стороны сервера, над которыми приложение осуществляет действия обработки, визуализации, изменения и сохранения (внешние данные, ВД), являются объектом исследования в рамках данной работы.

Запрос ВД приложением осуществляется посредством асинхронных запросов к серверу на основе RESTFul API посредством механизмов AJAX или fetch. Каждый из перечисленных стандартов клиент-серверного взаимодействия осуществляет непосредственно функцию обмена данными, работая в асинхронном режиме.

ВД авторами рассматриваются как слабоструктурированные, так как подход, предлагаемый в данной работе предполагает работу с любыми типами и структурами данных.

В ходе исследования существующих подходов [1-6], алгоритмов, документаций к пакетам ПО, исходных кодов проектов действующих ИС, а также в ходе проектирования и разработки ИС были выявлены и определены основные проблемы, возникающие при работе с ВД в КП, которые выражаются в следующем:

1. КП может загружать данные фрагментами в силу ограничения на использование памяти, реализуя интерфейсы постраничного доступа к данным. Данные не доступны для полной потоковой ОД и требуется загрузка блока данных для следующей итерации ОД. В существующих реализациях отслеживание

состояния по загруженным блокам данных реализуется с привязкой к используемым в данный момент моделями данных и зависит от конкретной используемой в данный момент модели.

2. Запрос ВД осуществляется в компонентах каждый раз по мере активации (отрисовки) компонента при определенных состояниях приложения. Использование кэша в данной ситуации, как правило, не решается, так как регулярное обращение к серверу решает задачу актуализации данных.

3. Отсутствие универсальных алгоритмов кэширования слабоструктурированных данных. Как правило, формирование идентификаторов блока данных, помещаемых в кэш осуществляется на основе объекта *payload*, содержащим декларативное описание запроса к серверу. Из объекта payload формируется хэш и используется как идентификатор блока ВД, соответствующий данному payload. Главным недостатком такого подхода является дублирование элементов данных набора для разных payload. Другим недостатком является то, что кэшированные таким образом данные не являются целостным набором данных, что приводит к дополнительным запросам к серверу, хотя данные могут находиться в кэше.

4. Отсутствие возможности построения карты зависимостей блоков ВД, а также отсутствие возможности построения карты отношений сущностей и объектов в моделях данных. Каждый компонент КП работает изолировано от других компонентов, что подтверждается архитектурным подходом реактивных КП о переиспользовании компонентов [5,6].

5. Отсутствие конкурентных режимов загрузки данных. Каждый компонент формирует запрос к серверу при изменении состояния приложения или получения события и осуществляет загрузку ВД: запросы отправляются на один и тот же метод API, но с разным payload.

6. На основании п.5 отсутствие базовой возможности отслеживания событий изменения данных на сервер и формирования реакции, выражающейся в отправке запроса на получение обновленных данных или недостаточных данных. В ряде случаев после обновления данных на сервере в КП данные остаются в неактуальном состоянии.

7. Отсутствие конкурентных режимов записи данных. Реагируя на изменение состояния КП, компоненты КП могут отправлять независимо друг от друга запросы на сохранение данных, иногда дублирующие друг друга.

8. Реализация глобальной стратегии клиент-серверного взаимодействия на базе глобального состояния КП перегружает объект состояния и может приводить к замедлению работы приложения.

9. Отсутствие возможности использования других механизмов получения данных, отличных от AJAX или fetch, например механизмов, реализующих локальные методы и алгоритмы ОД. Имеется в виду использование однотипных интерфейсов загрузки данных внутри компонента, но реализующих процессы локальной ОД с предоставлением результатов как результат загрузки данных.

10. Сложность реализации предварительной ОД (ПОД). В ряде случаев возникает необходимость ПОД, что чаще всего, реализуется непосредственно

во время процесса визуализации или сохранения данных, что существенно замедляет работу компонентов КП.

Представленные выше проблемы приводят к ряду ошибок при проектировании и эксплуатации приложений ОД, выражающиеся в избыточном использовании памяти клиента, ошибок при формировании пакетов данных и формировании избыточной нагрузки на сервер. В сложных приложениях, работающих с ВД, проблемы решаются частными решениями, реализация которых не является универсальной и зависит от модели данных конкретного приложения. Кроме этого, отсутствие универсального решения приводит к необходимости разработки алгоритмов клиент-серверного взаимодействия для каждого отдельного КП.

Существуют комплексные решения для реализации реактивных систем ОД, однако эти решения относятся к серверным, например, пакет Spring [7].

Постановка задачи. Для обеспечения реактивной работы с ВД в КП необходимо определить следующие требования к системе:

1. ВД в КП должны представлять возможность работы с данными как с целостными наборами данных. Компоненты КП воспринимают объект доступа к данным (ОДД) как хранилище с полным набором элементов, независимо от того, сколько элементов фактически находится в объекте. ОДД должны предоставлять единый интерфейс доступа, независимо от структуры элемента набора данных (НД).

2. ВД в КП должны быть всегда в актуальном состоянии. Любой факт изменения данных должен обеспечивать актуализацию зависимых НД и обновление компонентов реактивного КП, использующих зависимые НД.

3. Актуализация ВД является задачей соответствующего ОДД, внешнего по отношению к компоненту КП. Компонент должен получать необходимый НД от ОДД.

4. Реализация механизмов оперативного реагирования на изменения состояния данных. Объект содержащий описание состояния данных должен быть реализован как отдельный НД относительно объекта состояния КП. Объект состояния описывает все состояния всех НД, используемых в КП. На основе состояния в реальном времени должны выявляться конкурентные режимы загрузки, обработки и сохранения данных, а также выявляться зависимые НД и компоненты, работающие с этими данными.

5. Система кэширования является компонентом объекта хранения данных (ОХД), что обеспечивает зависимое от структуры данных кэширование.

6. Система управления использованием памяти с адаптивной системой выгрузки неиспользуемых данных и генерации запросов восстановления выгруженных данных в случае необходимости. Под адаптивностью понимается процесс выявления НД, обращение к которым не производится.

Основой обеспечения реактивности при работе с системой является шина событий, состояние ОДД, в том числе с описанием зависимостей компонентов КП от данных и взаимных зависимостей моделей данных, и системы наблюдения за изменениями в данных.

Реализация и тестовая эксплуатация. Авторами предлагается структура системы, представленная на рисунке 1. Главными компонентами системы являются модули *Dataset* - ОДД и *dataPersister* - модуль обновления данных. Входными данными для этих модулей являются:

1. Для Dataset - объект с декларативным описанием (ДО) источника данных (*dataSource*): адрес сервера и драйвер соединения, драйвер кэширования и перечень промежуточного ПО для пред- и пост-обработки полученных данных.

2. Для dataPersister - объект с ДО приемника данных (persistingServer): адрес и драйвер соединения, перечень зависимостей (ОДД, данные в которых будут считаться неактуальными после обновления) с соответствующим каждому ОДД компаратором интерфейса модели данных, перечень промежуточного ПО для пред- и пост-обработки записываемых данных.

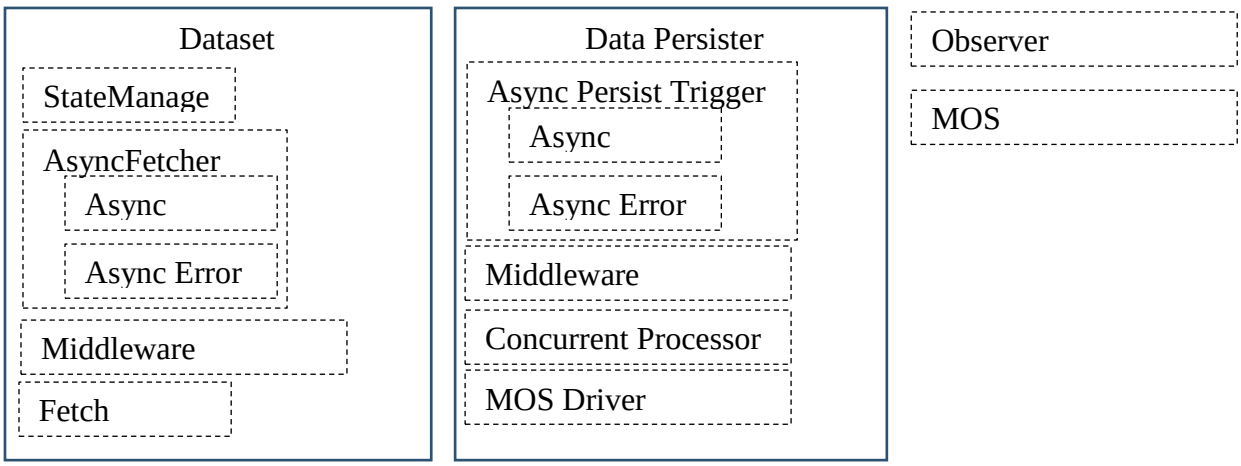


Рис.1. Структурная схема системы

Модуль Dataset является ОДД, при инициализации которого используется dataSource. При инициализации внутри компонента КП Dataset осуществляет подписку компонента как зависимость в модуле Observer и осуществляет первичный запрос данных, необходимых компоненту для работы. Компонент получает информацию о состоянии Dataset, на основании которого осуществляет процесс использования данных. Состояние описывается режимами: «Простой», «Загрузка», «Данные получены», «Ошибка». Кроме этого, Dataset записывает в состояние компонента триггер перезапуска / перерисовки компонента, позволяющий реактивно обновлять отображение данных внутри компонента при изменении состояния. Процесс загрузки данных в Dataset осуществляется в модуле AsyncFetcher, который при начале загрузки проверяет наличие запрашиваемых данных в кэше dataSource. При наличии данных в кэше запрос на сервер не отправляется и возвращается состояние «Данные получены». Если данные в кэше доступны не в полном объеме от запрашиваемых, происходит изменение запроса payload на запрос недостаточных данных и запрос отправляется на сервер. Этот механизм позволяет не запрашивать данные, которые уже загружены. Также AsyncFetcher проверяет наличие в очереди загрузки действующих запросов с тем же dataSet. Если запросы в очереди есть, то включается конкурентный режим, суть которого заключается в проверке, какие именно данные запрашиваются, производится корректировка текущего запроса в случае необходимости

и текущий запрос добавляется в очередь к уже действующим запросам для ожидания данных. Модифицированный запрос отправляется на сервер, если данные конкурентных запросов не пересекаются, в противном случае текущий запрос получит результат ответа сервера от ранее отправленных запросов при их получении. Таким образом не происходит множественный запрос одинаковых данных с сервера.

Перед отправкой запроса, а также перед изменением состояния на «Данные загружены» осуществляется запуск пред- и пост- обработчиков данных в модуле Middleware Processor, который запускает все декларированные в dataSource обработчики в режиме последовательного связанного списка. Таким образом происходит на этапе пред-обработки подготовленный запрос к серверу, а при получении ответа сервера пост-обработка и подготовка данных к использованию в компонентах.

После получения данных от сервера и после процесса пост-обработки данные поступают через драйвер кэширования dataSource в кэш. Поскольку системой кэширования управляет соответствующий dataSource данные кэшируются и обрабатываются в кэше с привязкой к структуре данных. Универсальность подхода заключается в том, что каждый dataSource имеет свой собственный драйвер обработки данных кэша и «знает» как с этими данными правильно работать.

Работа модуля Data Persister схожа с работой Dataset в части подготовки и отправки запроса к серверу, однако главным механизмом является механизм обновления всех зависимых Dataset на основании факта именения данных. Обновление данных в Dataset осуществляет модуль MOS Driver, которые на основании декларированного в конфигурации списка зависимостей осуществляет рассылку события изменения данных. Все модули Dataset начинают загрузку обновленных данных по описанному выше алгоритму, вызывая реактивное обновление компонентов, использующих данные из обновляемых Dataset.

Тестовая эксплуатация системы реактивного доступа и управления изменениями слабоструктурированных данных осуществлялась в системе тестирования обучающихся (СТО), которая имеет сложную организацию данных как в режиме проектирования тестовых заданий, так и в режиме тестирования. Во время разработки СТО было осуществлено описание моделей данных (dataSource) и разработаны компоненты КП, использующие данные. Опыт разработки СТО показал, что время потраченное на разработку и тестирование приложения было существенно ниже, чем при использовании классических подходов реактивного доступа к данным, при этом КП формировало оптимизированную очередь запросов к серверу, получая и обрабатывая данные в реактивном режиме на основе состояния данных.

Заключение. Авторами предложена система обеспечения реактивного доступа и управления изменениями слабоструктурированных данных в клиентских приложениях, рассмотрены основные проблемы в реализации аналогичных подходов в существующих решениях.

Программная реализация предложенного подхода разработана в 2023 году в составе приложений для образовательного процесса Самарского государственного технического университета, успешно протестирована и готова к эксплуатации. Тестовая эксплуатация системы показала, что подход, предложенный авторами позволяет создавать реактивные системы управления слабоструктурированными данными и предоставления доступа к ним в режиме реального времени.

Литература

1. Глод О.Д., Чекулаев А.А.. Разработка веб - приложения с использованием Spring Framework и jQuery / Инженерный вестник Дона. 2018. № 4 (51). С. 133.

2. Гладун Ф.М. Реактивное программирование и микросервисы: описание методов использования реактивного программирования в архитектуре микросервисов и подробный анализ их эффективности / Экономические науки. 2023. №219. С. 163-164.

3. Горбушин В.А., Самойлов Н.К. Особенности применения технологий в области реактивного программирования / Труды молодых ученых факультета компьютерных наук ВГУ. 2022. Том Выпуск 2. Воронеж, 2022. С. 42-48.

4. Буткина А.А., Шамаев А.В. Применение реактивного подхода при проектировании и разработке событийно-ориентированных программных систем / В сборнике: XLIX Огарёвские чтения. Материалы научной конференции : в 3 частях. 2021. С. 672-679.

5. ReactJs. Официальная документация [Интернет ресурс]. URL: https://reactjs.org/

6. AngularJs. Официальная документация [Интернет ресурс]. URL: https://angdev.ru/

7. Spring Framework Documentation URL: docs.spring.io/spring/docs/current/spring-framework-reference/

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ПЛАНОМ, ОБОРУДОВАНИЕМ И ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРОЙ ПРЕДПРИЯТИЯ

Павленко В.Д., Зеленко Л.С.

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева)

Крупные современные предприятия имеют сложную инфраструктуру, реализуют сложные технологические процессы и задействуют большое количество оборудования. Грамотные запуск и управление такими предприятиями требуют предварительного анализа деятельности на более бюджетной и без-

опасной модели. Хорошей практикой разработки такой модели является использование имитационного моделирования для разработки информационного двойника производства на основании реальных данных. Актуальность задачи построения имитационной модели производства обосновывается постоянной потребностью в планировании и оптимизации производства [1].

К числу таких предприятий относится акционерное общество (АО) «Трансмашхолдинг», которое занимается производством электровозов. Для оптимизации работы производства появилась необходимость разработки системы имитационного моделирования работы данного предприятия, с помощью которой можно было бы определить оптимальные параметры по комплектации оборудования, по составлению производственного плана, позволяющего максимально эффективно использовать оборудование предприятия. Для функционирования данной системы имитационного моделирования необходима информационная система, которая должна подготавливать данные для управления производственным планом, оборудованием и организационной структурой предприятия.

Для предприятий «Трансмашхолдинга» производственный план – это список двигателекомплектов и изделий, которые нужно изготовить за указанный промежуток времени. Такой план обычно имеет месячную грануляцию. Затем он размечается подневно инженерами-технологами [2]. Двигателекомплект – это конечное изделие, включающее в свой состав другие изделия (комплектующие), например, корпус, втулку, гильзу, сердечник и т.п.

Частью работы с производственным планом является задание незавершенного производства (НЗП) или начального состояния оборудования. Начальное состояние описывает загрузку оборудования изделиями на момент запуска симуляции для наиболее приближенного к реальным условиям моделирования [3]. По производственному плану и начальному состоянию будет формироваться таблица запуска – список изделий с указанием времени запуска в цех и прочих атрибутов (номер партии, ожидаемое время изготовления).

На рисунке 1 представлена экранная форма для работы с производственным планом.

На рисунке 2 представлена экранная форма для задания начального состояния.

Производственное предприятие на своей территории имеет один или несколько цехов – строений, внутри которых ведутся промышленные работы. Для эффективного использования пространства, оптимизации передвижения сотрудников и транспортировки изделий цех может быть разделен на пролеты – рабочие участки, разделенные по виду деятельности или близости к области складирования. Совокупность цехов и входящих в них пролетов называется организационной структурой предприятия. Пролеты цеха могут быть составными – включать в себя другие пролеты. В пролете цеха располагается оборудование, на котором один или несколько сотрудников могут выполнять работы по изготовлению изделий [4].

На рисунке 3 представлена экранная форма для работы с организационной структурой предприятия.

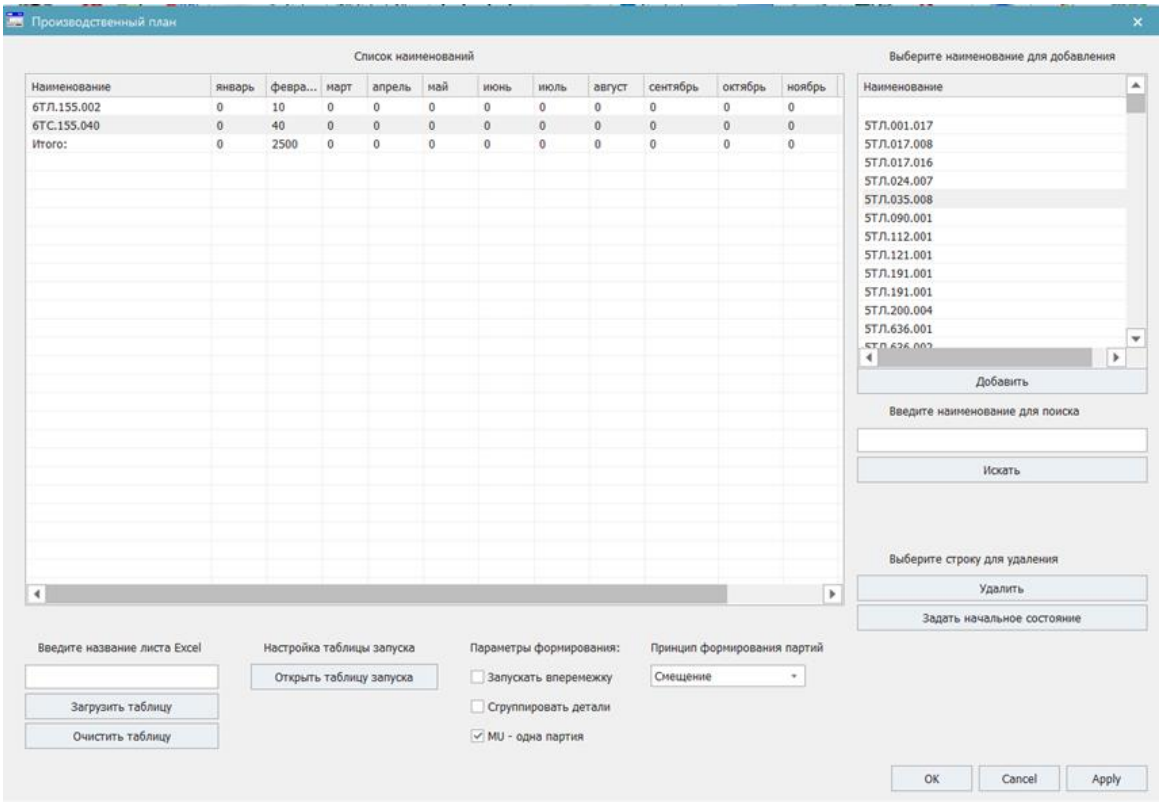


Рис. 1. Экранная форма для работы с производственным планом

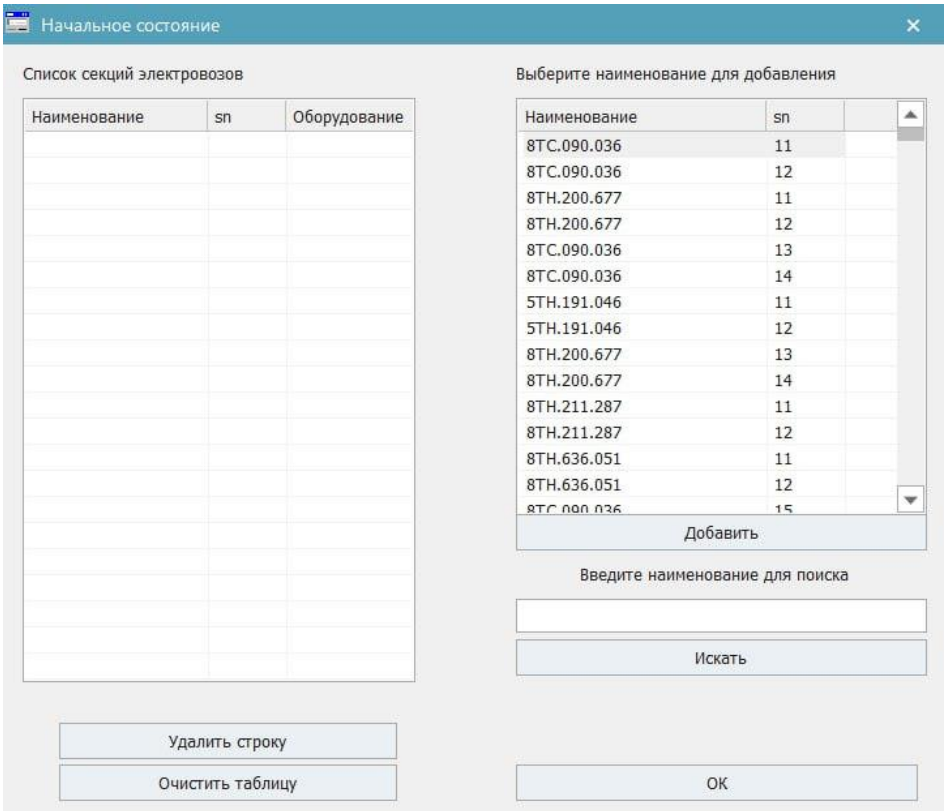


Рис. 2. Экранная форма для задания начального состояния

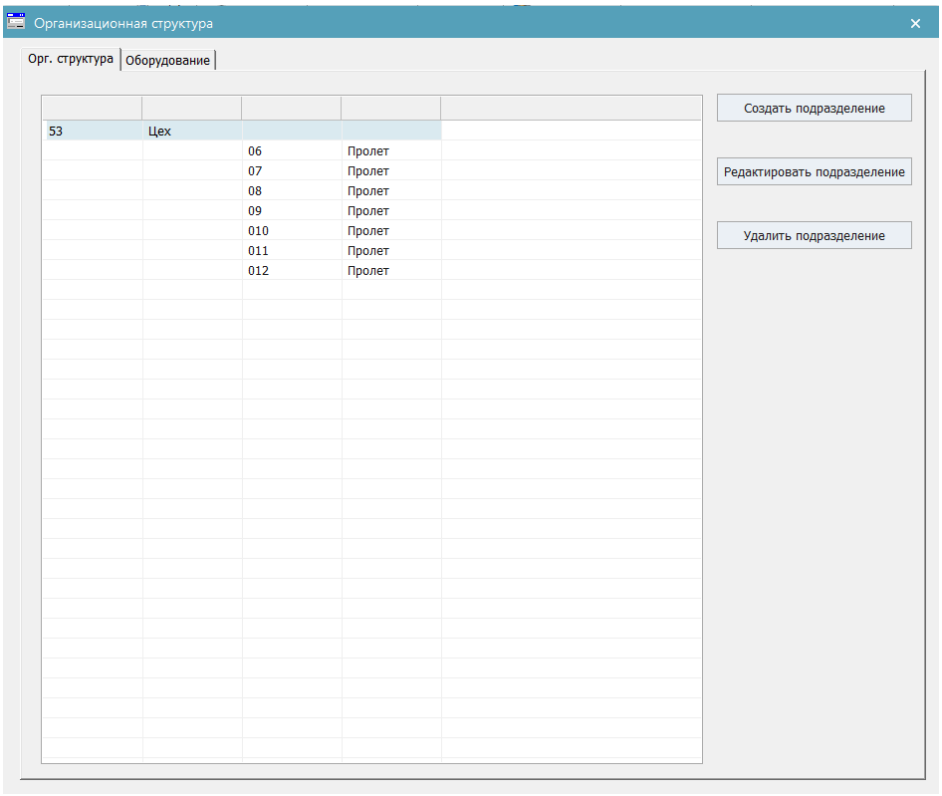


Рис. 3. Экранная форма для работы с организационной структурой

Промышленное оборудование – это оборудование, которое предназначено для выполнения технологических операций, необходимых для получения изделий требуемой точности и качества.

На рисунке 4 представлена экранная форма для работы с оборудованием.

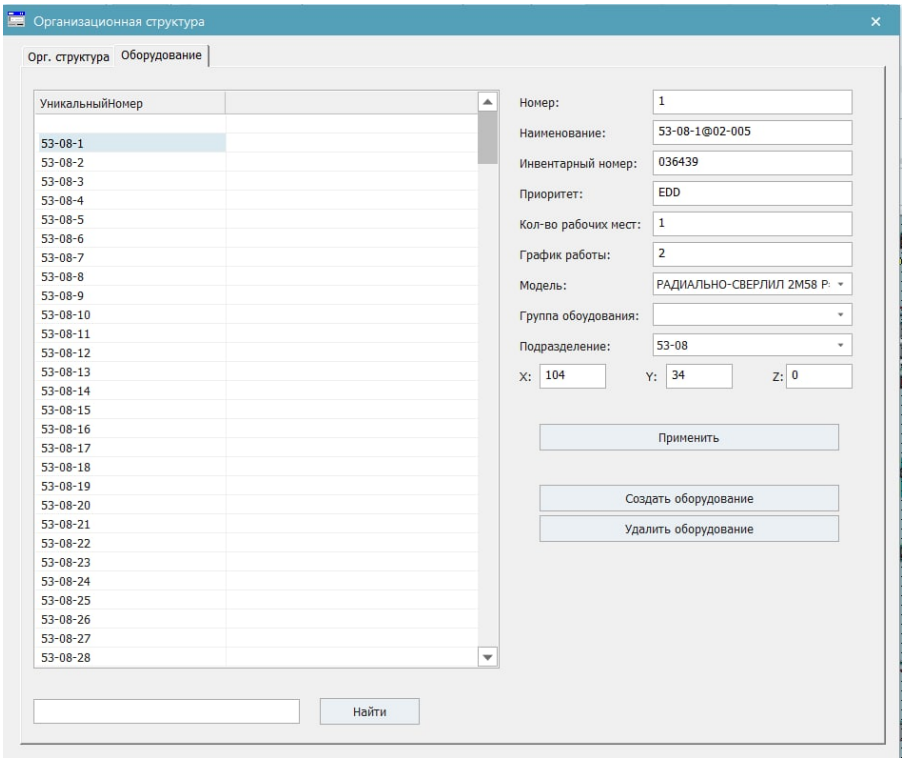


Рис. 4. Экранная форма для работы с оборудованием

Основная классификация промышленного оборудования по функциональной направленности [5]:

1 оборудование для транспортировки;
2 оборудование-двигатель;
3 обрабатывающее оборудования (станок).

Оборудование, рассматриваемое в разрабатываемой информационной системе и системе имитационного моделирования, относится к обрабатывающему оборудованию.

Система имитационного моделирования и входящая в нее информационная система разработаны в среде Plant Simulation. Все данные, необходимые для работы информационной системы, хранятся в базе данных под управлением СУБД SQLite.

Литература

1 Петрова Е.С. Имитационное моделирование бизнес-процессов предприятия: информационное обеспечение, современное состояние и перспективы развития // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. Пенза: Пензенский государственный университет, 2017. 12 с.

2 Подготовка производственного плана [Электронный ресурс]. URL: https://taler.by/article-production-plan.html (дата обращения: 13.05.2023).

3 Незавершенное производство (НЗП) [Электронный ресурс]. URL: https://www.moedelo.org/club/terms/nezavershennoe-proizvodstvo (дата обращения: 13.05.2023).

4 Типовые организационные структуры предприятий [Электронный ресурс]. URL: https://fondeco.ru/tipovye-organizacionnye-struktury-predpriyatii/ (дата обращения: 13.05.2023).

5 Классификация промышленного оборудования [Электронный ресурс]. URL: https://www.spdt.ru/articles/klassifikatsiya-promyshlennogo-oborudovaniya/ (дата обращения: 13.05.2023).

РАДИОЛОКАЦИЯ В СОВРЕМЕННОЙ АВИАЦИИ

[1]Пащенко Д.В., [2]Мерзляков Ю.В.

(1 Пензенский государственный технологический университет,
АО «ППО ЭВТ им. В.А. Ревунова», г. Пенза)

С самого своего появления радиолокация была направлена преимущественно на решение военных проблем. Однако сегодня она – неотъемлемая часть нашей повседневной жизни, без которой человек не может обойтись. Радиолокация находит применение в таких областях, как мобильная связь, авиация, медицина и многие другие.

В современной авиации радиолокация играет ведущую роль среди ключевых технологий. Ее применение распространяется на обнаружение, идентификацию и трекинг объектов в воздушном пространстве. В настоящее время воздушное сообщение не может обойтись без широкого спектра радаров и систем. Бортовая радиолокационная станция (БРЛС) в авиации играет ключевую роль и является неотъемлемым компонентом современного бортового радиоэлектронного оборудования (БРЭО) воздушных судов и представляет собой комплексное БРЭО, разработанное с целью обнаружения и отслеживания объектов воздушного, морского и наземного происхождения с применением радиолокационного метода. Она также предназначена для определения расстояния до этих объектов, оценки их размеров и вычисления параметров движения.

Авиационные БРЛС (рисунок 1) ставят перед собой высокие требования к тактико-техническим характеристикам, при этом стремясь к минимальному весу и компактным габаритам. Они должны обеспечивать надежную работу в условиях экстремальных изменений атмосферного давления, температуры и сильных ускорений. Кроме того, конструкция этих систем характеризуется высокой степенью технической сложности, плотным расположением компонентов и высокой стоимостью.



Рис. 1. БРЛС-8Б «Заслон»

В начале 20-го века была открыта радиолокация, которая изменила мир. Вначале она нашла свое применение в обнаружении кораблей на море и самолетов в воздухе. Однако во время Второй мировой войны радиолокация стала ключевой технологией, широко используемой в военных операциях. После войны радиолокация стала фундаментом для разработки новых технологий, таких как системы автоматической посадки и автоматической дорожной разметки. Сегодня радиолокация широко применяется в авиации для обеспечения безопасности полетов и оптимизации авиационных операций. Из-за высокой конфиденциальности информации о последних достижениях в области авиационных радиолокационных систем (РЛС), в конкурирующих странах эта тематика обычно разрабатывается независимо друг от друга. Это связано с тем, что сведения о новейших авиационных РЛС всегда считались особо секретными.

Исходя из доступной открытой информации, можно выделить основные типы бортовых радиолокационных станций (БРЛС):

1. Станции предупреждения об облучении: эти БРЭО специально разработаны для обнаружения радиолокационного излучения, генерируемого системами других типов. Они осуществляют пассивную радиолокацию для обнаружения и предупреждения о потенциальных угрозах.
2. РЛС заднего обзора и радиолокационные прицелы: эти системы предназначены для обзора задней полусферы и наведения оружия при стрельбе из пушечной установки в условиях ограниченной видимости, таких как ночь или облачность.
3. РЛС бокового обзора: эти системы устанавливаются на разведывательные самолеты, самолеты дальнего радиолокационного обнаружения и самолеты мониторинга земной поверхности. Они обеспечивают боковой обзор и мониторинг радиолокационных объектов на значительном расстоянии от них.
4. РЛС поиска надводных целей: эти системы предназначены для обнаружения и отслеживания надводных объектов, а также для определения местоположения радиогидробуев (РГБ) и радиомаяков. Они осуществляют обзор водной и земной поверхности, обеспечивая информацию о вражеских судах и преградах на море.
5. Радиолокационные навигационно-прицельные комплексы: это комплексы радиоэлектронных устройств, взаимосвязанных друг с другом, которые предназначены для выполнения различных задач в области радионавигации и боевого применения. Они обеспечивают навигационную поддержку и прицеливание на воздушные или наземные цели, предоставляя точные данные для выполнения тактических операций.

Каждый из этих типов БРЛС выполняет свою специфическую функцию и применяется в зависимости от потребностей и задач конкретных военных или гражданских приложений.

Широкий спектр задач находит свое решение благодаря применению радиолокации. В числе них применение в управлении воздушным и морским движением, системах противовоздушной обороны, обеспечении безопасности транспортных средств и прогнозировании погодных явлений. Необходимо отметить, что радиолокация позволяет эффективно поражать наземные и воздушные цели в любое время суток и в любых погодных условиях. Таким образом, радиолокация представляет собой область научных исследований, которая не только расширяет наши знания о мире, но и находит применение в широком спектре практических задач, повышая безопасность и эффективность многих областей нашей жизни.

Первые упоминания о потенциальном использовании радиоволн для обнаружения объектов появились во второй половине XIX века. В 1897 году российский изобретатель А.С. Попов, проводя эксперименты по беспроводной телеграфии на открытом море, обнаружил эффект отражения радиоволн, что стало зарождением радиолокации в России.

Радиолокация основывается на физических принципах, позволяющих обнаруживать объекты и определять их координаты и параметры движения с помощью радиоволн. РЛС являются мощным инструментом, использующим радиоволны – электромагнитные колебания с широким диапазоном частот от 3 кГц до 300 ГГц. Это придает им существенные преимущества перед другими системами локации, такими как оптические, инфракрасные или ультразвуковые. Одним из основных преимуществ радиолокации является то, что законы распространения радиоволн в однородной среде остаются относительно стабильными в течение суток и года, и изменение условий видимости, вызванное дождем, снегом, туманом или сменой времени суток, не влияет на работоспособность РЛС.

Основные принципы распространения радиоволн, которые обеспечивают возможность обнаружения объектов и измерения их координат и параметров движения, включают следующие аспекты:

1. Постоянство скорости и прямолинейность распространения радиоволн в однородной среде.
2. Способность радиоволн отражаться от различных областей пространства с измененными электрическими или магнитными свойствами по сравнению с окружающей средой
3. Изменение частоты принимаемого сигнала относительно излученного при относительном движении источника и приемника радиосигнала. Это явление, называемое эффектом Доплера (рисунок 2)

Эти основные принципы радиолокации обеспечивают надежную и точную работу РЛС, позволяя обнаруживать и отслеживать различные объекты в различных условиях, включая дневное и ночное время, а также при различных погодных условиях. Это делает радиолокацию неотъемлемой частью многих сфер деятельности, от обороны и безопасности до навигации и исследований.

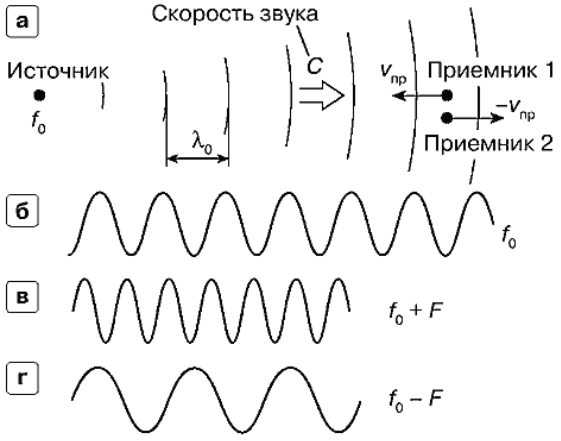


Рис. 2. Эффект Допплера при движении приемника.
а — приемник 1 движется к источнику со скоростью vпр, приемник 2 движется от источника со скоростью vпр; б — колебания, излучаемые источником с частотой f0; колебания в приемнике 1— частота f0+F; г — колебания в приемнике 2 — частота f0–F.

БРЛС структурно состоят из нескольких компонентов, размещенных в передней части самолета. Эти компоненты включают передатчик, антенную систему, приемник, процессор для обработки данных, программируемый процессор для обработки сигналов, а также пульты управления и индикации. Современные БРЛС широко применяют передовые технологии, такие как плоские щелевые антенные решетки, антенны Кассегрена, а также пассивные или активные фазированные антенные решетки (ФАР). Эти современные антенные системы обеспечивают высокую производительность и эффективность, обеспечивая высокую разрешающую способность и точность в обнаружении и отслеживании целей. Современные БРЛС работают в широком диапазоне частот и способны обнаруживать воздушные цели с низким значением эффективной площади рассеяния (ЭПР) на больших расстояниях, достигающих сотен километров. Они также способны одновременно сопровождать несколько целей. Помимо основной функции обнаружения, современные БРЛС выполняют радиокоррекцию, передачу заданий полета и целеуказаний для управляемого бортового вооружения. Кроме того, они обладают возможностью создания высококачественных карт земной поверхности с разрешением до одного метра. Дополнительно, эти системы успешно выполняют такие задачи, как контурирование местности, измерение скорости, высоты, угла скольжения и других важных параметров. Важно отметить, что для эффективной передачи и приема сигналов радару требуется подходящая антенна. В случае радаров, установленных на самолетах, были разработаны специальные плоские антенные системы, где приемник и передатчик находятся за антенной. Такая конфигурация обеспечивает оптимальную работу радара в воздушной среде. Однако, стоит отметить, что размеры антенны оказывают прямое влияние на скорость сканирования радара. В связи с этим возникает проблема ограниченной возможности обнаружения и одновременного отслеживания нескольких целей. Ввиду медленного сканирования, радару требуется длительное время на обработку информации о каждой цели, что может существенно затруднять оперативное принятие решений и эффективность системы. Эта проблема привела к поиску новых решений и разработке более продвинутых антенных систем. На сегодняшний день активно исследуются и применяются методы, позволяющие достичь более высокой скорости сканирования и обеспечить одновременное обнаружение и отслеживание нескольких целей.

Одним из подходов является использование ФАР (рисунок 3). В подобных системах антенна состоит из массива отдельных излучателей или приемников, причем каждый из них оборудован фазовращателем. Фазовращатель способен независимо настраивать фазу входящей электромагнитной волны в заданном направлении. Обработанные сигналы от каждой ячейки передаются на приемник. Благодаря этому, ФАР позволяют быстро сканировать сигнал в широком угловом диапазоне и мгновенно переключаться между различными направлениями. Это обеспечивает возможность эффективного электронного сканирования. Пассивная ФАР имеет один приемник и передатчик, а также

множество элементов-фазовращателей. Примером пассивной ФАР является радар, установленный на российском истребителе МиГ-31.

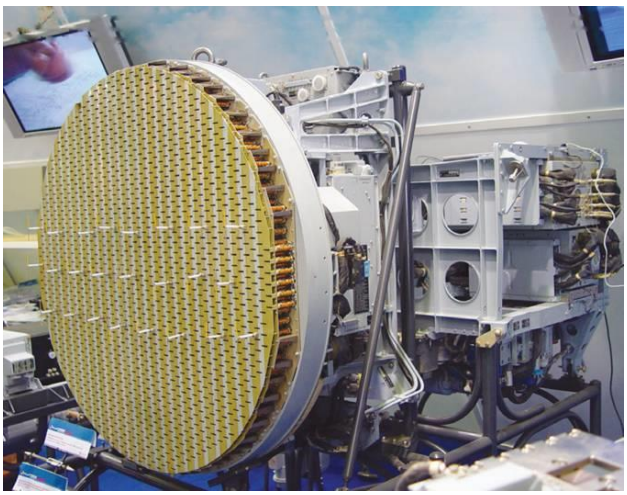


Рис. 3. Фазированная антенная решетка

Другим подходом является использование активных антенных систем (также именуется как активная ФАР (АФАР)) (рисунок 4). В таких системах антенна снабжена активными элементами, способными усиливать и обрабатывать сигналы прямо на антенне. Это позволяет существенно снизить потери сигнала и повысить скорость сканирования. В активной фазированной антенной решетке (АФАР) каждая ячейка решетки оснащена собственным приемопередатчиком, и общее количество ячеек может достигать значительных значений, даже в тысячах. В отличие от традиционных радаров, где антенна, приемник и передатчик являются отдельными компонентами, в системе АФАР они интегрированы в модули. Каждый модуль включает в себя не только антенную щель, но и фазовращатель, передатчик и приемник, что позволяет компактно объединить все эти компоненты в одном устройстве.

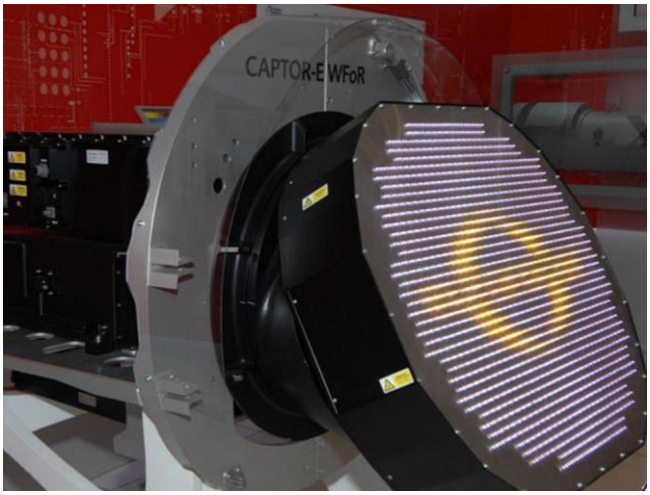


Рис. 4. Активная фазированная антенная решетка

Одним из основных преимуществ АФАР является их способность продолжать работу даже при выходе из строя нескольких ячеек, обеспечивая надежность и сохраняя высокую чувствительность антенны. Благодаря тысячам приемников и передатчиков, АФАР может работать на нескольких частотах одновременно, эффективно выполнять несколько задач одновременно. Это включает обнаружение целей, противодействие помехам и создание высококачественных карт поверхности. Таким образом, АФАР обладает большой гибкостью и многозадачностью, что делает его мощным инструментом в различных приложениях.

Во многих научных работах исследуются перспективные разработки конформных активных фазированных антенных решеток (АФАР), которые могут быть интегрированы непосредственно в фюзеляж самолета и использоваться в интеллектуальном покрытии его планера. В следующем поколении истребителей такое покрытие станет неотъемлемой системой приема и передачи данных, обеспечивая пилоту полную информацию о окружающей обстановке. Например, радиолокационная система перспективного авиационного комплекса дальней авиации (РЛС ПАК ФА)–СУ-57 включает в себя передовые активные фазированные антенные решетки диапазона X, размещенные в носовом отсеке, а также два боковых радара для обзора и активные фазированные антенные решетки диапазона L, расположенные вдоль закрылков. Эти системы обеспечивают широкий охват и возможности обнаружения, предоставляя более полную и точную информацию о пространственной ситуации воздушного объекта. Кроме того, исследуются возможности применения многоэлементных антенн, которые состоят из множества малых элементов, работающих в координации друг с другом. Такие системы обладают большой гибкостью и позволяют достичь высокой точности при сканировании и отслеживании целей.

Радиоэлектронная борьба (РЭБ) представляет собой сферу активных военных действий, в рамках которой применяются различные методы воздействия на радиоэлектронные системы противника с помощью радиоизлучения, известного как радиопомехи. Целью РЭБ является изменение качества военной информации, которая передается и обрабатывается в радиоэлектронных системах противника, а также защита собственных систем от подобных воздействий и модификация условий распространения радиоволн в окружающей среде.

В современных военных конфликтах, где передача информации с использованием электромагнитных волн играет решающую роль, средства РЭБ занимают важное место в обеспечении высокой эффективности вооруженных сил. Одним из основных объектов воздействия в рамках РЭБ являются критически важные радиоэлектронные системы, такие как системы управления войсками, коммуникационные средства и системы наведения, которые используют радиосвязь. Нарушение или прекращение работы этих систем приводит к существенному снижению эффективности противника в применении своего вооружения.

Одной из целей радиопомех является нарушение радиолиний связи, управления, наведения и навигации. Основное воздействие помех происходит на приемную часть радиосредств, где они мешают корректному приему и обра-

ботке сигналов. Для создания радиопомех используются как активные, так и пассивные методы. Активные методы основаны на принципе генерации и излучения радиосигналов (например, передатчики и специальные станции помех), в то время как пассивные методы основаны на принципе отражения или переизлучения радиосигналов (например, дипольные и угловые отражатели, а также другие устройства).

На сегодняшний день РЭБ представляет собой комплекс мер и действий, которые координируются войсками с несколькими целями. Во-первых, целью РЭБ является снижение эффективности управления войсками и применения оружия противника. Во-вторых, РЭБ направлена на обеспечение заданной эффективности управления собственными войсками. И, в-третьих, РЭБ включает в себя применение собственных средств поражения для нейтрализации противника.

РЭБ состоит из двух важных составляющих: радиоэлектронного подавления и радиоэлектронной защиты. Радиоэлектронное подавление направлено на подавление сигналов противника и нарушение его способности к передаче и приему информации. Радиоэлектронная защита, в свою очередь, организует защиту собственных радиоэлектронных систем от воздействий противника и обеспечивает их непрерывную работу.

Один из наиболее широко используемых комплексов радиоэлектронной борьбы в настоящее время является комплекс "Хибины" - многофункциональный бортовой авиационный комплекс, разработанный в СССР и продолжающий использоваться в России. Он предназначен для защиты самолетов от атак авиационных и противовоздушных средств противника путем воздействия на радиолокационные станции противника и искажения параметров отраженных сигналов. Основные цели комплекса "Хибины" включают следующее:

Задержку обнаружения самолета-носителя как цели для атаки противника.

Маскировку истинного объекта на фоне ложных сигналов.

Затруднение измерения дальности, скорости и углового положения объекта.

Ухудшение характеристик режима сопровождения при сканировании луча антенны радарной станции.

Увеличение времени и затруднение захвата объекта при переходе в режим непрерывной радиопеленгации.

Для коллективной защиты группы самолетов используется модификация комплекса "Хибины", известная как контейнеры групповой защиты. Эти контейнеры включают в себя передатчики У1 или У2, которые работают в том же частотном диапазоне, что и система "Регата". Это обеспечивает возможность эффективной защиты группы самолетов от радиоэлектронных средств противника.

На сегодняшний день существуют решения, обеспечивающие значительно большую дальность действия и способные защитить не только отдельные самолеты, но и целые группы. Один из вариантов включает использование кон-

тейнеров Ш0 и Ш1, работающих в другом диапазоне частот. Это, в свою очередь, требует изменений в работе системы РЭБ (рисунок 5). Такая система позволяет не только обеспечить защиту группы самолетов, но и осуществлять целеуказание для других станций.

Дальнейшее развитие комплекса "Хибины" включает в себя внедрение контейнерной станции активных помех групповой защиты САП-14 "Тарантул". Этот компонент расширяет функциональность системы, обеспечивая дополнительные возможности для коллективной защиты групп самолетов.



Рис. 5. Контейнеры групповой защиты

Таким образом, современные исследования в области антенных систем направлены на разработку инновационных решений, которые позволяют преодолеть ограничения, связанные с размерами и скоростью сканирования антенн, и обеспечить более эффективную работу радаров при обнаружении и отслеживании нескольких целей одновременно. Развитие радиолокационных систем и средств радиоэлектронной борьбы в современных условиях является важным направлением для обеспечения защиты и целостности страны. Основные характеристики этих систем должны постоянно улучшаться и опережать потенциальных противников.

Литература

1. Применение современных транзисторов СВЧ в широкополосных активных модулях активных фазированных антенных решеток / Л. С. Дмитриев, Т. О. Мысливцев, Д. В. Найшулер [и др.] // Труды Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского. – 2016. – № 654. – С. 128-135.

2. Androsov, A. A. Active phased array antenna (APAA) / A. A. Androsov, I. N. Karmanov // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2018. – No. 9. – P. 153-157.

3. Research and development of a phased antenna array power divider / B. A. Kozhakhmetova, K. S. Chezhimbayeva, B. A. Karibayev, A. I. Samsonenko // Вестник Алматинского университета энергетики и связи. – 2023. – No. 1(60). – P. 131-140. – DOI 10.51775/2790-0886_2023_60_1_131.

4. Гармаш, В. Н. Геоинформационное обеспечение бортовой радиолокационной станции высокого разрешения пилотируемых летательных аппаратов : специальность 05.13.01 "Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям)" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Гармаш Виталий Николаевич. – Санкт-Петербург, 2011. – 152 с.

5. Быков, Н. В. Бортовой радиолокационные станции летательных аппаратов / Н. В. Быков, Ю. Н. Чеснов // Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского : Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского», Краснодар, 20–21 декабря 2017 года / КВВАУЛ им. Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар: Общество с ограниченной ответственностью "Издательский Дом - Юг", 2018. – С. 132-133.

ПРОБЛЕМЫ НАСТРОЙКИ И ИСПЫТАНИЙ АВИАЦИОННЫХ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ КОМПЛЕКСОВ

[1]Пащенко Д.В., [2]Мерзляков Ю.В.

(1 Пензенский государственный технологический университет,
АО «ППО ЭВТ им. В.А. Ревунова», г. Пенза)

Авиационные радиоэлектронные комплексы (АРЭК) представляют собой сложные системы, включающие радиолокационную, навигационную и связную аппаратуру. Надежность и эффективность работы АРЭК тесно связаны с правильной настройкой и проведением испытаний комплексов [1].

Одной из основных проблем, с которыми сталкиваются, является необходимость учета влияния окружающей среды на работу АРЭК. Воздушные суда и их компоненты изготавливаются из различных материалов, которые могут оказывать влияние на работу радиоэлектронных компонентов. Такая ситуация может отразиться на стабильности связи и навигации, что в конечном счете может негативно сказаться на безопасности полетов. Для решения этой проблемы проводятся испытания в различных условиях, включая вибрацию, температуру, влажность и другие параметры. Таким образом, проведение испытаний в различных условиях и использование специальных средств, являются важными мерами для обеспечения надежной работы АРЭК и поддержания безопасности полетов. Это позволяет учесть влияние окружающей среды и принять соответствующие меры для оптимальной настройки и испытаний комплексов [2].

Одной из важных проблем, с которой сталкиваются при работе с АРЭК, является необходимость синхронизации работы различных элементов комплекса. Каждый элемент имеет свои собственные режимы работы и временные параметры, которые требуется согласовать с остальными компонентами. Несоответствие временных параметров может привести к снижению качества работы или даже полной неработоспособности АРЭК.

Решение этой проблемы связано с применением современных методов синхронизации, таких как GPS-синхронизация. Этот метод обеспечивает высокую точность синхронизации работы элементов комплекса, позволяя достичь максимальной эффективности функционирования.

Другой важной проблемой является обеспечение безопасности во время настройки и испытаний АРЭК. Для этого необходимо проводить испытания в специально оборудованных помещениях, которые обеспечивают электромагнитную совместимость и предотвращают возможные помехи на другие системы.

Таким образом, синхронизация работы элементов и обеспечение безопасности в процессе настройки и испытаний АРЭК являются важными аспектами. Применение современных методов синхронизации, таких как GPS-синхронизация, и проведение испытаний в специальных помещениях позволяют эффективно решать эти проблемы и обеспечивать надежную работу АРЭК. Необходимость использования специальных средств защиты от радиочастотных излучений является еще одним важным аспектом в настройке и испытаниях авиационных радиоэлектронных комплексов (АРЭК). Для защиты от излучения радиолокационных комплексов применяются специальные экранирующие материалы и экраны, которые способны поглощать вредные радиочастотные излучения.

С другой стороны, настройка и испытания АРЭК являются сложным процессом, требующим присутствия высококвалифицированных специалистов и использования специальных средств.

Важным аспектом настройки и испытаний АРЭК является учет специфики задач, которые предстоит решать комплексу. Каждая задача, выполняемая радиолокационной аппаратурой, имеет свои уникальные требования к настройкам и испытаниям. Например, в зависимости от конкретной задачи, радиолокационная аппаратура может использоваться для детектирования объектов на земле или в воздухе, определения расстояний, направлений и других параметров. Каждая из этих задач требует специфических настроек и проведения соответствующих испытаний [3].

Для задач детектирования объектов на земле, настройки комплекса будут направлены на обеспечение высокой чувствительности и точности обнаружения, а также на минимизацию ложных срабатываний. Испытания будут включать проверку рабочей дальности, разрешающей способности и надежности обнаружения целей на различных типах местности. В случае определения расстояний и направлений, настройки комплекса будут ориентированы на точность измерений и минимизацию ошибок. Испытания будут включать проверку точ-

ности измерения дальности и углов, а также проверку работоспособности в условиях множественного рассеяния сигнала.

Каждая задача, решаемая радиолокационным комплексом, требует индивидуального подхода к настройке и испытаниям. В процессе настройки и испытаний необходимо учитывать особенности каждой задачи и оптимизировать комплекс для достижения наилучших результатов. Это включает выбор подходящих параметров, определение оптимальных значений и проведение необходимых проверок и испытаний, чтобы гарантировать эффективную работу АРЭК в реальных условиях.

Рассмотрим методологию, применяемую для измерения диаграммы направленности (ДН), поляризационной диаграммы (ПД) рупорной антенны, которая является частью радиолокационной аппаратуры, а также коэффициента стоячей волны в фидерной линии. На рисунке 1 представлена блок-схема установки, используемой для снятия ДН.

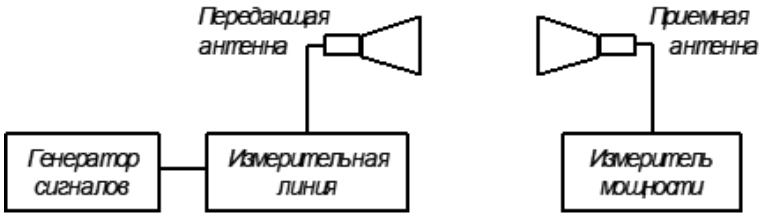
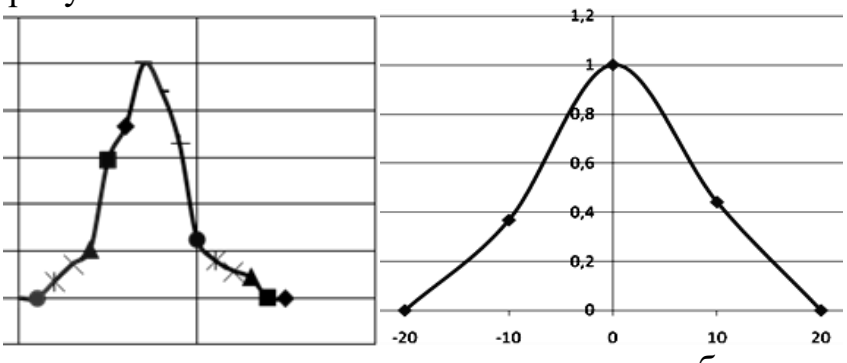


Рис. 1. Блок-схема установки для снятия ДН

Для достижения максимальной эффективности излучения, проведем детальное исследование ориентации антенны. Сначала осуществим поворот антенны в горизонтальной плоскости в обе стороны и определим положение первого минимума на диаграмме излучения как слева, так и справа от основного пика. Исходя из этих значений угла, определим шаг, с которым будем изменять угол для измерения основного лепестка диаграммы направленности. Полученные результаты измерений будут нормироваться в диапазоне углов от -90 до +90 градусов [4].

Аналогично проделаем измерения диаграммы направленности в вертикальной плоскости, чтобы получить полную характеристику излучения антенны. Результаты измерений ДН в горизонтальной и в вертикальной плоскости приведены на рисунке 2.



а б

Рис. 2. ДН в горизонтальной (а) и в вертикальной плоскости (б)

Затем мы представим поляризационную диаграмму антенны и построим нормированную поляризационную диаграмму в декартовой системе координат (рисунок 3).

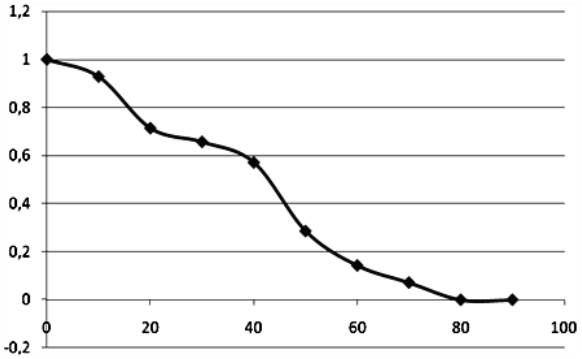


Рис. 3. Поляризационная нормированная диаграмма антенны

Для определения коэффициента стоячей волны (КСВ) в питающем фидере антенны П6-23М [5] воспользуемся методом минимума-максимума, который основан на измерении распределения напряженности поля в измерительной линии. Для этого используется специальная лабораторная установка, которая позволяет проводить точные измерения КСВ. Изображение данной установки приведено на рисунке 4.

Процесс измерения КСВ состоит в прямом подключении входа антенны к измерительной линии. Затем мы проводим измерение КСВ в 10-12 точках частотного диапазона, соответствующего антенне П6-23М. Полученные результаты измерений представлены на рисунке 5, где отражена зависимость КСВ от частоты.

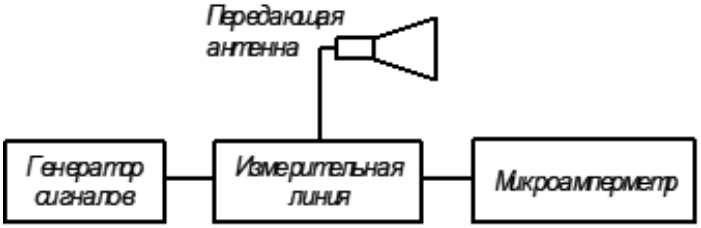


Рисунок 4 – Схема установки для измерения КСВ

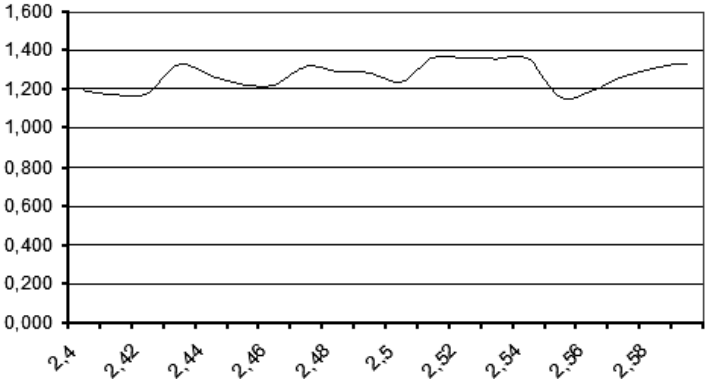


Рис. 4. График зависимости КСВ от частоты

Для получения значений модуля коэффициента отражения в фидерной линии мы воспользуемся выражением 1, которое позволяет вычислить данный коэффициент.

$$\Gamma = \frac{КСВ - 1}{КСВ + 1}. \quad (1)$$

Проведем анализ, в результате которого будет построена зависимость модуля коэффициента отражения от частоты.

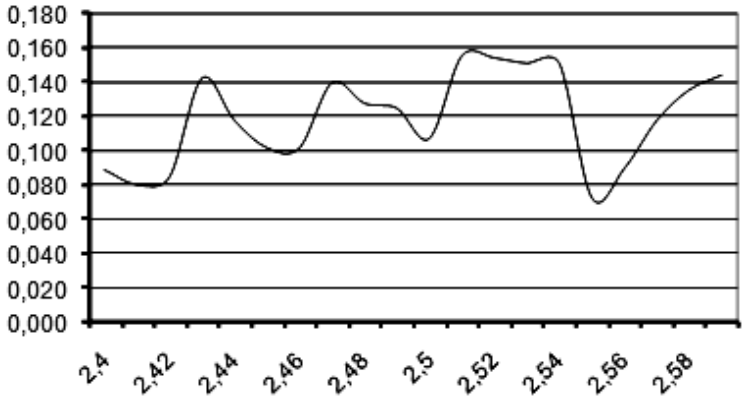


Рис. 5. График зависимости модуля коэффициента отражения от частоты

В заключение стоит отметить, что настройка и испытания АРЭК представляют собой сложный и многогранный процесс, требующий учета множества факторов.

Несмотря на существующие проблемы в этой области, современные технологии и методы позволяют эффективно решать эти проблемы и обеспечивать надежную работу АРЭК. Однако для этого необходимо продолжать исследования и разрабатывать новые технологии, которые сделают этот процесс более эффективным и безопасным.

Например, современные методы моделирования и тестирования позволяют проводить более точные и быстрые испытания, что способствует сокращению времени настройки и испытаний.

В ходе работы проведены измерения диаграммы направленности, поляризационной диаграммы рупорной антенны и коэффициента отражения в фидерной линии. Путем сравнения экспериментальных данных с расчетными мы убедились в их соответствии с учетом погрешностей, допущенных в процессе измерений.

Таким образом, развитие и совершенствование систем настройки и испытаний АРЭК является важной задачей, которая способствует обеспечению безопасности полетов и повышению эффективности работы авиационных радиоэлектронных комплексов.

Литература

1. Шин, М. И. Радиоэлектронный комплекс беспилотного летательного аппарата / М. И. Шин, И. С. Ганжа // Вестник Морского государственного университета. – 2020. – № 87. – С. 49-52.

2. Критерии эффективности комплексов радиоэлектронной борьбы / Д. Ю. Лех, А. А. Заруев, С. В. Евтушенко, А. А. Кирильчик // Наука Промышленность Оборона : Труды XVIII Всероссийской научно-технической конференции: в 4-х томах, Новосибирск, 19–21 апреля 2017 года / Под ред. С.Д. Саленко. Том 2. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. – С. 175-179.

3. Алефиренко, В. М. Сравнительный анализ параметров переносных комплексов радиоэлектронного подавления беспилотных летательных аппаратов / В. М. Алефиренко, А. Д. Денскевич, А. М. Асиненко // Science Time. – 2023. – № 2(109). – С. 41-45.

4. Марков Г.Т. Сазанов Д.М. «Антенны», М: Энергия, 1975;

5. Колотыгин, С. А. Калибровка измерительных антенн на близких расстояниях / С. А. Колотыгин // Альманах современной метрологии. – 2018. – № 16. – С. 107-119.

МОДЕЛЬ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КОГЕРЕНТНОСТИ ПАМЯТИ КОМПЬЮТЕРА

Рындина М.С.

(Самарский государственный технический университет)

Введение. Система памяти современного компьютера построена по иерархическому принципу. Это связано с необходимостью согласования скоростей работы быстрого центрального процессора и медленных запоминающих устройств, причем чем больше емкость памяти, тем медленнее она работает [1]. Соседние уровни иерархии памяти взаимодействуют друг с другом путём обмена информацией. При этом данные, находящиеся на более высоких уровнях, являются копией тех, которые находятся на более низких. При выполнении команд записи возможно нарушение когерентности памяти из-за рассогласования данных между уровнями. Для обеспечения когерентности используются соответствующие протоколы.

Объект исследования. Структура взаимодействия центрального процессора (ЦП) и системы памяти типового компьютера, которая приведена на рисунке 1. Память состоит из кэша процессора, соединённого с оперативной памятью (ОП) через шину, и внешнего запоминающего устройства.

В современных компьютерах могут использоваться два метода обеспечения когерентности паямти [2]:

1) сквозная запись;

2) обратное копирование.

Первый предполагает, что новые данные одновременно заносятся и в кэш, и в ОП. При этом занимается шина, а фактическое время выполнения команды определяется более медленной операцией (записью в оперативную память). По окончании записи когерентность гарантирована.

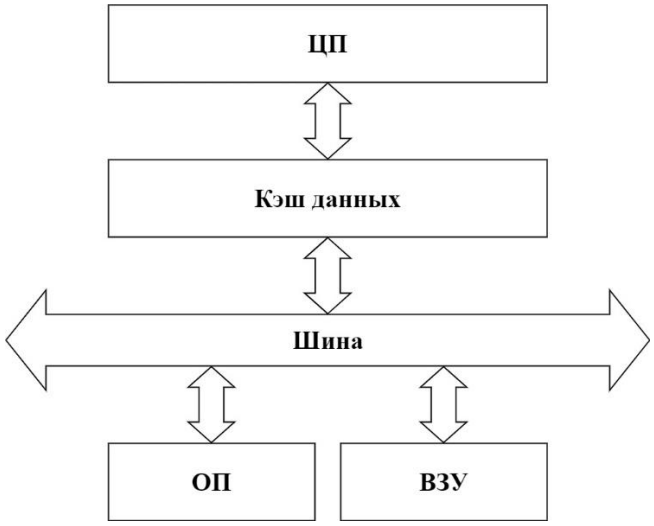


Рис. 1. Система памяти компьютера

При обратном копировании новые данные сохраняются только в кэше. Шина при этом не задействована, а время выполнения команды определяется более быстрой операцией (записью в кэш). После модификации строки кэша возникает рассогласование между содержанием этой строки в кэше и ОП. Рассогласование сохраняется, пока не будет выполнено замещение изменённой строки или не завершится вся программа. При этом модифицированные строки копируются из кэша в оперативную память через шину, после чего когерентность памяти считается восстановленной.

Строки в оперативной памяти могут модифицироваться и со стороны внешнего запоминающего устройства, если используется режим прямого доступа к ОП (ПДП). Если кэш содержит копию модифицируемой строки ОП, для обеспечения когерентности памяти эту копию также необходимо обновить, то есть переписать строку из ОП в кэш.

Принципы построения модели. Для исследования проблемы когерентности подсистемы памяти компьютера выбран имитационный метод, который заключается в разработке модели, воспроизводящей работу системы [3]. Такие модели являются наиболее универсальными и обладают рядом преимуществ:

1) возможность исследования систем любой сложности;

2) неограниченный уровень детализации;

3) возможность детальной оценки характеристик системы.

Для разработки модели необходимо решить следующие задачи:

1) определение цели исследования и состава формируемых характеристик;

2) выбор структуры модели;

3) определение уровня детализации параметров;

4) разработка и отладка программы моделирования;

5) оценка адекватности модели.

Важнейшими характеристиками вычислительных систем и их подсистем являются временные (времена работы элементов и системы в целом при выполнении типовой программы). Задача оценки таких характеристик является наиболее целесообразной. В связи с этим решено в модели отобразить следующие элементы подсистемы:

1) центральный процессор;

2) кэш данных;

3) шину;

4) оперативную память;

5) внешнее запоминающее устройство.

Процессы в моделях воспроизводятся с точностью до команд процессора. Моделируемая программа представлена в виде потока команд работы с памятью, содержащего операции чтения и записи. Решено задавать процентное соотношение этих команд в потоке, а сами команды располагать случайным образом. Кроме того, в модели задаются длительности этих команд, а также режим замещения строк.

Исходными данными для моделирования являются следующие параметры:

1) число команд моделируемой программы, шт.;

2) число команд прямого доступа к памяти, шт.;

3) доля команд записи, %;

4) длительность команд чтения и записи в кэш, в тактах;

5) длительность команд чтения и записи в ОП, в тактах;

6) режим замещения строк (сквозная запись или обратное копирование).

Результатами моделирования служат следующие показатели:

1) общее время выполнения программы, в тактах;

2) число тактов рассогласования;

3) число тактов занятости шины.

Программа моделирования представляет собой классическое Windows-приложение с графическим интерфейсом, написанное на языке C#. На Рисунке 2 приведена экранная форма настройки, которая используется для задания исходных данных и позволяет выбирать режим замещения строк.

После ввода исходных данных на экран выводится форма моделирования, приведенная на рисунке 3. Она предназначена для управления моделью и вывода характеристик исследуемой системы. На форме отображается очередь команд ЦП и ПДП, а также статус согласованности строк кэша и ОП. Моделирование сопровождается анимацией. Для строк, с которыми работает процессор или в которых возникло рассогласование, предусмотрена цветовая индикация.

На каждом шаге программы выводятся значения результатов моделирования и сведения о выполняемой команде.

Для оценки адекватности модели были исследованы зависимости результатов моделирования от исходных данных. На рисунке 4 приведён график, демонстрирующий зависимость результатов моделирования от числа команд в моделируемой программе. Характер зависимости отражает реальное поведение системы и свидетельствует об адекватности модели.

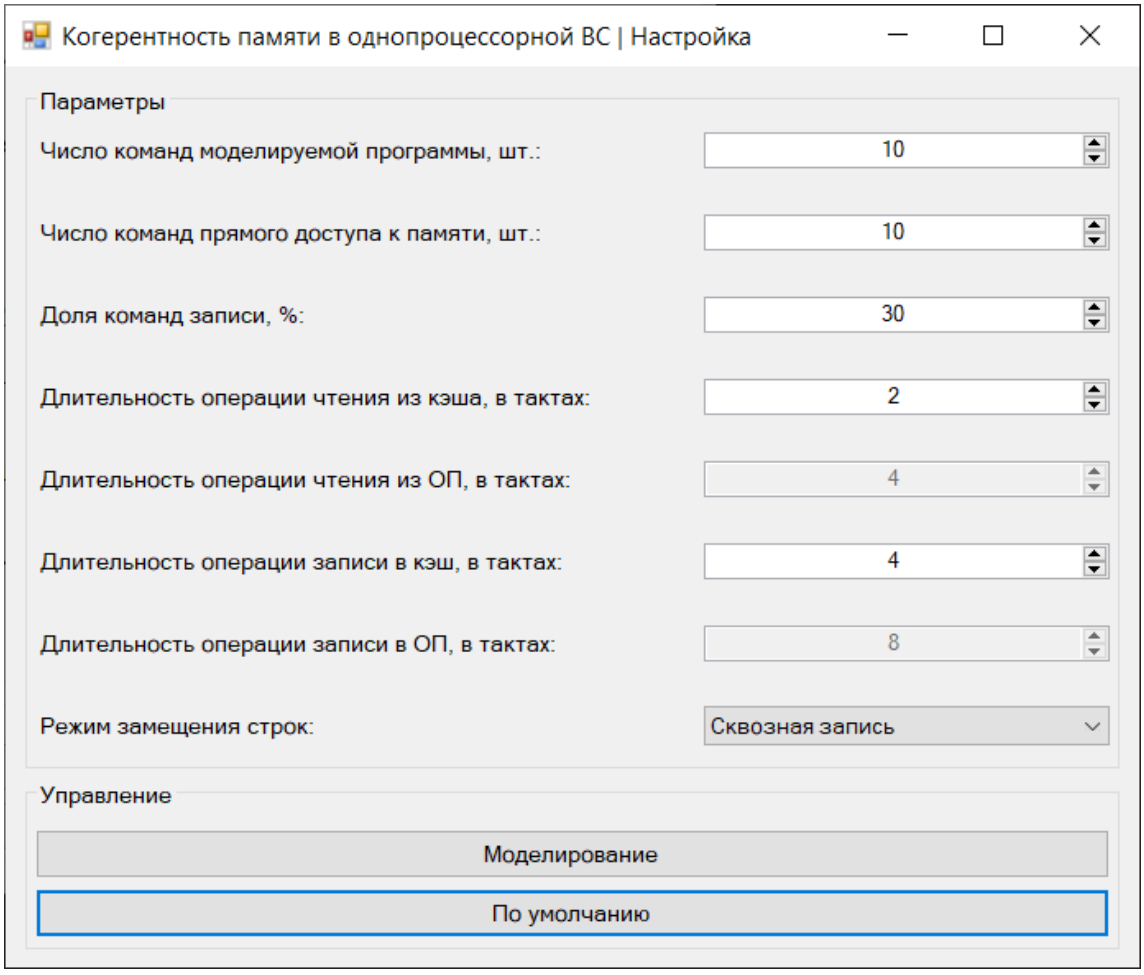


Рис. 2. Экранная форма настройки

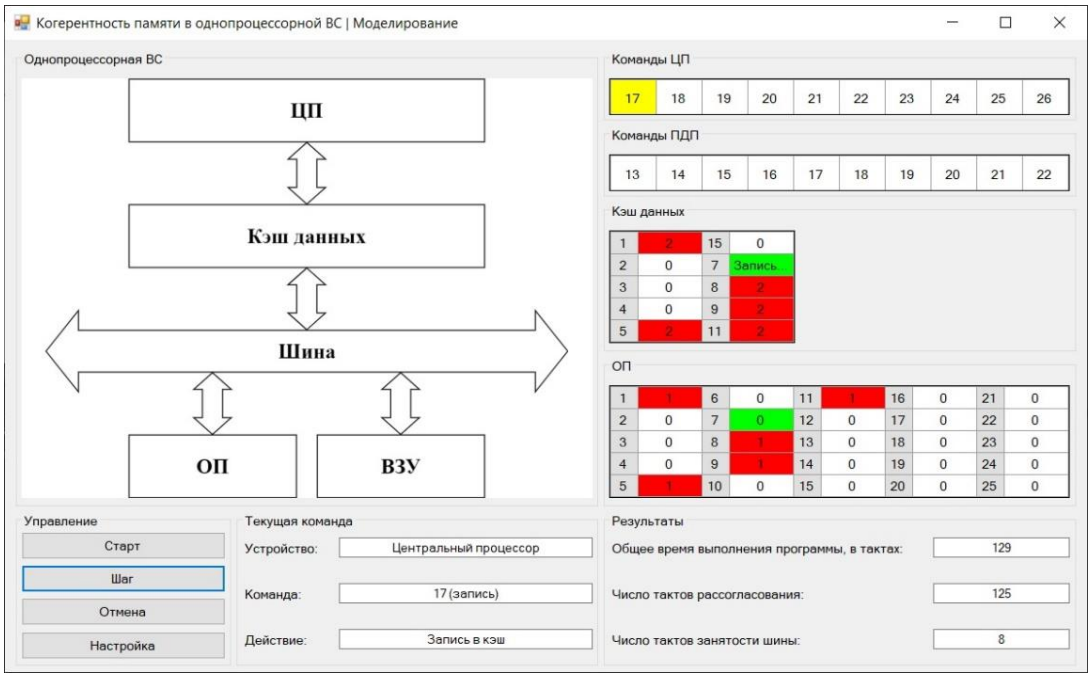


Рис. 3. Экранная форма моделирования

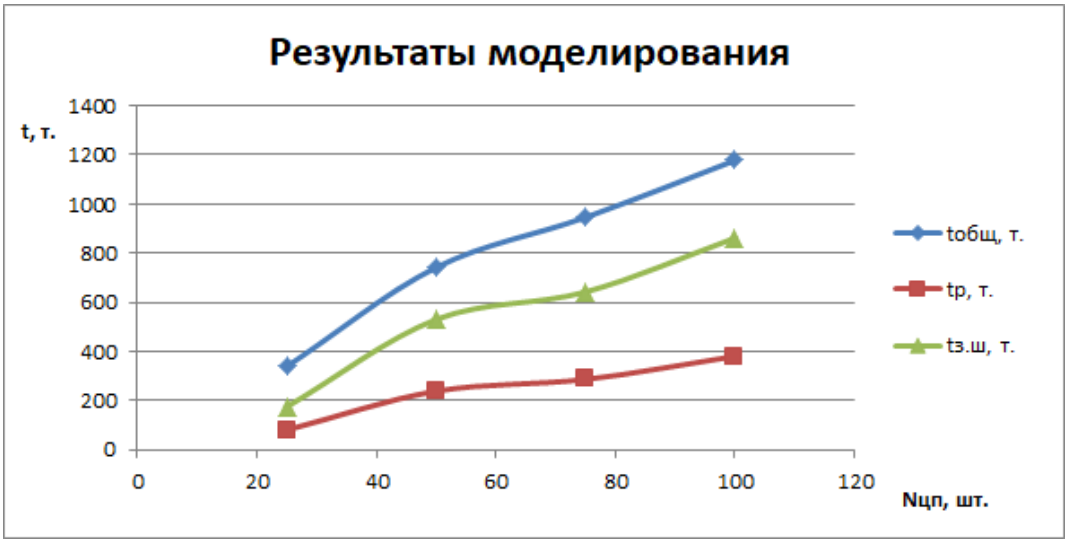


Рис. 4. График зависимости результатов моделирования

Заключение. Разработанная модель позволяет исследовать основные особенности работы подсистемы памяти компьютера, а также изучить ситуации с нарушением когерентности и методы их устранения. В ней воспроизводится поведение запоминающих устройств, а также работа протоколов когерентности памяти. Программа предназначена для проведения лабораторных работ по дисциплинам «Архитектура вычислительных систем», «Аппаратные средства вычислительной техники» и «Вычислительные системы» для направления 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника».

Литература

1. Орлов, С.А. Организация ЭВМ и систем: Учебник для вузов. 2-е изд. / С. А. Орлов, Б. Я. Цилькер. – СПб.: Питер, 2011. – 688 с.: ил.

2. Орлов, С.П. Организация вычислительных машин и систем / С. П. Орлов, Н. В. Ефимушкина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2016. – 280 с.

3. Ларионов, А.М. Вычислительные комплексы, системы и сети / А. М. Ларионов, С. А. Майоров, Г. И. Новиков. – Л.: Энергоатомиздат, 1987. – 288 с.

ОЦЕНКА МОДЕЛЕЙ КАЧЕСТВА СВОБОДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА СООТВЕТСТВИЕ СТАНДАРТУ ISO 25010

Селютин А.Д., Кушников В.А.

(ФИЦ СНЦ РАН)

Введение

До появления моделей качества программного обеспечения с открытым исходным кодом (Open Source Software; OSS) уже существовали модели Маккола, Дроуми и ISO 9126 [5]. Однако они не учитывали некоторые атрибуты качества, уникальные для OSS, такие как сообщество – группа пользователей и разработчиков, сформированная вокруг OSS, помогающая вносить свой вклад в OSS и популяризировать его [2]. Этот фактор привел к появлению моделей качества OSS. Большинство моделей качества OSS, существующих сегодня, являются производными от стандарта ISO 25010 [4]. Международная организация по стандартизации предложила его в 2015 году. Он определяет 8 характеристик качества, а именно: портативность, функциональная пригодность, эффективность, совместимость, удобство использования, надежность, защищенность и сопровождаемость.

Поскольку продолжаются исследовательские усилия по разработке модели качества OSS «серебряная пуля» [3], важно проверить соответствие существующих моделей стандарту ISO 25010, чтобы определить идеального кандидата, который может быть использован для реализации общей модели качества OSS. Таким образом, целью данной работы является оценка существующих моделей качества OSS на соответствие стандарту ISO 25010.

Существующие исследования

С момента появления первой модели качества OSS в 2003 году был создан ряд других, что привело к увеличению количества моделей качества OSS. Однако очень немногие исследования были сосредоточены на пересмотре существующих в настоящее время моделей, чтобы разработать универсальные модели, которые смогут выдержать испытание временем и стать «серебряной пулей» для OSS [2].

В [3] был проведен обзор моделей качества OSS с целью выявления характерных особенностей каждой модели, уникальных сильных сторон и огра-

ничений. Это исследование служит руководством для тех, кто намеревается использовать любую из моделей для оценки качества OSS. Статья также закладывает основу, которую исследователи могут использовать для улучшения моделей. Сравнительный анализ, используемый в работе, применялся между самими моделями, а не стандартами. Это было сделано на основе критериев, определенных авторами статьи, которые включают: доступность опубликованных результатов в Интернете; происхождение модели; доступность инструментальной поддержки. Кроме того, в сравнительном анализе учитывалось только шесть моделей качества OSS.

Сравнение между ISO 25010 и другими базовыми моделями качества показало, что модель ISO является всеобъемлющей с точки зрения количества характеристик, которые она поддерживает и может по праву называться стандартом. Модели качества OSS, с другой стороны, были классифицированы как индивидуальные модели качества (при этом они разделяются на модели 1 и 2 поколений). Однако сравнение между базовой моделью качества (ISO 25010) и OSS моделями не проводилось. Это послужило мотивацией для данного исследования.

Сравнительный анализ и обсуждение

Ключевое различие между двумя классами моделей, заключается в том, что модели OSS второго поколения предоставляют больше инструментов для облегчения процесса оценки качества по сравнению с моделями первого поколения. В таблице 1 показано сравнение моделей качества первого поколения на соответствие стандарту ISO 25010.

Таблица 1 - Сравнение моделей качества OSS первого поколения на соответствие стандарту ISO 25010

ISO 25010	**Характеристики качества**	**OSMM**	**QSOS**	**Open BRR**	**Модель Сунга**
Качество программного продукта	Функциональная пригодность	X		X	X
	Надежность	X			
	Производительность	X		X	
	Работоспособность	X		X	X
	Безопасность	X		X	X
	Совместимость	X			X
	Обслуживаемость	X	X	X	X
	Переносимость	X			X
Качество во время эксплуатации	Эффективность				
	Работоспособность				
	Удовлетворенность				
	Безопасность				
	Удобство использования	X		X	X

Из таблицы 1 можно заметить, что характеристика обслуживаемости стандарта ISO 25010 является общей для моделей качества OSS первого поколения. Первое, что следует отметить, это то, что OSMM реализует все характеристики качества, предусмотренные стандартом ISO 25010. Это делает ее наиболее полной. Модель Сунга, OpenBRR и QSOS, обладающие семью, шестью и одной характеристикой(ами) соответственно, вплотную следуют за OSMM. Еще один момент, который следует отметить, заключается в том, что модели качества OSS первого поколения, за исключением QSOS, оценивают удобство использования как множество характеристик качества во время эксплуатации. Кроме того, ни одна из моделей первого поколения не измеряет эффективность, действенность, удовлетворенность и безопасность. В таблице 2 показано сравнение моделей качества второго поколения на соответствие стандарту ISO 25010.

Таблица 2 - Сравнение моделей качества OSS второго поколения на соответствие стандарту ISO 25010

ISO 25010	**Характеристики качества**	**QualOSS**	**OMM**	**SQO-OSS**	**EFFORT**
Качество программного продукта	Функциональная пригодность	X	X		X
	Надежность	X	X	X	X
	Производительность	X	X		X
	Работоспособность	X			
	Безопасность	X	X	X	
	Совместимость	X	X		
	Обслуживаемость	X		X	X
	Переносимость	X			X
Качество во время эксплуатации	Эффективность			X	
	Работоспособность				
	Удовлетворенность				
	Безопасность				
	Удобство использования				X

Из таблицы 2 можно заметить, что характеристика надежности по стандарту ISO 25010 является общей для моделей качества OSS второго поколения. QualOSS включает все характеристики, указанные в стандарте качества программного продукта ISO 25010, и не содержит ни одну характеристику качества, относящуюся к качеству в процессе эксплуатации. Модель EFFORT включает шесть атрибутов качества, в то время как OMM содержит пять. OMM включает в себя все характеристики в категории качества программного продукта, за исключением работоспособности, обслуживаемости и переносимости. OMM не включает ни одну из характеристик качества во время эксплуатации.

Модель EFFORT включает пять характеристик качества программного продукта из стандарта ISO 25010, за исключением работоспособности, безопасности и совместимости. Она также включает удобство использования операционных систем. Среди моделей качества OSS второго поколения модель EFFORT является наиболее сбалансированной, поскольку в ней учитывается качество программного продукта и удобство использования.

Следует отметить, что модели, рассмотренные в двух таблицах, оценивают качество OSS с учетом сообщества. Однако стандарт ISO это не предусматривает. Исходя из этого, модель EFFORT может послужить основой для разработки общей модели качества OSS, поскольку она обеспечивает лучшую поддержку инструментов и методологию оценки, а также рассматривает три ключевых аспекта качества OSS, а именно: продукт, его сообщество и восприятие пользователями. Модель также была применена для оценки OSS в области управления взаимоотношениями с клиентами (CRM) и в области планирования ресурсов предприятия (ERP).

Заключение

Целью данного исследования было проведение сравнительного анализа между моделями качества OSS на соответствие их стандарту ISO 25010. Мотивация проистекала из-за отсутствия исследований по данной тематике, поскольку нигде ранее не рассматривался этот вопрос. Чтобы провести детальное исследование, существующие модели OSS были разделены на два поколения. Было отмечено, что модели второго поколения обеспечивают лучшую инструментальную поддержку для облегчения процесса оценки по сравнению с моделями первого поколения. Сравнительное исследование показало, что OSMM была наиболее полной моделью в первом поколении и удовлетворяла всем восьми факторам качества программного продукта и удобства использования в соответствии с факторами качества во время эксплуатации. Модель EFFORT предпочтительнее QualOSS, поскольку в ней учитываются аспекты качества продукта и качества во время эксплуатации. Модель EFFORT также предпочтительнее модели OSMM, поскольку это модель качества OSS второго поколения; модель EFFORT применялась для оценки OSS для CRM и ERP. Таким образом, вывод заключается в том, что модель EFFORT может быть расширена для создания общей модели качества OSS. В последующей работе модель качества EFFORT будет расширена, чтобы получить общую модель, которая полностью основана на стандарте ISO 25010.

Литература

1. Информационно-управляющая система для поддержки принятия решений по ликвидации последствий наводнений / В. В. Клюев, А. Ф. Резчиков, В. А. Кушников [и др.] // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2016. – № 11(149). – С. 39-45. – DOI 10.14489/vkit.2016.11.pp.039-045. – EDN WZHRJT.

2. Резчиков А.Ф., Кушников В.А., Иващенко В.А., Фоминых Д.С., Богомолов А.С., Филимонюк Л.Ю. Минимизация ущерба от нарушения технологического процесса всварочных роботизированных технологических комплексах. *Мехатроника, автоматизация, управление*. 2017; 18(5): 328-332. https://doi.org/10.17587/mau.18.328-332

3. Яндыбаева, Н. В. Разработка программного продукта для определения эффективности деятельности высшего учебного заведения / Н. В. Яндыбаева, Е. Р. Кожанова, В. А. Кушников // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2014. – Т. 2, № 1(75). – С. 214-219. – EDN SZWCMF.

4. ISO/IEC 25010 “Systems and Software Engineering—Systems anв Software Product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)— System and Software Quality Models,” International Organization for Standardization, Geneva, 2010.

5. ISO/IEC 9126, “Systems and Software Engineering—Systems and Software Product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)— System and Software Quality Models,” International Organization for Standardization, Geneva, 2007.

ЧИСЛЕННО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ОПЕРАЦИОННЫМ СДВИГОМ ПО ВРЕМЕНИ

Тарасов В.Н.

(Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики)

Введение. В докладе представлены результаты исследований по системам массового обслуживания (СМО), описываемым сдвинутыми вправо по оси времени функциями плотности. Очевидно, что сдвиг закона распределения вправо увеличивает математическое ожидание описываемой случайной величины на величину сдвига и тем самым уменьшает ее коэффициент вариации. Из теории массового обслуживания известно, что среднее время ожидания заявок в очереди прямо пропорционально квадратам коэффициентов вариаций интервалов между поступлениями и времени обслуживания. Тогда в системах со сдвигом по времени среднее время ожидания по сравнению с обычными классическими системами должно уменьшиться многократно. Числовые характеристики и, следовательно, параметры законов распределений, образующих СМО с временным сдвигом, становятся функционально зависимыми от величины параметра сдвига. Адекватность представленных математических моделей подтверждается имитационным моделированием в системе GPSS World.

Постановка и решение задачи. Рассмотрим трансформацию двойственных систем с эрланговским и экспоненциальным распределениями $E_2/M/1$ и $M/E_2/1$ при сдвиге их законов распределений. Первая система будет сформирована функциями плотностей $a(t) = \lambda^2 (t-\tau) e^{-\lambda(t-\tau)}$ и $b(t) = \mu e^{-\mu(t-\tau)}$, где $\tau > 0$ – вели-

чина сдвига закона распределения или параметр запаздывания в теории управления. Для второй системы функции плотности $a(t)$ и $b(t)$ поменяются местами.

В докладе ставится задача определения среднего времени ожидания заявок в очереди для двух рассматриваемых систем. Для решения задачи нам потребуются числовые характеристики и параметры указанных распределений. Определим их через преобразование Лапласа заданных функций плотности: $A^*(s)=(\frac{\lambda}{s+\lambda})^2 e^{-\tau s}$, $B^*(s)=\frac{\mu e^{-\tau s}}{s+\mu}$ на основе свойства запаздывания. Запишем окончательные выражения для числовых характеристик: среднее значение интервалов между соседними поступлениями $\bar{\tau}_\lambda = 2/\lambda + \tau$, а коэффициент вариации $c_\lambda = \sqrt{2}/(2+\lambda\tau)$. Среднее время обслуживания $\bar{\tau}_\mu = 1/\mu + \tau$, коэффициент вариации времени обслуживания $c_\mu = 1/(1+\mu\tau)$.

Неизвестные параметры распределений находим методом моментов, используя выражения числовых характеристик: $\lambda = 2/(\bar{\tau}_\lambda - \tau)$, $\mu = 1/(\bar{\tau}_\mu - \tau)$. Отсюда видно, что числовые характеристики и параметры распределений становятся функционально зависимыми от величины сдвига $\tau > 0$. Следовательно, все характеристики систем массового обслуживания также будут зависеть от величины τ.

Отсюда заключаем, что сдвиг закона распределения приводит к уменьшению коэффициентов вариаций и как следствие, среднее время ожидания в очереди системах со сдвигом будет меньше, чем в обычных системах, т.к. оно связано с коэффициентами вариаций квадратичной зависимостью.

Опуская механизм использования метода спектрального решения интегрального уравнения Линдли для указанных систем запишем результаты для среднего времени ожидания для первой системы в виде формулы

$$\bar{W} = 1/s_1 - 1/\mu, \qquad (1)$$

где s_1 абсолютное значение отрицательного корня числителя спектрального разложения для данной системы $-s_1 = -(\mu - 2\lambda)/2 - \sqrt{\mu(\mu+4\lambda)}/2$.

Ниже в таблице 1 представлены результаты численного моделирования в Mathcad для различных значений коэффициента загрузки $\rho = 0{,}1; 0{,}5; 0{,}9$ и различных коэффициентов вариаций c_λ, c_μ и величины τ.

Таблица 1. Результаты численного моделирования для первой системы

Входные параметры				Среднее время ожидания	
ρ	c_λ	c_μ	τ	$\bar{W}$	$\bar{W}_{об}$
0,1	0,706	0,99	0,01	0,029	0.030
	0,700	0,9	0,1	0,023	
	0,672	0,5	0,5	0,005	
	0,643	0,1	0,9	0,000	
0,5	0,704	0,99	0,01	0,605	0,618

Входные параметры				Среднее время ожидания	
	0,672	0,9	0,1	0,491	
	0,530	0,5	0,5	0,132	
	0,389	0,1	0,9	0,003	
0,9	0,701	0,99	0,01	6,456	6,588
	0,643	0,9	0,1	5,322	
	0,389	0,5	0,5	1,609	
	0,134	0,1	0,9	0,055	

В правой колонке таблицы приведены значения среднего времени ожидания для обычной системы. Данные таблицы рассчитаны для удобства при нормированном времени обслуживания $\bar{\tau}_\mu = 1$.

Для второй системы формула для среднего времени ожидания имеет вид:

$$\bar{W} = 1/s_1 + 1/s_2 - 2/\mu, \qquad (2)$$

где s_1 и s_2 – абсолютные значения отрицательных корней числителя спектрального разложения для данной системы: $-s_1 = -(2\mu - \lambda)/2 + \sqrt{\lambda(\lambda + 4\mu)}/2$, $-s_2 = -(2\mu - \lambda)/2 - \sqrt{\lambda(\lambda + 4\mu)}/2$. Здесь параметры распределений λ и μ также зависят от величины сдвига $\tau > 0$. В вышеприведенных выражениях для числовых характеристик и параметров распределений величина сдвига ограничена условием $0 < \tau < \bar{\tau}_\mu$. Результаты расчетов для второй системы представлены в таблице 2. Более подробно механизм метода спектрального решения интегрального уравнения Линдли применительно к различным системам массового обслуживания показан в работах авторов [1-4].

Таблица 2. Результаты численного моделирования для второй системы

Входные параметры				Среднее время ожидания	
ρ	c_λ	c_μ	τ	$\bar{W}$	$\bar{W}_{об}$
0,1	0,643	0,071	0,9	0,00	0,08
	0,950	0,354	0,5	0,02	
	0,990	0,636	0,1	0,07	
	0,999	0,700	0,01	0,08	
0,5	0,550	0,071	0,9	0,01	0,76
	0,750	0,354	0,5	0,19	
	0,950	0,636	0,1	0,61	
	0,995	0,700	0,01	0,74	
0,9	0,190	0,071	0,9	0,07	6,76
	0,550	0,354	0,5	1,69	
	0,910	0,636	0,1	5,47	
	0,991	0,700	0,01	6,62	

Заключение

1. Сдвиг законов распределений в системах массового обслуживания приводит к уменьшению коэффициентов вариаций интервалов поступлений и времени обслуживания и, следовательно, к многократному уменьшению времени ожидания в очереди и других характеристик системы по сравнению с обычными системами.

2. С другой стороны операция сдвига приводит к интервальному изменению коэффициентов вариаций, тогда как для обычных систем эти коэффициенты вариаций являются фиксированными значениями. Этот факт расширяет функциональные возможности систем со сдвигом.

3. Многочисленные результаты имитационного моделирования в GPSS WORLD систем со сдвигом полностью подтверждают результаты аналитического моделирования.

Литература

1. Алиев Т.И. Основы моделирования дискретных систем. СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. - 363 с.

2. Тарасов В. Н. Расширение класса систем массового обслуживания с запаздыванием // Автоматика и телемеханика. 2018. № 12. С. 57-70.

3. Тарасов В. Н. Анализ и сравнение двух систем массового обслуживания с гиперэрланговскими входными распределениями // Радиоэлектроника, информатика, управление. 2018. №4 (47). С. 61-70.

4. Тарасов В.Н., Липилина Л.В., Бахарева Н.Ф. Автоматизация расчета характеристик систем массового обслуживания для широкого диапазона изменения их параметров // Информационные технологии. 2016. Т. 22. № 12. С. 952-957.

5. Тарасов В.Н., Бахарева Н.Ф. Компьютерное моделирование вычислительных систем. Теория, Алгоритмы, Программы. - Оренбург, 2005. - 183 с.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛАТЕЖЕСПОСОБНОСТИ ЗАЕМЩИКОВ

Тихонов С.В., Головнин О.К.

(Университет ИТМО)

Основная работа большинства кредитных организаций напрямую связана с риском невозврата выданных денежных средств, и поэтому оценка заемщика может оказать огромное влияние на саму кредитную организацию. Значительное количество заемщиков не имеют кредитных историй, что затрудняет проведение оценки вероятности возвращения кредита, однако большинство заемщиков обладают очень близкими характеристиками, связанными с источниками получения доходов, статьями предполагаемых расходов и прочими характеристиками [1, 2]. Эффективным видится

применение нейронных сетей для выполнения экспертной оценки заемщика [3].

В работе представлена разработанная интеллектуальная система поддержки принятия решений в процессе определения платежеспособности заемщика кредитной организации, функционирующая на основе нейронных сетей. Проведенный анализ методик оценки платежеспособности заемщика кредитной организации, а также выбранные алгоритмы работы предполагают ориентацию средств разработки на обработку больших объемов данных, применение нейронных сетей в качестве инструмента ранжирования и возможность использования существующих облачных платформ. Система разрабатывалась средствами языка программирования Python в облачной среде с применением Google Colaboratory, а также фреймворков TensorFlow и Keras, ориентированных на решение задач машинного обучения [4, 5, 6].

В качестве множества для обучения модели использовались данные по возвращаемости кредитов клиентов:

- возраст;
- уровень годового дохода;
- наличие недвижимости в собственности;
- общий трудовой стаж;
- цель получения кредита;
- сумма кредита;
- процентная ставка;
- сведения о банкротстве;
- длительность кредитной истории.

При проведении анализа результатов испытаний различных моделей выявлено, что наиболее высоким качеством обладает модель использованной нейронной сети. Близкие к ней результаты дает модель деревьев решений. Немного более скромные результаты получены у алгоритма логистической регрессии и алгоритма K-ближайших соседей. Результаты, полученные для четырех разработанных, обученных и протестированных моделей представлены на рис. 1.

Презентационный слой интерфейсной части разработанной интеллектуальной системы поддержки принятия решений в процессе определения платежеспособности заемщика кредитной организации, отображающий этапы по заполнению и обработке информации из анкеты заемщика, вывод итоговых решений для оценки их кредитными экспертами и системными аналитиками для дальнейшего предложения заемщику вариантов условий кредитного договора, представлен на рис. 2.

Система формирует предварительное решение в следующем виде (рис. 3).

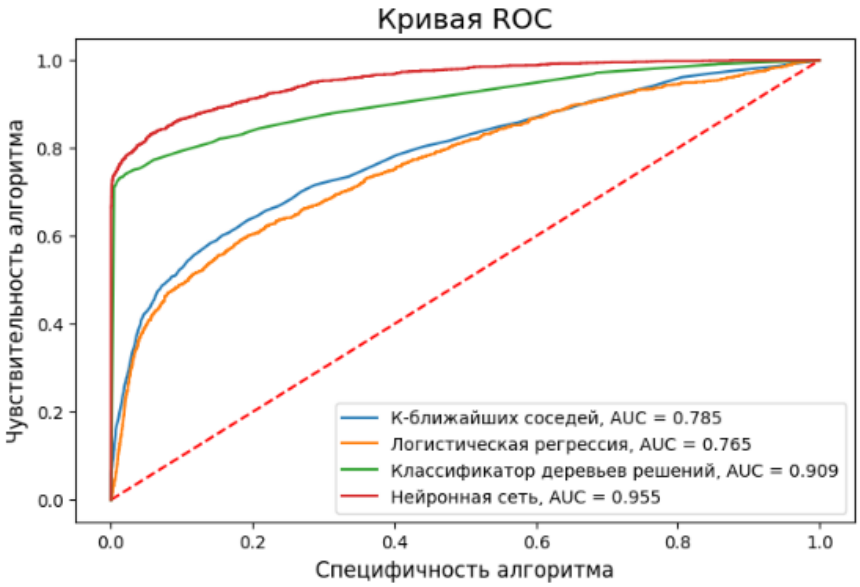


Рис. 1. Результаты испытания моделей реализации системы

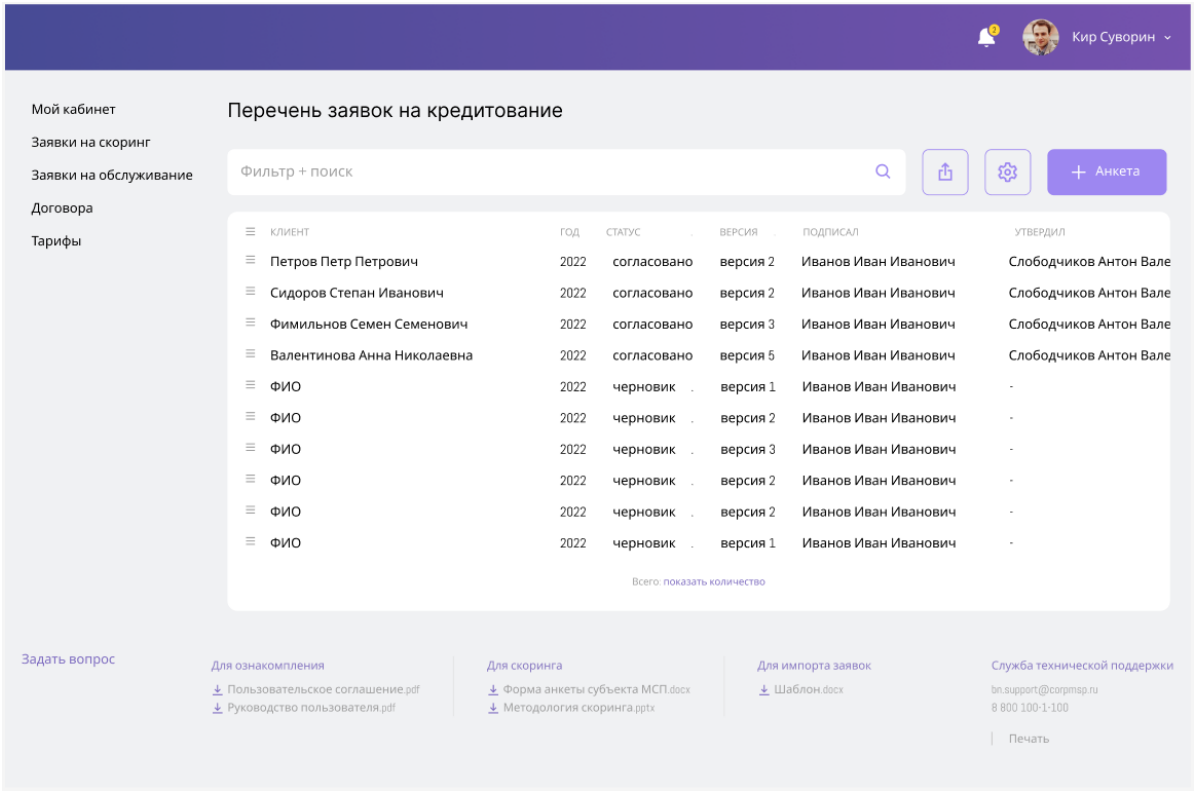


Рис. 2. Программная реализация системы: перечень анкет заявителей

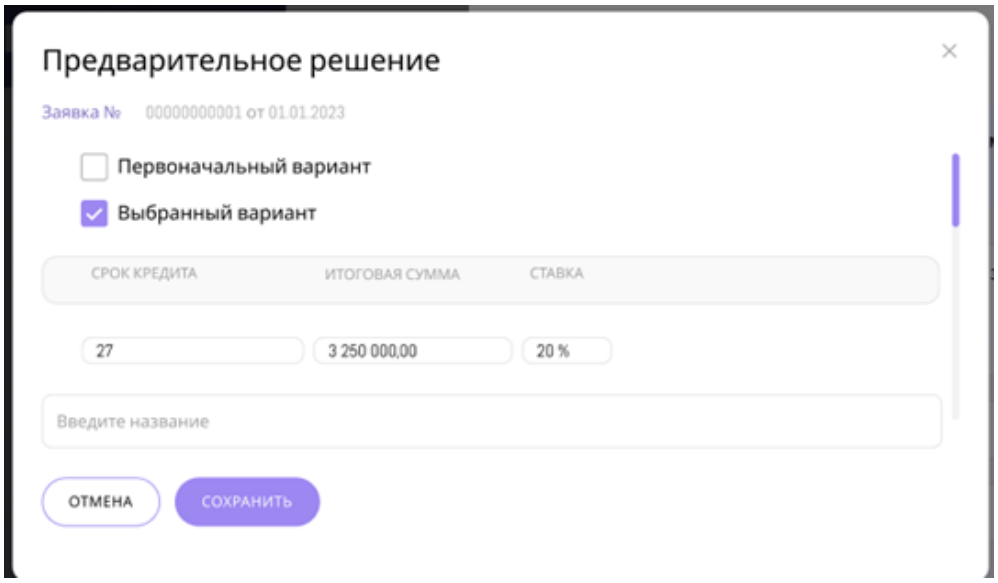


Рис. 3. Программная реализация системы: решение по займу

Таким образом, разработанная интеллектуальная система поддержки принятия решений в процессе определения платежеспособности заемщика кредитной организации может быть использована в любой кредитной или некредитной организации.

Литература

1. Лукашевич Н.С. Оценка кредитоспособности организаций на основе композиции экспертного и нейросетевого подходов // Финансы и кредит. – 2011. – №. 27 (459). – С. 30-39.

2. Перевозчиков Н.Д., Головнин О.К. Информационная поддержка принятия решений для надзорного контроля над некредитными финансовыми организациями // Информационные технологии и системы : труды конф. – Ханты-Мансийск: Югорский НИИ информационных технологий», 2020. – С. 126-133.

3. Сорокин А.С., Моисеев Н.А. Разработка алгоритмов машинного обучения скоринговых моделей на основе различных источников данных о заемщике // Плехановский научный бюллетень. – 2019. – № 2 (16). – С. 157-165.

4. Google Colaboratory [Электронный ресурс]. – 2023. – URL: https://colab.research.google.com/ (дата обращения: 23.03.2023).

5. TensorFlow Core v2.4.1. Python. tf.keras.optimizers. [Электронный ресурс]. – 2023. – URL: https://www.tensorflow.org/api_docs/python/tf/keras/optimizers/ (дата обращения: 23.03.2023).

6. Ketkar N., Ketkar N. Introduction to Keras // Deep learning with python: a hands-on introduction. – 2017. – С. 97-111.

МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ ОПЕРАЦИИ, ДИСТРИБУТИВНОЙ ОТНОСИТЕЛЬНО ЗАДАННОЙ НА КОНЕЧНОМ МНОЖЕСТВЕ

Цветов В.П.

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Задачи построения алгебр с предопределенными свойствами операций являются актуальными для разработки систем криптозащиты каналов передачи данных см. работу [1] и ее библиографию.

В работе предложен метод построения операции, дистрибутивной относительно заданной на конечном множестве. Метод развивает подходы, предложенные автором в работах [2]-[4].

На множестве U рассмотрим произвольную тернарную операцию $\varphi: U^3 \to U$, для которой существует пара элементов e_1 и e_2 такая, что

$$\forall\, u \in U\ \varphi(e_1, e_2, u) = u. \tag{1}$$

Зададим тернарную операцию ψ при помощи соотношения

$$\psi(u_1, u_2, u_3) = \varphi\big(u_1, e_2, \varphi(e_1, u_2, u_3)\big). \tag{2}$$

Легко проверить выполнение следующих равенств

$$\psi(e_1, e_2, u) = \varphi(e_1, e_2, u) = u, \tag{3}$$

$$\psi(e_1, u_2, u_3) = \varphi(e_1, u_2, u_3), \tag{4}$$

$$\psi(u_1, e_2, u_3) = \varphi(u_1, e_2, u_3), \tag{5}$$

$$\psi(u_1, u_2, u_3) = \psi\big(u_1, e_2, \psi(e_1, u_2, u_3)\big). \tag{6}$$

Таким образом, операция ψ инвариантна относительно рекурсивного преобразования

$$\psi(u_1, u_2, u_3) \mapsto \psi\big(u_1, e_2, \psi(e_1, u_2, u_3)\big), \tag{7}$$

Определим пару бинарных операций на U

$$u_1 + u_2 = \psi(e_1, u_1, u_2) = \varphi(e_1, u_1, u_2), \tag{8}$$

$$u_1 \cdot u_2 = \psi(u_1, e_2, u_2) = \varphi(u_1, e_2, u_2), \tag{9}$$

которые будем называть операциями сложения и умножения.

Понятно, что e_1 будет левым нейтральным элементом по операции умножения, а e_2 - левым нейтральным элементом по операции сложения.

Если φ обладает дополнительными свойствами

$$\varphi(e_1, u_1, u_2) = \varphi(e_1, u_2, u_1), \tag{10}$$

$$\varphi(u_1, e_2, u_2) = \varphi(u_2, e_2, u_1), \tag{11}$$

то операции сложения и умножения будут коммутативны, а элементы e_1 и e_2 будут нейтральными по этим операциям.

Заметим, что в принятых обозначениях

$$\psi\big(u_1, e_2, \psi(e_1, u_2, u_3)\big) = u_1 \cdot (u_2 + u_3), \tag{12}$$

$$\psi\big(e_1, \psi(u_1, e_2, u_2), \psi(u_1, e_2, u_3)\big) = u_1 \cdot u_2 + u_1 \cdot u_3. \tag{13}$$

Если вдобавок к предыдущему потребовать выполнения равенства

$$\psi\big(u_1, e_2, \psi(e_1, u_2, u_3)\big) = \psi\big(e_1, \psi(u_1, e_2, u_2), \psi(u_1, e_2, u_3)\big), \quad (14)$$

то операция умножения будет дистрибутивна относительно операции сложения, т.е.

$$u_1 \cdot (u_2 + u_3) = u_1 \cdot u_2 + u_1 \cdot u_3. \quad (15)$$

Полагая в (13) $u_2 = e_2$, на основании (3) получим что

$$\forall\, u_1, u_3 \in U\ \psi(u_1, e_2, u_3) = \psi\big(e_1, \psi(u_1, e_2, e_2), \psi(u_1, e_2, u_3)\big). \quad (16)$$

Достаточным для выполнения равенства (16) является условие

$$\forall\, u \in U\ \psi(u, e_2, e_2) = \varphi(u, e_2, e_2) = u \cdot e_2 = e_2. \quad (17)$$

Заметим, что в стандартных обозначениях $e_1 = 1$ и $e_2 = 0$ условие (17) задает правило умножения на нуль справа в кольцах и решетках.

Теперь, с учетом сказанного выше, постараемся определить на конечном n-элементном множестве U операции умножения и сложения со свойством дистрибутивности.

Сначала зададим, например, с помощью таблицы Кэли операцию с нейтральным элементом e_1 и поглощающим элементом e_2, которую будем трактовать как умножение:

$$\forall\, u \in U\ e_1 \cdot u = u \cdot e_1 = u, \quad (18)$$

$$\forall\, u \in U\ e_2 \cdot u = u \cdot e_2 = e_2. \quad (19)$$

Положим

$$\psi(u_1, e_2, u_2) \coloneqq u_1 \cdot u_2, \quad (20)$$

$$\psi(e_1, e_2, u) = \psi(e_1, u, e_2) \coloneqq u, \quad (21)$$

определив тем самым результаты применения тернарной операции ψ ко всем возможным кортежам (u_1, e_2, u_2), (e_1, e_2, u), (e_1, u, e_2).

Определим оставшиеся значения $\psi(e_1, u_2, u_3)$ для $u_2, u_3 \neq e_2$ на основании (14). Для этого зафиксируем три элемента $u_2^0, u_3^0, v^0 \in U$ и положим

$$\psi(e_1, u_2^0, u_3^0) \coloneqq v^0, \quad (22)$$

Заметим, что в (14) результаты операции $\psi(u_1, e_2, u_2^0)$ и $\psi(u_1, e_2, u_3^0)$ при заданных значениях u_1 будут однозначно определяться в соответствии с (20).

Пусть последовательность $\{u_1^k\}_{k=1}^{n-1}$ пробегает все элементы множества U за исключением e_1. Обозначим

$$v_k^2 = \psi\big(u_1^k, e_2, u_2^0\big) = u_1^k \cdot u_2^0, \quad (23)$$

$$v_k^3 = \psi\big(u_1^k, e_2, u_3^0\big) = u_1^k \cdot u_3^0, \quad (24)$$

и в соответствии с (14) положим

$$\psi(e_1, v_k^2, v_k^3) \coloneqq \psi\big(u_1^k, e_2, v^0\big) = u_1^k \cdot v^0, \quad (25)$$

Для определенных в (25) результатов операций $\psi(e_1, v_k^2, v_k^3)$ проверим выполнение условия (14)

$$\psi\left(u_1^k, e_2, \psi(e_1, v_k^2, v_k^3)\right) = \psi\left(e_1, \psi\big(u_1^k, e_2, v_k^2\big), \psi\big(u_1^k, e_2, v_k^3\big)\right), \quad (26)$$

Если условие не выполняется хотя бы для одного набора аргументов, то вернемся к (22), переходя к новому набору $u_2^0, u_3^0, v^0 \in U$. В противном случае, доопределим ранее неопределенные значения $\psi(u_1, u_2, u_3)$, если таковые остались, на основании (6) и проверим выполнение свойства дистрибутивности

операции умножения относительно операции сложения, которые определим в соответствии с (8) и (9). Если условие дистрибутивности не выполняется хотя бы для одного набора аргументов, то вернемся к (22), переходя к новому набору $u_2^0, u_3^0, v^0 \in U$.

Таким образом, за конечное число шагов нам либо удастся определить искомую операцию сложения, либо, если перебор всех возможных значений $u_2^0, u_3^0, v^0 \in U$ не приведет к нужному результату, сделать заключение о том, что такой операции не существует.

Пример

Рассмотрим простейший случай конечного множества $U = \{0,1\}$. На нем определены две операции, удовлетворяющие условиям (20)-(21).

1. Нейтральный элемент $e_1 = 1$, поглощающий элемент $e_2 = 0$. Операция умножения - конъюнкция (умножение по модулю два).

$u_1 \wedge u_2$	0	1
0	0	0
1	0	1

В соответствии с (20)-(21) положим

$\psi(u_1, e_2, u_2) = \psi(u_1, 0, u_2) \coloneqq u_1 \cdot u_2 = u_1 \wedge u_2.$

$\psi(0,0,0) \coloneqq 0,$

$\psi(0,0,1) \coloneqq 0,$

$\psi(1,0,0) \coloneqq 0,$

$\psi(1,0,1) \coloneqq 1.$

$\psi(e_1, e_2, u) = \psi(1,0,u) = \psi(1,u,0) \coloneqq u.$

$\psi(1,0,0) \coloneqq 0,$

$\psi(1,0,1) \coloneqq 1,$

$\psi(1,1,0) \coloneqq 1,$

$\psi(1,0,0) \coloneqq 0.$

Определим оставшиеся значения $\psi(e_1, u_2, u_3) = \psi(1, u_2, u_3)$ для $u_2, u_3 \neq e_2 = 0$ на основании (14). В данном случае $u_2^0 = 1, u_3^0 = 1$, а значение $v^0 \in U = \{0,1\}$ может быть произвольным.

1.1. Зафиксируем $v^0 = 0$, тогда

$$\psi(1,1,1) \coloneqq 0.$$

В данном случае последовательность $\{u_1^k\}_{k=1}^1$ состоит из единственного элемента $u_1^1 = e_2 = 0$. Обозначим

$$v_k^2 = v_1^2 = \psi(u_1^1, e_2, u_2^0) = \psi(u_1^1, 0, u_2^0) = \psi(0,0,1) = 0,$$
$$v_k^3 = v_1^3 = \psi(u_1^1, e_2, u_3^0) = \psi(u_1^1, 0, u_3^0) = \psi(0,0,1) = 0,$$

и в соответствии с (14) положим

$$\psi(e_1, v_1^2, v_1^3) = \psi(1,0,0) \coloneqq \psi\left(u_1^1, e_2, v^0\right) = \psi(0,0,0) = 0.$$

Следующие равенства обеспечивают выполнение условия (26):

$$\psi\left(u_1^1, e_2, \psi(e_1, v_1^2, v_1^3)\right) = \psi\left(0,0,\psi(1,0,0)\right) = \psi(0,0,0) = 0,$$
$$\psi\left(e_1, \psi(u_1^1, e_2, v_1^2), \psi(u_1^1, e_2, v_1^3)\right) = \psi\left(1, \psi(0,0,0), \psi(0,0,0)\right) = \psi(1,0,0) = 0.$$

Определим операцию сложения в соответствии с (8)

$$0 + 0 = \psi(e_1, 0,0) = \psi(1,0,0) = 0,$$
$$0 + 1 = \psi(e_1, 0,1) = \psi(1,0,1) = 1,$$
$$1 + 0 = \psi(e_1, 1,0) = \psi(1,1,0) = 1,$$
$$1 + 1 = \psi(e_1, 1,1) = \psi(1,1,1) = 0.$$

Эта схема определяет операцию «исключенное или» (сложение по модулю два).

$u_1 \triangle u_2$	0	1
0	0	1
1	1	0

Остаются неопределенными значения $\psi(0,1,0)$, $\psi(0,1,1)$, которые подлежат определению из (6)

$$\psi(0,1,0) \coloneqq \psi\left(0,0,\psi(1,1,0)\right) = \psi(0,0,1) = 0,$$
$$\psi(0,1,1) \coloneqq \psi\left(0,0,\psi(1,1,1)\right) = \psi(0,0,0) = 0.$$

Построенная алгебра $\langle\{0,1\}(\wedge,\triangle)\rangle$- поле характеристики два.

1.2. Применение метода для $v^0 = 1$ приводит к построению дистрибутивной решетки $\langle\{0,1\}(\wedge,\vee)\rangle$.

2. Нейтральный элемент $e_1 = 0$, поглощающий элемент $e_2 = 1$. Операция умножения - дизъюнкция.

2.1. Применение метода для $v^0 = 0$, приводит к построению дистрибутивной решетки $\langle\{0,1\}(\vee,\wedge)\rangle$.

2.2. Применение метода для $v^0 = 1$ приводит к построению поля характеристики два $\langle\{0,1\}(\vee,\leftrightarrow)\rangle$.

Литература

1. Цветов В.П. Полугруппы бинарых операций и криптосистемы на группоидах // Вестник Самарского университета. Естественнонаучная серия. 2020. Т. 26. № 1. С. 23–51. DOI: http://doi.org/10.18287/2541-7525-2020-26-1-23-51.

2. Цветов В.П., Двойственные упорядоченные структуры бинарных отношений // Сборник трудов IV международной конференции ИТНТ-2018, 24–27 апреля 2018 г., г. Самара, Россия,– С. 2635–2644.

3. Tsvetov V.P. Algebras of finitary relations. CEUR Workshop Proceedings, 2019, vol. 2416, pp. 119–125. DOI: https://doi.org/10.18287/1613-0073-2019-2416-119-125.

4. Цветов В.П. Фрактальные группоиды и криптография с открытым ключом // Вестник Самарского университета. Естественнонаучная серия. 2020. Т. 26. № 2. С. 23–49. DOI: 10.18287/2541-7525-2020-26-2-23-49.

УЧЁТ СРЕДНЕГО РЭЛЕЕВСКОГО ШУМА В ЗАДАЧЕ ПАССИВНОЙ МОНОИМПУЛЬСНОЙ ПЕЛЕНГАЦИИ

Чуманкин Ю.Е., Морозов О.А., Фидельман В.Р.

(Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского)

В настоящее время актуальна задача пассивной моноимпульсной пеленгации источника радиоизлучения (ИРИ). Моноимпульсные методы пеленгации предполагают использование одной многолучевой принимающей антенны с несколькими каналами приёма [1-4]. Каждому каналу приёма соответствует один луч диаграммы направленности (ДН) антенны, причём максимумы лучей ориентированы по-разному. Обычно перед применением алгоритмов пеленгации проводится предварительная фильтрация. Повысить точностные характеристики пеленгационных алгоритмов возможно за счёт адаптивной оценки и учёта шума во время решения задачи пеленгации. Целью настоящей работы является разработка алгоритма, учитывающего наличие и особенности шума в задаче пассивной моноимпульсной пеленгации и оценка точностных характеристик предложенного алгоритма.

Описание ДН и положения источника излучения ведется в системе координат азимутальный угол *az* - угол места *el*. ДН дискретизуется на сетке в указанной системе координат. Согласно [2], предполагается что:

$$A_i = A_0 d_i(az_0, el_0) + \zeta_i, \quad (1)$$

где A_i – зарегистрированная амплитуда излучения в i-ом луче, A_0 – амплитуда излучения источника, d_i – ДН i-го луча антенны, (az_0, el_0) – направление на источник излучения (пеленг), ζ_i – амплитуда шума в i-ом луче.

В задачах обнаружения и обработки сигналов делается предположение о гауссовом распределении шумов в канале. Следовательно, амплитуда шума ζ_i распределена в соответствии с распределением Рэлея, особенностью которого является наличие ненулевого математического ожидания.

Математически задача однопозиционной пассивной пеленгации формулируется как решение системы уравнений (1) относительно неизвестного направления на источник (az_0, el_0). Введем обозначения: $\alpha_i \equiv A_i / A_0$, $\xi_i \equiv \zeta_i / A_0$. Обычно ζ_i считаются пренебрежимо малыми вследствие предварительной фильтрации входного сигнала, что вносит дополнительные погрешности в результат. Для повышения точности пеленгации предлагается не пренебрегать шумом, а воспользоваться предположением, что ζ_i (т.е. и ξ_i) имеет рэлеевское

распределение, и заменить ξ_i его математическим ожиданием μ. Тогда система (1) записывается следующим образом:

$$\alpha_i = d_i(az_0, el_0) + \xi_i \approx d_i(az_0, el_0) + \mu . \quad (2)$$

Дополнительный неизвестный параметр μ предлагается определять наряду с az_0 и el_0 из системы (2). Для решения системы (2) следует оптимизировать функцию невязки между правыми и левыми частями уравнений. В качестве невязки предлагается использовать косинусное рассогласование [5]:

$$L = -\frac{\sum_{i=1}^{N} \alpha_i \left(d_i(az_0, el_0) + \mu \right)}{\sqrt{\sum_{j=1}^{N} \alpha_j^{\,2}} \sqrt{\sum_{j=1}^{N} \left(d_i(az_0, el_0) + \mu \right)^2}} , \quad (3)$$

где N – количество лучей антенны.

Рассогласование L, выраженное через A_i, выглядит следующим образом:

$$L = -\frac{\sum_{i=1}^{N} A_i \left(d_i(az_0, el_0) + \mu \right)}{\sqrt{\sum_{j=1}^{N} A_j^{\,2}} \sqrt{\sum_{j=1}^{N} \left(d_i(az_0, el_0) + \mu \right)^2}} . \quad (4)$$

Для определения пеленга следует минимизировать (4) по параметрам az_0, el_0 и μ.

Проверка предложенного алгоритма выполнена на основе компьютерного моделирования. Рассмотрена параболическая офсетная рефлекторная шестнадцатилучевая антенна с диаметром раскрыва рефлектора D = 10 м, фокальным расстоянием F = 7 м и офсетным углом χ = 35°. Частота настройки антенны f = 800 МГц. Рассчитанная методом физической оптики [6] нормированная амплитудная диаграмма направленности $d(az, el)$ приведена на рисунке 1.

Для оценки средней погрешности пеленга проведено по 1000 вычислительных экспериментов для каждого состояния антенной системы и канала передачи. При регистрации амплитуд фиксируется отношение сигнал / шум *SNR* (ОСШ). На регистрируемые амплитуды накладываются шумовые отсчёты, распределение которых является рэлеевским. Каждому эксперименту соответствует: случайное расположение ИРИ, положение источника подчиняется равномерному распределению по области моделирования $az^2 + el^2 < (7°)$. Для минимизации рассогласования (4) используется симплексная оптимизация [7]. На рисунке 2 представлены зависимости средней погрешности пеленга (δ) от ОСШ.

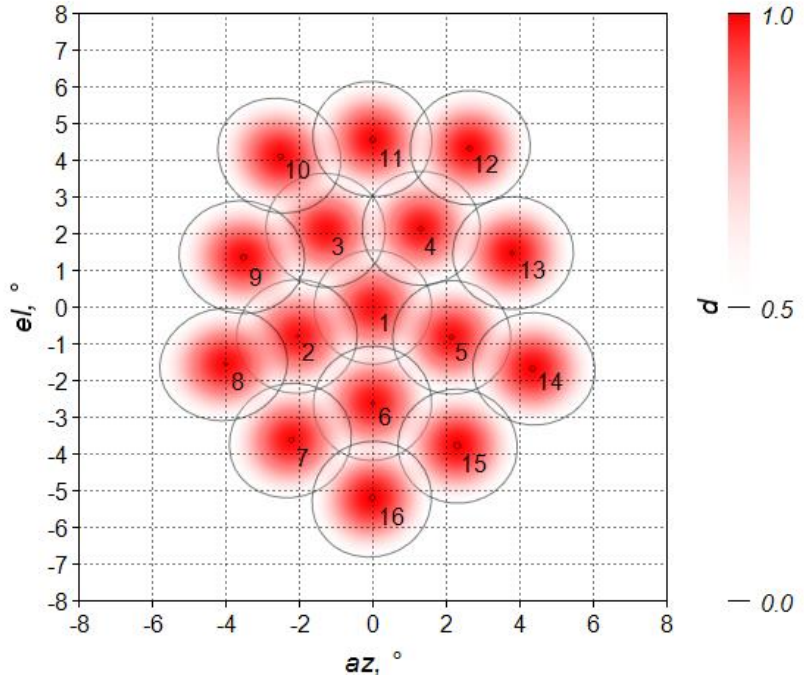


Рис. 1. Нормированная амплитудная ДН антенны

Черным цветом обозначены погрешности пеленга, полученные в классическом приближении (при пренебрежении в выражении (1) шумовыми отсчётами ζ_i), серым цветом обозначены погрешности пеленга, полученные по предложенной в работе методике. Таким образом показано, что учёт ненулевого математического ожидания рэлеевского шума позволяет значительно снизить среднюю погрешность пеленга. В работе предложена методика оценки и учёта этого параметра в задаче пассивной моноимпульсной пеленгации. Использование предложенной методики позволяет снизить погрешность пеленгации с ~0,2° до ~0,06° при ОСШ равном 4 дБ.

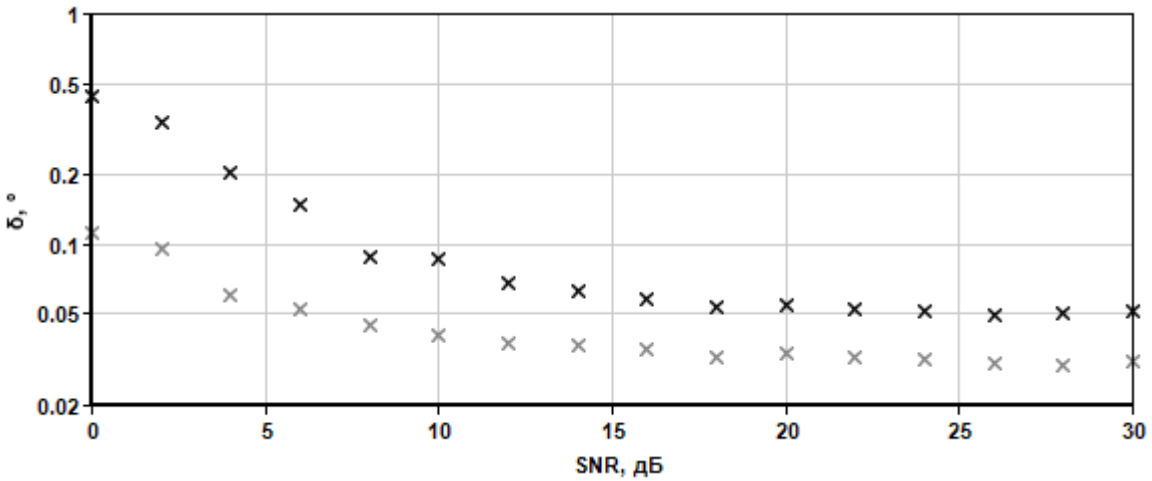


Рис. 2. Зависимость средней погрешности пеленга от ОСШ

Литература

1. Леонов А.И., Фомичев К.И. Моноимпульсная радиолокация. М.: Радио и связь, 1984. 684 с.

2. Логинов А.А., Морозов О.А., Семенова М.Ю. Алгоритмы повышения точности оценки пеленга в задаче амплитудной моноимпульсной пассивной локации // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского, 2010, №5(2), с. 358-362.

3. Морозов О.А., Фидельман В.Р., Чуманкин Ю.Е. Пространственная фильтрация источников сигналов на основе принципа максимума энтропии в задаче пассивной пеленгации с использованием многолучевых антенн // Известия высших учебных заведений. Радиофизика, 2019, т. 62, №2, с. 147-156.

4. Морозов О.А., Фидельман В.Р., Чуманкин Ю.Е. Метод оценки изменения направлений главных максимумов диаграммы направленности многолучевой антенны в задаче пассивной пеленгации // Известия высших учебных заведений. Радиофизика, 2022, т. 65, №9, с. 758-767.

5. Connor R. A Tale of Four Metrics // Similarity Search and Applications, 2016, pp. 210-217.

6. Borries O. et al. Reflector antenna analysis using physical optics on Graphics Processing Units // EuCAP, 2014, P. 254-258.

7. Дамбраускас А.П. Симплексный поиск. М.: Энергия, 1979. 176 с.

МЕТОДИКА РАЦИОНАЛЬНОГО ЗАМЕЩЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ УСЛУГ ЦИФРОВЫМИ СЕРВИСАМИ

Яценко Н.П.

(Университет ИТМО)

Активное внедрение компьютерных технологий в государственное управление привело к возникновению понятия электронной услуги. Однако процесс автоматизации и компьютеризации государственных услуг шел по схеме прямого переноса задач в информационную среду без серьезного пересмотра клиентского пути. В результате возможности, которые открывает цифровизация, были использованы лишь отчасти. И, несмотря на то что эффект был значимый и не подвергается сомнению, задел по оптимизации построения «клиентоориентированных» услуг остается и по сей день весьма серьезным.

Основные причины такого подхода при цифровизации процессов оказания государственных услуг являются:

- отсутствие на тот момент полноценного электронного межведомственного взаимодействия;
- стремление сохранить рабочие места государственных служащих;

- неготовность к радикальному пересмотру существующих алгоритмов оказания услуги;
- недостаток квалификации ИТ-специалистов;
- недостаток информационных мощностей;
- отсутствие единого регламента при информатизации.

В этом контексте крайне востребованы современные технологии цифровой трансформации [1].

Сейчас легко говорить о том, как можно было сделать, однако, на заре перехода в «цифру» вопросы о проактивности и клиентоориентированности услуг не стояли на повестке дня. Но уже в 2019 году в Послании Президента Федеральному собранию Правительству было поручено до конца 2020 года обеспечить возможность получения гражданами в автоматическом режиме комплексных услуг, сгруппированных по основным жизненным ситуациям. Подобный подход уже внедрен в Сингапуре и Новой Зеландии. Например, рождение ребенка связано с рядом формальностей, за которые отвечают разные органы власти. Чтобы избавить родителей от бюрократических задержек и очередей, в этих странах используют единый электронный межведомственный сервис для прохождения всех процедур, связанных с рождением малыша [2]. Данное направление у нас получило меткое наименование «Суперсервисы». Уже сейчас на ЕПГУ (Единый портал Госуслуги) существуют примеры работающих сервисов - «Поступление в ВУЗ онлайн», «Евроротокол онлайн». В мае 2019г. Минцифры России заявило о 25 подобных Суперсервисах для различных жизненных ситуаций, но позднее планы были скорректированы и их количество снизили до 18.

В текущих реалиях, когда из страны ушло множество вендоров ПО и оборудования, когда безопасность и устойчивость IT-систем к внешним вызовам становится еще более весомым вопросом, многие ГИС подлежат пересмотру и доработке. Самые громкие информационные поводы прошедшего года касались закрытия или приостановки деятельности российских представительств ведущих мировых ИТ-компаний: Microsoft, Oracle, SAP, Dell, SAS, Huawei, NVidia, IBM и др. Каждая вторая российская компания осталась без технической поддержки из-за ухода иностранных IT-гигантов с российского рынка. Это вынудило их заняться разработкой собственного ПО. По данным аналитиков, 76% отечественных компаний из крупного и среднего бизнеса теперь самостоятельно разрабатывают софт [3]. У ГОИВ (государственные органы исполнительной власти) ситуация не столь плачевна, но многие ГИС также предстоит дорабатывать. В результате мы видим, что сроки ввода новых Суперсервисов даже не озвучиваются.

Переход от цифровых услуг к цифровым сервисам процесс сложный и связан с решением множества технологических вопросов. Поскольку в решении одной жизненной ситуации могут быть увязаны несколько услуг от различных ведомств, то здесь необходима надежная связь между различными ГИС. На первый план выходит архитектура рассматриваемой информационной системы,

используемые программные и аппаратные инструменты, наличие актуальных технологических решений, поддержка СМЭВ, МЭДО и другие аспекты.

Одним из шагов, направленных на решение вопросов унификации стандартов построения ГИС государство выбрало путь единой платформы разработки, коей стала ЕЦП «Гостех». Другие цели, которые призвана решать платформа – сокращение сроков создания, развитие государственных информационных систем на платформе «ГосТех», повышение эффективности и результативности процессов по созданию и развитию государственных информационных систем на платформе «ГосТех», обеспечение высокого уровня качества и безопасности цифровых продуктов платформы «ГосТех» и поддержка разработок отечественных решений в области информационных технологий.

В скором будущем может быть запущен механизм обязательного размещения ГИС на платформе «ГосТех». Об этом нам вполне не двузначно намекает размещение 8 ноября 2022 года на сайте regulation.gov.ru проекта указа президента РФ «О поэтапном переходе на создание и развитие государственных информационных систем на единой цифровой платформе Российской Федерации «ГосТех»». Это повлечет за собой массовый переход существующих ГИС с доработкой под требования платформы. Масштабность данной процедуры может стать серьезным вызовом для Правительства, Минцифры и других ведомств, связанных с заявленной процедурой.

В данной работе предлагается разработка модели экспертной системы, которая позволит:

- выставлять приоритетность миграции сервисов, подавших заявку;
- определять критические несоответствия сервиса требованиям платформы;
- оценивать условный уровень «зрелости» сервиса - соответствия требованиям ЕЦП «ГосТех» и определять текущее место в общем списке сервисов, подавших заявку на миграцию;
- выдавать рекомендации по повышению уровня соответствия требованиям платформы до приемлемого для осуществления миграции.

В основу экспертной системы закладывается клиентский опросник для представителя сервиса, подавшего заявку на миграцию на платформу «ГосТех». Опросник разработан на основе «Методики по выбору региональных сервисов для включения в единую цифровую платформу Российской Федерации «ГосТех» [4].

Первый блок вопросов связан с базовыми параметрами сервиса. Сюда входят вопросы, о связи сервиса с Федеральными проектами и Государственными программами РФ, связи с региональными Государственными программами и отнесении сервиса к приоритетным отраслям. Ответы на вопроса первого блока формируют базовую приоритетность миграции Кприоритет. Если сервис связана с Федеральными проектами и Государственными программами то ему присваивается 1й приоритет миграции. Если же сервис связан с региональными Государственными программами, то приоритет миграции будет 2й. В случае если не выполняются первые два условия, но сервис относится к приоритетным

отраслям из списка «Здоровье», «Финансы», «Правоохранение», то присвоенный приоритет миграции будет 3. В иных случаях 4. Таким образом, производится первичное распределение ГИС, претендующих мигрировать на платформу «ГосТех».

Следующий блок вопросов, связан с критическими требованиями платформы «ГосТех». Несоответствие сервиса любому из перечисленных в данном блоке параметров выдаёт однозначную рекомендацию на глубокую переработку существующей ГИС и предлагает список организаций, занимающихся разработкой в данной сфере, получивших положительное заключение Минцифры и ГосТеха по результатам предыдущих работ. Данное предложение носит не обязательный, а рекомендательный характер. Оно направлено на решение вопроса поиска разработчиков, имеющих соответствующие навыки и зарекомендовавших себя в качестве эффективных подрядчиков при создании ГИС.

Третий, он же последний и самый объемный блок вопросов также затрагивает важные технологические особенности сервиса. В результате полученных ответов система формирует численное выражение уровня соответствия требований ЕЦП «ГосТех» посредством вычисления суммы произведений баллов за ответы на весовые коэффициенты ω. При минимальном соответствии потребуется глубокая переработка сервиса, при средних и максимальных показателях соответствия $P_{соотв}$ сервис может быть будет допущен к миграции, если его показатель соответствия будет выше минимального значения показателя P_{min}.

$$P_{соотв} = P_7 \cdot \omega_7 + P_8 \cdot \omega_8 + \ldots + P_{34} \cdot \omega_{34},$$

где $P_{соотв}$ – уровень соответствия требованиям ЕЦП «ГосТех»;

P_n – ответ на 2.n-ный вопрос опросника;

ω_n – весовой коэффициент n-ного параметра опросника;

Весовые коэффициенты ω определяется методом усреднения предпочтений при наличии нескольких экспертов. Опрашивается ряд экспертов, которые выставляют от 1 до 10 баллов, определяющих значимость параметра, указанного в каждом вопросе блока технологических особенностей сервиса. Далее по каждому вопросу баллы складываются, а сумма делится на число экспертов и на 10. Таким образом, по каждому вопросу имеем весовой коэффициент ω, измеряемый в долях единицы.

Определение минимального уровня соответствия P_{min} требованиям ЕЦП «ГосТех» осуществляется техническими экспертами. На данном этапе принимаем P_{min} соответствующим 55% от максимального показателя $P_{соотв\ max}$. Преодоление данного барьера вкупе с выполнением ключевых условий соответствия даст предварительное одобрение на миграцию сервиса. Однако, если $P_{соотв}$ будет в интервале от 55% до 80% от $P_{соотв\ max}$, то система предложит ряд доработок перед переводом на платформу.

По результатам работы экспертной системы сервису, подавшему заявку будет:

- присвоен приоритет миграции $K_{приоритет}$;
- присвоен уровень соответствия требованиям ЕЦП «ГосТех» $P_{соотв}$;

- выдано заключение о предварительном допуске к миграции на основе преодоления минимального уровня соответствия требования ЕЦП «ГосТех» P_{min};
- выданы рекомендации по доработке сервиса;
- присвоен порядковый номер на текущий момент в общем списке сервисов ожидающих миграцию на платформу с учетом приоритета миграции $K_{приоритет}$ и уровня соответствия требованиям платформы $P_{соотв}$;
- рекомендательно предложен реестр разработчиков, получивших одобрение Минцифры и Гостеха для последующего устранения недоработок.

По мере увеличения количества заявок список сервисов, получивших порядковый номер, будет расширяться. Будут появляться сервисы, получившие предварительное одобрение на миграцию с равным приоритетом миграции. В таком случае позицию выше в реестре мигрирующих сервисов займёт ГИС с более высоким уровнем соответствия технологическому стеку ЕЦП «ГосТех».

Литература

1. Сурнин О.Л., Ефанов И.А., Ситников П.В., Иващенко А.В., Столбова А.А., Ильясова Н.Ю. Цифровая трансформация государственных услуг на основе системы управления контентом // Информационные технологии и нанотехнологии (ИТНТ-2021) Сборник трудов по материалам VII Международной конференции и молодежной школы. Самара, 2021. – с. 32932

2. Главные перспективы развития в России GovTech [Электронный ресурс] // https://platform.gov.ru/news/glavnye-perspektivy-razvitiya-v-rossii-gostekh/ (дата обращения 12.05.2023)

3. Уход иностранных IT вендоров [Электронный ресурс] https://www.forbes.ru/tekhnologii/479623-uhod-inostrannyh-it-vendorov-ostavil-bolse-50-rossijskoj-kompanij-bez-tehpodderzki (дата обращения 12.05.2023)

4. Бечин А. Выбор региональных сервисов для перевода на ЕЦП «ГосТех» [Электронный ресурс] https://цифроваяэволюция.рф/storage/filemanager/presentation_19082022/7/slyshkin.pdf (дата обращения 12.05.2023)

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВА СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ АСУ ТП

Бабенко А.А.

(Волгоградский государственный университет)

Согласно отчёту [1] главными рисками 2023 г являются кибератаки на критическую инфраструктуру. Следовательно, актуальной является задача определения состава системы защиты АСУ ТП. В качестве решения мы предлагаем формальную модель, основанную на экспертном методе [2]:

$$S=(A, TR, VR, P, R, MP), \quad (1)$$

где A – множество активов АСУ ТП, подлежащих защите;
TR – бинарная матрица угроз ценным активам АСУ ТП;
VR – матрица степеней уязвимости активов АСУ ТП, выявленным угрозам;
P – множество вероятностей реализации угроз активам АСУ ТП;
R – множество рисков для ценных активов АСУ ТП.
MP – множество средств защиты от угроз активам АСУ ТП.
Риск r_{ij} для i-го актива АСУ ТП для j-ой угрозы вычисляется по формуле

$$r_{ij}=w(a_i)v(a_{ij})p_j \quad (2)$$

где $w(a_i)$ – ценность i-го актива АСУ ТП;
$v(a_{ij})$ – степень уязвимости i-го актива АСУ ТП j-ой угрозе;
p_j – вероятность реализации j-ой угрозы.

После оценки рисков для активов АСУ ТП, экспертом устанавливается допустимый уровень риска $R_{доп}$. Все риски, превосходящие приемлемый уровень, должны быть обработаны. Для этого экспертом определяются меры по их снижению. Предложенные экспертом меры должны быть реализованы в виде конкретных сертифицированных средств защиты. Для определения наиболее эффективных из них, предлагается сравнивать средства защиты по следующим критериям:

Таблица 1 – Критерии для сравнения средств защиты

Обозначение	Название критерия	Возможные значения
k_1	Длительность действия сертификата	0 – истекает в 2021, 0,5 – истекает в 2022, 1 – истекает после 2023
k_2	Многофункциональность	0 – нет

Обозначение	Название критерия	Возможные значения
	Выполнение СЗ нескольких функций	1 – да
k_3	Соответствие СЗ высокому уровню отсутствия недекларированных возможностей	0 – нет 1 – да
k_4	Стоимость СЗ относительно аналогичных	0 – больше средней по группе, 0,5 – примерно средняя по группе 1 – меньше средней по группе.
k_5	Количество перекрываемых угроз	$k_5 = \begin{cases} 1, если \sum\limits_{tr_j=1}^{n} m_{tr_j}^{mp_i} = \lvert TR \rvert, \\ 0{,}5, если 0{,}5\lvert TR \rvert \le \sum\limits_{tr_j=1}^{n} m_{tr_j}^{mp_i} < \lvert TR \rvert, \\ 0{,}3, если 0 < \sum\limits_{tr_j=1}^{n} m_{tr_j}^{mp_i} < 0{,}5\lvert TR \rvert, \\ 0, если \sum\limits_{tr_j=1}^{n} m_{tr_j}^{mp_i} = 0 \end{cases}$ (4)

Разработана архитектура (Рисунок 1), объединяющая схожие функции в отдельные модули (Таблица 1).

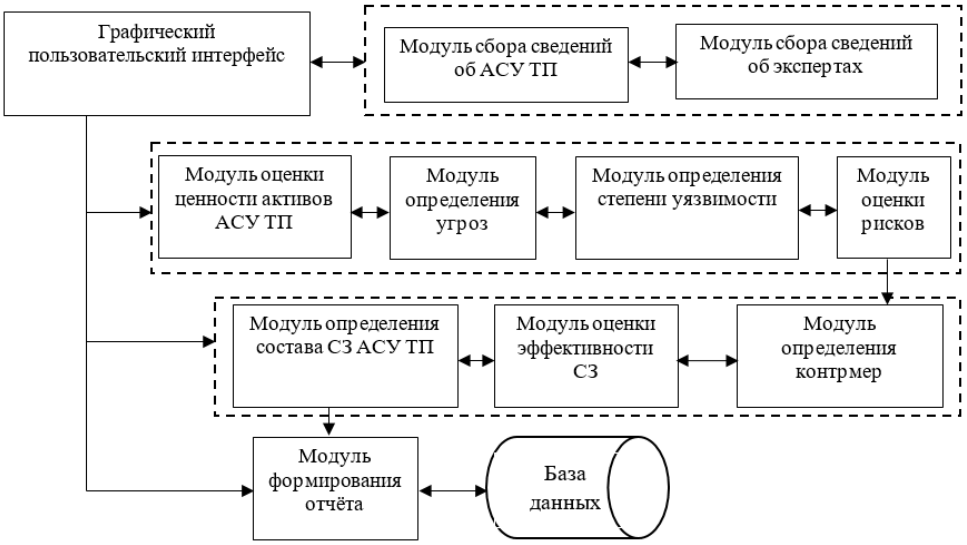


Рис. 1. Архитектура программного комплекса

Таблица 2 – Модули программного комплекса определения состава СЗ АСУ ТП и их назначение

Название	**Функции модуля**
Пользовательский интерфейс	Формы для ввода данных экспертом и вывод результатов работы.
Модуль сбора сведений об АСУ ТП	Название АСУ ТП, назначение, оператор, обрабатываемая информация и т.п.
Модуль сбора сведений об экспертах	ФИО, должность, применяемая методика для их отбора, методика интервьюирования, методика обработки результатов.
Модуль оценки ценности активов АСУ ТП	Определение активов АСУ ТП и их ценности в соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 27005-2010.
Модуль определения угроз	Определение угроз ИБ ценным активам АСУ ТП, в соответствии с банком данных угроз ФСТЭК.
Модуль определения степени уязвимости	Представляет результат экспертной оценки уязвимости актива АСУ ТП для ранее установленного перечня угроз, по количественной шкале
Модуль оценки рисков	Представляет результат экспертной оценки вероятности реализации угроз ИБ активам АСУ ТП и отчет об оценке рисков ИБ для каждого из ценных активов ГИС, вычисленных по формуле 2
Модуль определения контрмер	Для экспертного принятия решения о выборе СЗ активов АСУ ТП, риски которых признаны неприемлемыми и подлежат обработке с целью их минимизации.
Модуль оценки эффективности СЗ	Для экспертного выбора эффективных СЗ.
Модуль для определения состава СЗ АСУ ТП	Отчет о составе СЗ после обработки рисков ИБ активов АСУ ТП и остаточном риске для каждой из актуальных угроз после их обработки.
Файл отчета	Файл в формате *.xlsx для хранения и последующего использования информации обрабатываемой в программном комплексе.
База данных	Для хранения полученной информации с целью накопления и дальнейшего анализа.

Для тестирования разработанного метода определения состава системы защиты АСУ ТП с помощью разработанной программы были решены следующие задачи (Таблица 2)

Таблица 3 – Задачи на экспериментальные исследования

№	Этапы эксперимента	Задачи
1	Сбор данных и идентификация объектов	1) Заполнение сведений об АСУ ТП 2) Составление списка активов АСУ ТП 3) Определение ценности каждого актива 4) Составление списков актуальных угроз ценным активам (ЦА) АСУ ТП. 5) Оценка степени уязвимости активов для указанного ранее перечня угроз ЦА АСУ ТП. 6) Оценка вероятности угроз ЦА АСУ ТП.
2	Оценка рисков ИБ для перечня угроз ЦА АСУ ТП	1) Оценка предварительного риска по каждой угрозе. 2) Определение контрмер для указанного перечня угроз ЦА АСУ ТП. 3) Оценка СЗ для указанного ранее перечня контрмер угрозам ценным активам АСУ ТП 4) Построение матрицы перекрытия угроз ИБ средствами защиты. 5) Оценка остаточного риска.
3	Обработка риска	1) Определение значения допустимого риска. 2) Сравнительный анализ частных рисков активам АСУ ТП с допустимым. 3) Классификация рисков. 4) Определение метода обработки рисков. 5) Определение состава системы защиты АСУ ТП.

В результате проведения экспериментов, представленных в таблице 2, экспертом установлен допустимый уровень риска не более 20, риски, превышающие эти значения обработаны с целью их снижения, посредством внедрения средств защиты, реализующих контрмеры. Установленные СЗ снизили риски для всех ценных активов АСУ ТП до приемлемого уровня. Полученные результаты для информационного актива АСУ ТП приведён на рисунке 2 (ось *X* – номер угроз из БДУ ФСТЭК, ось *Y* – уровень риска для информационного актива).

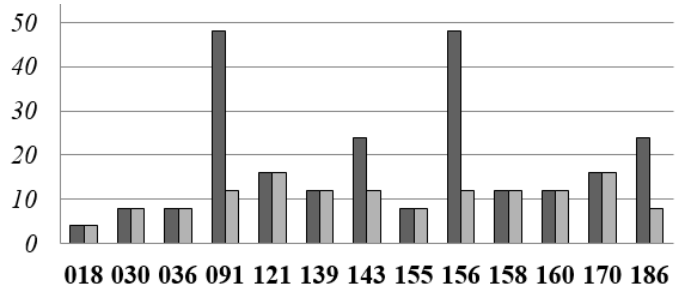


Рис. 2. Результаты, оценки рисков до и после внедрения СЗ в АСУ ТП

Литература

1. Статистика и тенденции киберинцидентов АСУ ТП за 2022 год. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: https://www.infowatch.ru/sites/default/files/analytics/files/statistika-kiberintsidentov-asu-tp-za-proshedshiy-god.pdf?ysclid=lfti5gjfhg440946619 (дата обращения: 29.03.2023). – Загл. с экрана.
2. Бабенко А. А., Рыбалкина А.В. Модель определения состава системы защиты ERP-систем / А. А. Бабенко, А.В. Рыбалкина // НБИ технологии. – 2022. – Т. 16, № 4. – С. 10–17.

СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ КИБЕРУГРОЗ НА МЕЖДУНАРОДНОМ ФИНАНСОВОМ РЫНКЕ

Козырева Н.И., Калемалькина А.А., Давыдов Д.А., Омельченко А.И.

(Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики)

Тесные финансовые и технологические взаимосвязи на финансовом рынке могут способствовать быстрому распространению атак по всей системе, потенциально приводя к широкомасштабным сбоям и потере доверия. Кибербезопасность является важной частью финансовой стабильности.

Среди стран с формирующейся рыночной экономикой и развивающихся стран большинство финансовых инспекторов не ввели правила кибербезопасности и не наращивали ресурсы для их обеспечения их соблюдения, согласно недавнему опросу Международного валютного фонда, в котором приняли участие более 50 стран. По итогам проведенного опроса сделаны следующие выводы:

- 56 процентов центральных банков или надзорных органов не имеют национальной киберстратегии для финансового рынка;
- 42 процента не имеют специального регулирования кибербезопасности или управления технологическими рисками, а 68 процентов не имеют специализированного подразделения по управлению рисками в рамках своего отдела надзора;
- 64 процента не требуют тестирования и осуществления мер кибербезопасности или предоставления дальнейших рекомендаций;
- 54 процентам не хватает специального режима отчетности о киберинцидентах;
- 48 процентов не имеют правил киберпреступности.

Между тем, оценка Банка международных расчетов выявила недостатки в надзоре за инфраструктурой финансовых рынков 29 юрисдикций.

Так же, как быстрый технический прогресс предлагает злоумышленникам инструменты, которые дешевле и проще в использовании, так и изменения дают финансовым учреждениям больше возможностей помешать им.

Тем не менее, следует ожидать большего количества угроз в мире. Целью их распространяются по мере подключения большего количества систем и устройств. Финтех-компании, которые в значительной степени полагаются на новые цифровые технологии, могут сделать финансовую индустрию не только более эффективной и универсальной, но и более уязвимой к киберрискам.

Преступники и их мотивация часто неясны, и риски не ограничиваются конкретными регионами. История показывает, что разлив разрушительного вредоносного ПО может нанести глобальный ущерб. Например, атака вредоносного ПО NotPetya, которая впервые затопила ИТ-системы организаций в 2017 году, быстро распространилась на несколько других стран и нанесла ущерб, оцениваемый более чем в 10 миллиардов долларов.

Концентрация рисков для часто используемых услуг, включая облачные хранилища, управляемые службами безопасности и сетевыми операторами, может повлиять на целые сектора. Потери могут быть высокими и стать макрокритичными.

Несмотря на то, что финансовые фирмы и регулирующие органы становятся все более осведомленными и готовы к нападениям, пробелы остаются существенными.

Нейтрализация угрозы

Финансовые учреждения и регулирующие органы должны подготовиться к усиленным киберугрозам и потенциальным успешным нарушениям, уделяя приоритетное внимание пяти вещам.

Центральные банки, регулирующие органы и финансовые фирмы должны разработать стратегию кибербезопасности. Киберриск - это многоаспектный вопрос, который требует надежной безопасности в органах власти; надежного надзора посредством регулирования и надзора;коллективных действий на рынке; и усилий по наращиванию потенциалаи опыта.

Финансовые регуляторы и фирмы должны переключить свое внимание с классической непрерывности бизнеса и планирования аварийного восстановления на предоставление критически важных услуг, даже когда атаки нарушают нормальную работу. Устойчивость требует поддержки со стороны топ-лидеров компаний и финансовых регуляторов и членов их совета директоров. Фирмы должны подготовиться к серьезным, но правдоподобным инцидентам, которые могут оказать системное воздействие. Руководители должны потребовать от отрасли рассмотреть такие неблагоприятные сценарии и проверить свои планы на случай непредвиденных обстоятельств как индивидуально, так и коллективно.

Финансовые надзорные органы должны обеспечить, чтобы киберрегулирование и надзор могли эффективно способствовать устойчивости. Универсального подхода не существует, но многие элементы являются общими. Эффективный надзорный подход уравновешивает деятельность внутри организа-

ции и за ее пределами, осуществляемую сочетанием экспертов по безопасности и руководителей широкого профиля, которые обеспечивают соблюдение регулированияпропорционально.

Финансовые фирмы должны укрепить кибергигиену, системы безопасного проектирования, а также стратегии реагирования и восстановления. В то время как многие из сегодняшних атак становятся все более изощренными и полагаются на социальную инженерию, чтобы заставить жертву предоставить конфиденциальную информацию, большинство успешных атак являются результатом рутинных недочетов, таких как неспособность исправить ошибки обновления или сделать правильные конфигурации безопасности. В этом контексте все имеет значение привычные методы обеспечения безопасной обработки критически важных данных и защиты сетей.

Международное сообщество должно согласовать отчетность окиберинцидентах и эффективный обмен информацией, чтобы власти во всем мире могли эффективно управлять инцидентами. Модель отчетности об инцидентах и общий лексикон, разрабатываемый Советом по финансовой стабильности, являются важными шагами вперед.

Сила киберзащиты зависит от самого слабого звена. С ростом взаимосвязей по всему миру ограничение рисков требует международных усилий. Международный валютный фонд продолжает оказывать помощь финансовым надзорам посредством инициатив по развитию потенциала, направленных на разработку и внедрение международных стандартов иередовой практики в качестве неотложной приоритетной задачи.

Литература

1. Киберустойчивость, советы по финансовой стабильности // ФСБ URL: https://www.fsb.org/work-of-the-fsb/financial-innovation-and-structural-change/cyber-resilience/ (дата обращения: 10.05.2023).

2. Киберриск - новая угроза финансовой стабильности // IMF Blog URL: https://www.imf.org/en/Blogs/Articles/2020/12/07/blog-cyber-risk-is-the-new-threat-to-financial-stability (дата обращения: 10.05.2023).

3. Киберриски для финансового сектора: основа для количественной оценки // IMF eLibrary URL: https://www.elibrary.imf.org/view/journals/001/2018/143/article-A001-en.xml (дата обращения: 11.05.2023)

4. Надзор за киберриском // URL: https://www.torontocentre.org/index.php?option=com_content&view=article&id=81:supervision-of-cyber-risk&catid=12&Itemid=101 (дата обращения: 11.05.2023).

5. Кибератака может вызвать кризис ликвидности в финансовом секторе // URL: https://www2.deloitte.com/ro/en/pages/risk/articles/cyber-attack-may- cause-liquidity-crisis-in-the-financial-sector.html (дата обращения: 10.05.2023).

6. Кибербезопасность, киберриски и регулирование и надзор за финан-

совым сектором // The world bank URL: https://www.worldbank.org/en/topic/financialsector/brief/cybersecurity-cyber- risk-and-financial-sector-regulation-and-supervision (дата обращения:11.05.2023).

7. Ресурсы по кибербезопасности // URL: https://www.sifma.org/resources/cybersecurity-resources/ (дата обращения: 11.05.2023).

8. Растущие киберугрозы означают, что финансовые фирмы срочно нуждаются в лучших гарантиях // IMF Blog URL: https://www.imf.org/en/Blogs/Articles/2023/03/02/mounting-cyber-threats-mean-financial-firms-urgently-need-better-safeguards (дата обращения:10.05.2023).

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ СКРЫТНОСТИ СТЕГАНОГРАФИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА «МЕТОД ЦВЕТОВЫХ КОДОВ»

Максимович Р.И., Кудрина М.А.

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева)

Введение

В работе описываются приёмы, которые позволили улучшить скрытность авторского стеганографического алгоритма «Метод цветовых кодов» [1]. Данный алгоритм основывается на принципах алгоритмов LSB [2] и Катера [3], его основная идея заключается в том, что каждому символу заранее установленного алфавита присваиваются один или несколько кодов, состоящих из трёх чисел, которые записываются в пиксель за счёт манипуляции остатками от деления компонент пикселя.

Описание алгоритма

Перед непосредственным рассмотрением того, с помощью каких идей был улучшен алгоритм «Метод цветовых кодов», необходимо в достаточной степени его описать. При описании метода будут использоваться следующие понятия: цветовой код, максима цветовых кодов, ключ цветовых кодов.

Максима цветовых кодов – это 3 коэффициента (в диапазоне от 1 до 255), по одному для каждого из RGB-каналов, необходимые для преобразования пикселя в цветовой код.

Цветовой код – это совокупность из трёх неотрицательных целых чисел, которые являются параметрами искажения цветовых RGB-каналов пикселя изображения и обозначают какой-либо символ. Каждая компонента цветового кода строго меньше соответствующей компоненты максимы цветовых кодов.

Ключ цветовых кодов – это совокупность максимы цветового кода и списка соответствий между цветовыми кодами и символами.

Ключ имеет следующие свойства:

1) он содержит все возможные цветовые коды для заданной максимы;
2) на каждый цветовой код приходится один символ алфавита, но на один символ может приходиться несколько цветовых кодов;
3) в алфавите ключа обязательно присутствует символ с кодом 0 по таблице Unicode. Этот символ называется пустым, так как, с точки зрения алгоритма, он означает отсутствие символа [1].

Кодирование

Алгоритм устроен таким образом, что в один пиксель изображения записывается ровно один символ сообщения. Запись символа включает в себя три этапа:

1) нормализация цвета по максиме цветовых кодов;
2) нахождение цветового кода, соответствующего записываемому символу;
3) запись символа.

Нормализация цвета по максиме цветовых кодов – процесс искажения цвета таким образом, чтобы в него был записан нулевой цветовой код – (0, 0, 0). Формулы нормализации цвета для каждой *RGB*-составляющей:

$R_{norm} = R - (R \bmod M_R)$, $G_{norm} = G - (G \bmod M_G)$, $B_{norm} = B - (B \bmod M_B)$,

где (R, G, B) – исходный цвет,

(M_R, M_G, M_B) – максима цветовых кодов,

$(R_{norm}, G_{norm}, B_{norm})$ – нормализованный цвет,

mod – операция нахождения остатка от деления.

Далее каждому символу сообщения сопоставляется один или несколько цветовых кодов. Если на записываемый символ приходится несколько цветовых кодов, то выбирается случайный из возможных.

Непосредственная запись символа, а точнее – цветового кода, соответствующего данному символу, тривиальна – достаточно прибавить выбранный цветовой код к *RGB*-представлению пикселя:

$R' = R_{norm} + r$, $G' = G_{norm} + g$, $B' = B_{norm} + b$,

где $(R_{norm}, G_{norm}, B_{norm})$ – нормализованный цвет,

(r, g, b) – цветовой код,

(R', G', B') – цвет с записанным символом.

Описанный выше процесс применяется ко всем пикселям изображения. Если длина кодируемого сообщения меньше, чем количество пикселей изображения, то алгоритм равномерно распределяет места под символы сообщения, а в оставшиеся заносит пустые символы. Максимально допустимая длина сообщения l_{max} вычисляется по следующей формуле:

$l_{max} = W \cdot H$, где W и H – ширина и высота изображения в пикселях [1].

Декодирование

Процесс получения цветового кода из пикселя осуществляется по следующим формулам:

$r = R' \bmod M_R$, $g = G' \bmod M_G$, $b = B' \bmod M_B$,

где (R', G', B') – цветовые компоненты пикселя, содержащего символ,

(M_R, M_G, M_B) – максима цветовых кодов,

(r, g, b) – цветовой код.

После получения цветового кода происходит обращение к ключу для определения символа. Этот процесс применяется для каждого пикселя изображения. При этом, если встречен пустой символ, то он игнорируется и не добавляется в выходное сообщение [1].

Изменения в реализации алгоритма кодирования

В первоначальной реализации алгоритма кодирования при необходимости занести в пиксель пустой символ брался случайный из цветовых кодов его символизирующих. Это приводило к тому, что по шумовым характеристикам заполненный контейнер совершенно отличался от пустого. Особенно это заметно при использовании изображений, имеющих монотонные участки.

Для демонстрации указанного эффекта возьмём изображение типа «cartoon», имеющее множество монотонных участков, создадим ключ цветовых кодов с небольшой максимой (для наглядности), произведём кодирование сообщения и затем визуализируем цветовые коды в пустом и заполненном контейнере. Визуализацию будем производить по следующим формулам:

$R_{vis} = R - (R \bmod M_R) / (M_R - 1)$,

$G_{vis} = G - (G \bmod M_G) / (M_G - 1)$,

$B_{vis} = B - (B \bmod M_B) / (M_B - 1)$,

где $(R_{vis}\ G_{vis}, B_{vis})$ – цвет с визуализированным цветовым кодом.

По сути, данные формулы рассчитывают цветовой код и «растягивают» его на возможный диапазон значений пропорционально максиме.

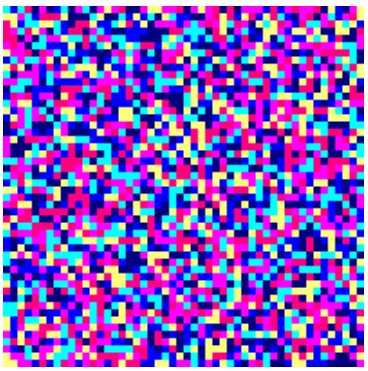
Результаты опыта представлены на рисунке 1.



а) пустой контейнер-рисунок



б) визуализированные цветовые кода пустого контейнера



в) визуализированные цветовые кода заполненного контейнера

Рис 1. Результаты опыта

Очевидно, что при подобной реализации, вскрыть факт записи достаточно легко, ведь при визуальной атаке станет заметно, что шум заполненного контейнера совершенно не характерен для подобного рода изображений.

Разумеется, можно использовать такие изображения фотографического типа, которые изначально имеют крайне высокую зашумлённость, но это сильно сужает область применения стеганографического алгоритма.

Возникает вопрос: как, не изменяя основы метода цветовых кодов, достичь большей схожести в шумовых характеристиках пустого и заполненного контейнеров? Для этого алгоритм кодирования был доработан с использованием следующих идей:

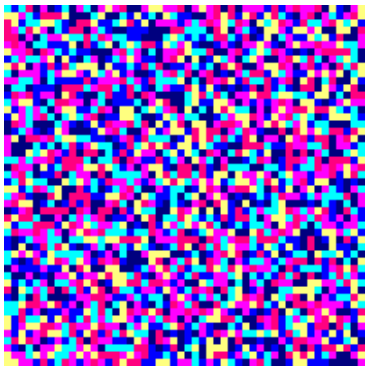
1) при записи пустого символа в пиксель будет выбираться не случайный цветовой код, а наиболее близкий из допустимых к оригинальному;

2) выбор места для занесения значащего символа будет не случайным, а находящийся в месте, имеющим разные соседние цветовые кода (если это возможно) – тогда изменение шума в этой области будет казаться естественным.

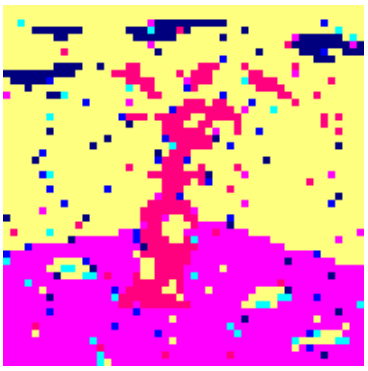
Посмотрим как работает новая реализация алгоритма, использующая указанные идеи, для чего проведем опыт аналогичный раннему, но с новой версией алгоритма. Результаты второго опыта представлены на рисунке 2.



а) визуализированные цветовые кода пустого контейнера



б) визуализированные цветовые кода заполненного контейнера, созданного старой версией алгоритма

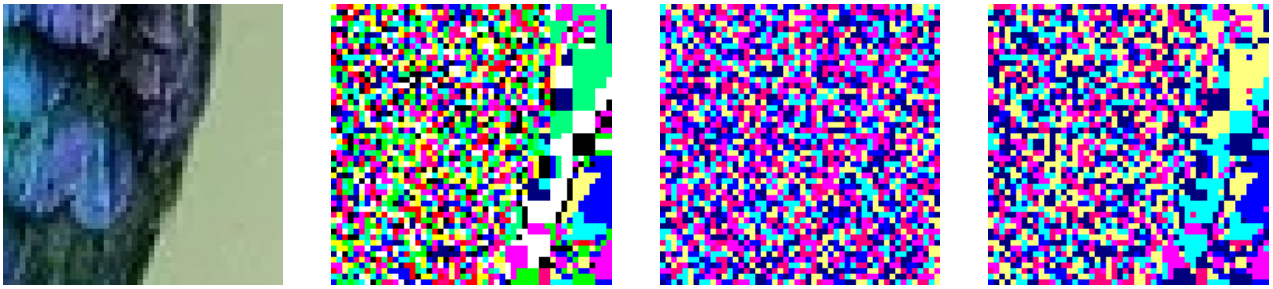


в) визуализированные цветовые кода заполненного контейнера, созданного новой версией алгоритма

Рис. 2. Результаты второго опыта

Как видно из рисунка 2, новая версия алгоритма создаёт контейнеры, имеющие большую схожесть по шумовым характеристикам: многие элементы сохранились, но изменили оттенок. Тем не менее, исходное изображение является неприемлемым для использования, так как из-за наличия достаточно больших монотонных участков алгоритм не смог найти удачные места для занесения значимых символов. По этой причине образовалась «соль», которая отчётливо различима на изображении визуализации. Поэтому, чтобы удостовериться в робастности алгоритма, проведём новый эксперимент при тех же данных, но с изображением уже фотографического типа (рисунок 3).

Как видно из рисунка 3, новая версия алгоритма в целом повторяет шумовой «узор», но, за счёт наличия исходной зашумлённости изображения, эффект наличия «соли» практически невидим. Поэтому общая степень подозрительности у новой версии должна быть существенно ниже.



а) пустой контейнер | б) визуализация цветовых кодов пустого контейнера | в) визуализация работы старой версии алгоритма | г) визуализация работы новой версии алгоритма

Рис. 3. Результаты опыта с изображением фотографического типа

Проверка скрытности при статистических атаках

Теперь рассмотрим, улучшились ли показатели скрытности в статистическом плане у новой версии. Для этого произведём статистические атаки тремя методами: Кси-квадрат, RS и SP с использованием программы StegMachine [4]. Атаки будем производить сначала на 100 пустых контейнеров, а затем – на их заполненные версии, полученные новым и старым алгоритмом кодирования. Результаты опыта представлены в таблице 1; под версией №1 понимается старая реализация алгоритма, под версией №2 – новая.

Таблица 1 – Результаты статистических атак

Метод атаки	Контейнер	Средний процент подозрительности	Количество, преодолевших порог в 30%	Количество, преодолевших порог в 50%
Кси-квадрат	Исходный	22,23	49	1
	Версия №1	32,50	93	0
	Версия №2	30,63	77	1
RS	Исходный	5,72	0	0
	Версия №1	10,44	2	0
	Версия №2	6,58	0	0
SP	Исходный	3,64	0	0
	Версия №1	6,36	0	0
	Версия №2	3,97	0	0

Из данных таблицы можно заключить, что новая версия стеганографического алгоритма имеет более высокий показатель скрытности.

Заключение

В ходе работы были рассмотрены приёмы, которые позволили улучшить авторский стеганографический алгоритм без изменения его сути, на основе исходного потенциала. В итоге получаемые заполненные контейнеры во многом повторяют шумовой «узор» исходного, а также более устойчивы к статистическим атакам.

Литература

1. Максимович Р.И., Кудрина М.А, Гордеева О.А., Исследование стойкости стеганографического алгоритма «Метод цветовых кодов» к установлению факта записи // Надёжность и качество - 2022. Т. 2. С. 175-178.

2. Назаренко Ю. Л. Стегоанализ метода сокрытия информации в изображении замены наименьшего значащего бита (LSB) // European science. 2018. Т. 35, №3. С. 23-27.

3. Алгоритмы встраивания данных в пространственной области [Электронный ресурс] // StudRef [сайт]. URL: https://studref.com/608323/informatika/algoritmy_vstraivaniya_dannyh_prostranstvennoy_oblasti.

4. Ахрамеева К.А., Герлинг Е.Ю., Ковцур М.М., Галецкая А.В., Стегоанализ объектов, полученных с помощью стеганографических программ, распространяемых в сети Интернет // STUDENT. 2020. Т. 3, №9. С. 1023-1030.

К ВОПРОСАМ ТЕСТИРОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ (НА ПРИМЕРЕ ТЕСТИРОВАНИЯ ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ «NEXT»)

Морева Д.В., Камальдинова З.Ф.

(Самарский государственный технический университет)

Тестирование безопасности – это процесс, в рамках которого проводится проверка безопасности компьютерных систем, приложений, сетей и других объектов информационных технологий на наличие потенциальных уязвимостей и рисков для безопасности. В процессе тестирования используются различные методы и инструменты, которые позволяют идентифицировать уязвимые места и оценить степень риска для организации или пользователя. Результаты тестирования безопасности могут использоваться для улучшения защиты информации, устранения уязвимостей и повышения уровня безопасности в целом [1-2].

Тестирование безопасности является важной частью процесса обеспечения безопасности информации. Оно позволяет проверить уязвимости в системе и выявить их, прежде чем кто-то другой сможет использовать их для атаки. Тестирование безопасности помогает выявлять уязвимости в системах, сетевых протоколах, приложениях или сайтах, которые могут быть использованы хакерами, преступниками или другими злоумышленниками, чтобы получить не-

санкционированный доступ к данной системе. Проведение тестирования безопасности позволяет предотвратить утечку данных, воровство интеллектуальной собственности и уменьшить потенциальные убытки, связанные с потерей конфиденциальных данных или отказом в обслуживании системы. Таким образом, тестирование безопасности — это необходимый элемент обеспечения безопасности информации и защиты от вредоносных атак.

Также стоит не забывать про различные доступы информационных платформ. Это важный процесс, который позволяет проверить, что пользователи получают доступ только к тем разделам сайта, на которые они имеют право, и не могут посмотреть или изменить информацию, которая недоступна для них.

В процессе тестирования доступов можно провести следующие шаги:

1. Проверка наличия аутентификации – необходимо убедиться, что для доступа к сайту требуется ввод логина и пароля.

2. Проверка прав доступа – нужно убедиться, что пользователь получает доступ только к тем разделам сайта, которые доступны для его уровня прав.

3. Проверка безопасности – необходимо убедиться, что в системе отсутствуют уязвимости, которые могут привести к несанкционированному доступу.

4. Проверка функциональности – нужно убедиться, что пользователь может получить доступ к необходимой информации и выполнить нужные действия.

5. Проверка регистрации – необходимо убедиться, что при регистрации нового пользователя система создает нужный уровень прав.

6. Проверка политики безопасности – нужно убедиться, что на сайте есть политика безопасности, которая регулирует доступ к информации.

7. Проверка совместимости – необходимо убедиться, что доступ на сайте работает на всех популярных браузерах и устройствах.

Тестирование доступов очень важно для обеспечения безопасности и защиты конфиденциальных данных. Поэтому данное тестирование следует проводить регулярно и внимательно анализировать полученные результаты, в случае обнаружения ошибок – быстро исправлять их.

Рассматриваемая нами система «NEXT» - автоматизированная информационная система, обеспечивающая проведение Межрегионального конкурса НОЦ «Инженерия будущего». Платформа «Next» предназначена для создания единого информационного пространства с целью эффективного использования информационных технологий для учёта взаимодействия всех участников Межрегионального конкурса НОЦ «Инженерия будущего», автоматизации управления процессами проведения Конкурса, принятия обоснованных управленческих решений.

Также для сравнения рассмотрим систему «Большие вызовы». Данная платформа аналогично позволяет подавать заявки на интеллектуальные конкурсы, принимает заявки при помощи прикреплённых файлов.

Рассмотрим и сравним обе площадки для проведения конкурсов с точки зрения тестирования безопасности, так как они отвечают за интеллектуальную

собственность детей, за их авторские права, а также отчасти за их карьеру в будущем.

Процесс проведения тестирования безопасности

Процесс авторизации — это процедура проверки подлинности пользователя при доступе к определенным ресурсам, например к компьютерной системе, электронной почте, интернет-банкингу и так далее. При авторизации пользователь предоставляет свои учетные данные, которые проверяются системой на их соответствие информации, зарегистрированной в системе. Если пользователь зарегистрирован в системе и учетные данные верны, то он получает доступ к требуемым ресурсам. В случае несоответствия данных или отсутствия пользователя в системе, доступ ему будет запрещен. Мы выделили несколько примеров авторизации безопасности, которые выполняются или не выполняются в исследуемых системах (таблица 1).

Таблица 1 - Практики использования безопасности авторизации

Рекомендации по безопасности авторизации/Система	**NEXT**	**Большие вызовы**
Использование сложных паролей, состоящих из букв, цифр и специальных символов	+	+
Использование двухфакторной аутентификации	-	-
Ограничение числа попыток входа в учетную запись для предотвращения перебора паролей	+	не известно
Шифрование данных, передаваемых между клиентом и сервером, с использованием протоколов HTTPS или SSL/TLS	+	+
Установка таймаута сессии для автоматического выхода из системы после длительного простоя	+	-
Использование сильных алгоритмов хеширования, чтобы защитить пароли пользователей в базе данных от взлома	-	не известно
Регулярное обновление ПО сервера, чтобы обеспечить защиту от известных уязвимостей и вредоносных атак	-	-
Разработка программного обеспечения с применением лучших практик безопасности, таких как «принцип наименьшего доступа» и «безопасное хранение секретов»	+	+
Проведение регулярных тестов на проникновение, чтобы идентифицировать и устранить уязвимости системы	-	не известно
Разработка и внедрение четкой политики безопасности, которую будут соблюдать все пользователи, включая требования к паролям, запрет на использование общедоступных компьютеров	+	+

Процесс загрузки файлов с точки зрения безопасности представляет собой ключевой момент, который должен быть осуществлен с максимальной осторожностью и вниманием, чтобы предотвратить возможность взлома, утечки данных и других видов киберугроз. Среди мер безопасности, которые должны быть приняты при загрузке файлов, можно назвать следующие: использова-

ние антивирусного программного обеспечения, поддержание обновления операционной системы, использование сторонних программ для защиты данных, использование профессиональных технических процедур и других мер, которые нужно принимать для максимальной безопасности. Рассмотри, что же из этого используется в системах (таблица 2).

Таблица 2 - Практики использования безопасности загрузки файлов

Рекомендации по безопасности загрузки файлов/Система	**NEXT**	**Большие вызовы**
Ограничение типов файлов - создание списка разрешенных расширений файлов (например, .jpg, .png, .pdf), которые можно загружать на сайт. Это снижает риск загрузки вредоносных файлов, которые могут вызвать угрозы безопасности	+	+
Проверка размера файла - создание ограничений на размеры загружаемых файлов, что уменьшает риск переполнения памяти сервера и обеспечивает наилучшую работу вашего сайта	+	+
Антивирусное сканирование файлов - загруженные файлы могут быть сканированы на наличие вирусов и троянов перед их размещением на сайте	-	-
Создание дополнительной защиты на вашем сервере - дополнительные уровни аутентификации могут помочь предотвратить несанкционированный доступ к вашим файлам	-	-
Создание сжатых архивов файлов - сжатие файлов в архив и распространение их в виде ZIP-файлов может помочь снизить риски безопасности, поскольку их содержимое будет защищено паролем и/или шифрованием	+	-
Создание дополнительного кодирования при передаче файлов - приложения с возможностью отправлять файлы могут отправлять их в зашифрованном виде, используя SSL-шифрование, что ограничит возможность перехватить отправляемые файлы	-	-
Следование лучшим практикам прибережения файлов и конфиденциальной информации — это может включать в себя удаление конфиденциальных данных, таких как имена пользователей, номера социального страхования и другие конфиденциальные данные, которые могут быть потенциально угрожающими	-	-
Размещение больших файлов на сторонних сервисах хранения - большие файлы, которые не могут быть размещены на сервере, могут быть размещены на сторонних сервисах хранения, к примеру Google Drive, Yandex Диск, Dropbox и т.д. Сторонние сервисы могут иметь собственные системы безопасности, что делает их более безопасными для размещения файлов	-	-

Процесс обработки ошибок — это последовательность действий, которые выполняются программой в случае возникновения ошибки при работе. С точки зрения безопасности процесс обработки ошибок является критически важным, так как неправильно обработанная ошибка может привести к уязвимостям в системе и возможности атаки со стороны злоумышленников.

При обработке ошибок необходимо убедиться в правильности введенных данных, а также предотвратить возможность внедрения вредоносного кода. Нужно убедиться, что программа не будет выдавать конфиденциальную информацию об ошибках, так как это может стать уязвимостью для системы.

В процессе обработки ошибок необходимо уделить внимание таким аспектам, как журналирование ошибок, оповещение об ошибках, а также возможность отмены операций при их возникновении.

Проведём и рассмотрим процесс обработки ошибок систем (таблица 3).

Таблица 3 - Практики использования безопасности обработки ошибок

Рекомендации по безопасности обработок ошибок системы/Система	**NEXT**	**Большие вызовы**
Обработка ошибок введенных данных пользователем: приложение должно проверять введенные данные на соответствие ожидаемому формату и типу данных. Если введенные данные некорректны, приложение должно сообщить пользователю об ошибке и запросить ввод корректных данных	+	+
Логирование ошибок: при возникновении ошибок приложение должно записывать информацию об ошибке в лог файл. Это позволит разработчикам проанализировать возникшую проблему и быстро ее исправить	+	-
Остановка приложения при критических ошибках: если возникают критические ошибки, которые могут привести к непредсказуемым последствиям, приложение должно корректно завершаться и сообщать об ошибке	-	-
Обработка ошибок сетевых соединений: если сетевое соединение было прервано, приложение должно повторять попытки соединения с сервером до тех пор, пока соединение не будет восстановлено	+	+

Проверка IDOR-уязвимостей важна для обеспечения безопасности веб-приложений. IDOR-уязвимости позволяют злоумышленникам получить доступ к данным или выполнять действия от имени других пользователей, путем изменения идентификаторов объектов в URL или запросах.

Это может привести к утечке конфиденциальных данных, выполнению несанкционированных действий, изменению цен, манипуляции с транзакциями и другим негативным последствиям [3].

Проверка наличия IDOR-уязвимостей системы «NEXT» может помочь в обнаружении путей атаки и позволить принять меры для защиты приложений (таблица 4).

Таблица 4 - Практики использования безопасности IDOR-уязвимостей

Рекомендации по безопасности IDOR-уязвимостей/Системы	**NEXT**	**Большие вызовы**
Использование уникальных идентификаторов для каждого объекта или записи в базе данных, которые не могут быть предсказаны или рассчитаны	+	-
Реализация контроля доступа, который ограничивает пользователям доступ только к тем объектам или записям, на которые они имеют права	+	+
Применение криптографических функций для защиты идентификаторов от подбора или пересылки	-	-
Ограничение функциональности, доступной через API, используя права доступа, чтобы предотвратить выполнение нежелательных действий	+	+
Тщательное тестирование и аудит кода для обнаружения уязвимостей IDOR, которые могут быть использованы злоумышленниками	+	-

SQL-инъекции необходимо проверять, потому что это является одним из наиболее распространенных видов атак, которые используются хакерами для получения несанкционированного доступа к базам данных. Если данные введены неправильно, злоумышленник может получить доступ к конфиденциальной информации, такой как личные данные пользователей, пароли, финансовая информация, данные кредитных карт и многое другое. Отсутствие проверки на SQL-инъекции может привести к серьезным проблемам безопасности и потере доверия пользователей к сайту или приложению [4]. Выделим основные проверки, проводимые для систем (таблица 5).

Таблица 5 - Практики использования безопасности IDOR-уязвимостей

Рекомендации по безопасности SQL-уязвимостей/Систем	**NEXT**	**Большие вызовы**
Проверка наличия символов-запрещенных в SQL-запросах во входящей строке	-	-
Использование параметризованных запросов, которые автоматически обрабатывают входные данные	+	+
Хранение паролей и других конфиденциальных сведений в хеш-формате, чтобы предотвратить возможность получения полного доступа к базе данных через SQL-инъекцию	-	-
Налаживание правильных настроек доступа к базе данных, ограничивающих возможность удаления или изменения данных	+	+
Ограничение пользовательского ввода, чтобы предотвратить ввод данных, которые могут быть выполнены как SQL-запросы (например, знаки, комментарии или знаки разделения)	+	-
Использование программных средств для анализа и обнаружения SQL-инъекций, например, обнаружение попыток повторного использования запрошенных значений или сообщений о защите от нежелательных SQL-инъекций	-	-

Заключение

В результате проведения тестирования безопасности можно сделать следующие выводы:

1. Ни одна система не является 100% защищенной от атак, в том числе и рассматриваемая системы.

2. Наличие уязвимостей в системах свидетельствует о недостатке безопасности и необходимости ее дополнительной защиты.

3. Необходимо регулярно проводить тестирование безопасности для обнаружения новых уязвимостей и улучшения уровня защиты системы.

4. Тестирование безопасности – это необходимый и важный процесс для защиты конфиденциальных данных и предотвращения потенциальных кибератак.

У обоих систем «NEXT» и «Большие вызовы» был замечен ряд схожих проблем и уязвимостей, над которыми стоит работать, чтобы обезопасить интеллектуальную собственность детей и повысить уровень доверия пользователей к данным площадкам.

Рекомендации для тестируемых систем:

1. Стоит повысить сложность пароля, а также использовать двухфакторную аутентификацию.

2. Стоит проводить регулярное обновление ПО сервера.

3. Необходимо проводить антивирусное сканирование загружаемых файлов.

4. Создать дополнительное кодирование при передаче файлов, а также ввести временной период хранения конфиденциальных данных.

5. Стоит применять криптографические функции.

6. Стоит использовать дополнительные программные средства для анализа и обнаружения SQL-инъекций.

В заключение, следует отметить, что в условиях постоянно меняющейся угрозной среды и взломщиков, тестирование безопасности является неотъемлемой частью работы разработчиков и администраторов систем. Только так можно обеспечить уровень защиты, который гарантирует сохранность данных и минимизацию возможных рисков и угроз для бизнеса и пользователей.

Литература

1. Морева Д.В., Камальдинова З.Ф. Особенности тестирования мобильных приложений. В сб.: Цифровые технологии: настоящее и будущее. Сборник статей Национальной научно-практической конференции с международным участием. Тольятти, 2022. С. 87-92.

2. Тестирование безопасности. — Текст: электронный. — URL: https://vladislaveremeev.gitbook.io/qa_bible/vidy-metody-urovni-testirovaniya/testirovanie-bezopasnosti-security-and-access-control-testing (дата обращения: 09.05.2022).

3. Современные методы исследования безопасности веб-приложений. — Текст: электронный. — URL:

https://habr.com/ru/companies/owasp/articles/335820/ (дата обращения: 09.05.2022).

4. SQL-инъекции. Проверка, взлом, защита. — Текст: электронный. — URL: https://habr.com/ru/articles/130826/ (дата обращения: 10.05.2022).

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЗДАНИЕМ

Савенков Э.Б., Камальдинова З.Ф.

(Самарский государственный технический университет)

В современном мире активно развиваются различные системы управления зданием [1, 2]. Условия пребывания людей в помещениях значительно влияют на качество жизни населения. В рабочее время места пребывания дей - офисы, производственные помещения, учебные аудитории, территории организаций и др. Во внерабочее время - жилые дома, спортивные объекты, сооружения культурно-массового назначения, клубы и др. Наблюдается тенденция укрупнения зданий, формирования из них офисных, жилых, торгово-развлекательных, образовательных, лечебно-диагностических и других комплексов с общими системами инженерного обеспечения.

Поэтому актуальными являются задачи создания максимального комфорта, безопасности и удобства пребывания людей на перечисленных объектах. В частности, в офисах необходимо обеспечить условия для эффективной работы персонала; в учебных аудиториях создавать другие, параметры, которые должны способствовать эффективному проведению образовательного процесса; в жилом доме люди должны иметь возможность расслабиться, приятно проводить время и чувствовать себя в безопасности. Наиболее эффективным способом решения перечисленных задач в настоящее время является формирование и внедрение системы автоматизированного управления зданием, обеспечивающей, в том числе, полный и непрерывный контроль всех аспектов их функционирования; текущих состояний всех конструктивных элементов.

Однако, в настоящее время нет общей концепции и технологии функционирования автоматических систем, то есть существующие системы представляют собой совокупность отдельных слабосвязанных подсистем: электроснабжение, водоснабжение, отопление, газоснабжение и другие. Более того, полноценное обеспечение комфортности пребывания всех физических лиц в зоне контроля автоматизированной системы здания невозможно без учета всех внутренних и внешних факторов природного, техногенного, технического, социального характера, способных оказать значимое влияние на комфортность проживания (для жилых зданий) либо пребывания (для офисных и производственных зданий).

Таким образом, необходимость учета большого числа факторов, влияющих на состояние комфорта и безопасности физических лиц, а также большого

числа управляющих параметров, охватывающих все аспекты функционирования автоматизированной системы здания, порождает важность комплексного системного подхода к формированию автоматизированной системы здания на основе единой концепции и технологии функционирования, единой алгоритмической и информационно-программной среды.

Автоматизированная система здания позволяет реализовать мониторинг и управление различными технологическими инструментами, повышающими уровень комфорта и безопасности физических лиц. Разработанная автоматизированная система управления зданием реализует архитектуру, описанную ниже.

Автоматизированная система управления зданием (СТДУ) предназначена для выполнения следующих задач:

- автоматизированный дистанционный контроль состояния технологических параметров и оборудования инженерных систем объекта;
- централизованное оперативное диспетчерское управление технологическими процессами и оборудованием ИС;
- регулирование и контроль заданных технологических параметров, визуальный контроль параметров и состояния оборудования, предупредительную и аварийную сигнализацию;
- автоматическое фиксирование всех событий по режимам работы, накопление, обработка и архивация событий и информации о системах;
- обеспечение высокого уровня надежности и долговечности ИС;
- автоматизированное энергоресурсосбережение;
- эффективность управления и обеспечение эффективного взаимодействия ИС между собой, а также с комплексом систем безопасности и пожарной сигнализации
  (создание интегрированной системы);
- повышенный уровень безопасности (за счет предотвращения аварий);
- обмен сервисов автоматизированной системы эксплуатации недвижимостью: здания, и его инфраструктуры.
- обмен данных с автоматизированной системы эксплуатации недвижимостью;
- учет времени работы технологического оборудования (счетчики времени наработки оборудования должны быть запрограммированы в свободно программируемых управляющих контроллерах).

Подсистемы здания интегрированы, что увеличит общую эффективность и легкость в использовании. Для интеграции систем здания использован единый открытый протокол, либо имеется набор шлюзов и открытых протоколов для связи различных систем в единое целое.

Технические средства верхнего уровня обеспечивают:

- отображение на экране монитора, в графическом виде (с использованием анимации), мнемосхем инженерных систем;
- вывод информации о состоянии оборудования (включено/отключено/аварийное состояние/регламент) и параметрах работы (те-

кущие значения параметров, сигнализация отклонения параметров за допустимые пределы);

- централизованное управление работой инженерно-технических систем (включение/отключение, задание необходимых режимов работы и установок регулируемых значений параметров);
- подачу звукового сигнала при аварийном состоянии оборудования или отклонении параметров работы за установленные пределы;
- контроль потребления тепла, воды и электроэнергии;
- архивацию и документирование информации о состоянии и параметрах работы инженерно-технических систем, с последующим выводом данных на принтер в виде табличных форм отчетности и графиков;
- статистический сбор данных о состоянии и параметрах работы инженерно-технических систем, с возможностью графической визуализации на мониторе и вывода на принтер в виде таблиц и графиков;
- быстрый поиск нужной информации;

Автоматизация нижнего уровня включает следующее:

1. СТДУ построена с учетом функционального назначения здания и состоять из ряда объектно ориентированных комплексов и подсистем, обслуживающих здание в целом.

2. На нижнем уровне, непосредственно у оборудования и в обслуживаемых помещениях, располагаются датчики, преобразователи, исполнительные механизмы, щиты управления. Щиты управления, как правило, выполняются совмещенными с силовым оборудованием (пускателями, автоматами защиты двигателей, лампами сигнализации, переключателями выбора режима работы и т. п.).

3. В СТДУ предусмотрены следующие виды управления:

- местное управление: с использованием аппаратов, установленных в производственных помещениях (венткамерах);
- автоматическое управление: с панели оператора контроллеров управления, индивидуальных пультов управления;
- дистанционное управление: с рабочего места оператора.

4. Электропитание щитов автоматики осуществляется напряжением 220В, 380 В переменного тока (частота 50 Гц). Исполнительных механизмов 380 В, 220 В, 24 В переменного тока (частота 50 Гц). Прокладка кабелей и защиты электрических цепей осуществляется в соответствии с требованиями ПУЭ, ВСН 205-84 и инструкции ТИ4.25290.0000. Для обеспечения электроснабжения оборудования по 1-й категории электропитание подводится двумя кабелями непосредственно к щиту управления данным оборудованием, где размещается АВР (там, где это необходимо). Щиты автоматики и управления должны соответствовать степени защиты не менее IP54.

На диспетчерском пункте за счет сетевой конфигурации системы обеспечена реализация следующих функций:

- оптимизация режимов работы инженерного оборудования;

- задание режимов работы узлов и агрегатов инженерных систем с одного пульта;
- сигнализация отклонения параметров от заданных значений, отказов технологического оборудования;
- обслуживание в диалоговом режиме запросов дежурного персонала;
- автоматический учет наработки всего электромеханического технологического оборудования;
- сбор, обработка и отображение в виде активных мнемосхем, таблиц, графиков и других схем визуализации, информации о состоянии инженерного оборудования в реальном масштабе времени;
- автоматическое накопление и хранение информации о функционировании систем, ведение базы данных, временных трендов технологических параметров, учет времени наработки;
- создание расписаний работы оборудования;
- ведение журнала неисправностей, аварийных ситуаций, действий оператора;
- рассылка e-mail сообщений в случае аварии;
- регистрацию, хранение информации о контролируемых параметрах, аварийных ситуациях и действиях персонала;
- ведение архивов.

Литература

1. Шеина С.Г., Миненко Е.Н., Арцишевский М.Д., Питык Е.С. Автоматизированная система управления зданиями как инструмент повышения их энергоэффективности и уровня комфортности // Инженерный вестник на. - № 2. – 2019. - 13 с. ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2019/5721

2. Савенков Э.Б., Иващенко А.В. Повышение энергоэффективности системы управления зданием // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2022): труды Международной научно-технической конференции. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2022. – с. 436 – 439

КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ МЕДИЦИНСКИХ УСТРОЙСТВ: МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ

Хаерова Э.И., Бикмуллина И.И.

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ)

Аннотация

В работе рассматриваются проблемы кибербезопасности, с которыми сталкивается сектор здравоохранения, возникающие в результате конвергенции технологий, гиперсвязанности и последних изменений в регулировании. В ходе

работы были рассмотрены проблемы и трения между охраной и безопасностью и то, что можно сделать для их решения. В данной работе освещаются новые передовые практики и подходы, которые могут использоваться для повышения безопасности медицинского оборудования.

Abstract

The paper examines the cybersecurity problems faced by the healthcare sector, arising from the convergence of technologies, hyper-connectivity and recent regulatory changes. In the course of the work, the problems and tensions between security and safety were considered and what can be done to solve them. This paper highlights new best practices and approaches that can be used to improve the safety of medical equipment.

1. Введение

Расширение возможностей подключения медицинских устройств к компьютерным сетям и конвергенция технологий привели к возникновению инцидентов с уязвимыми устройствами и программными приложениями. Необходимость защиты данных пациентов от кибератак в настоящее время хорошо осознана. Однако потенциальное воздействие на клиническую помощь и безопасность пациентов вызывает озабоченность как у организаций здравоохранения, регулирующих органов, так и у производителей медицинского оборудования. Контроль над медицинским устройством также может быть нарушен. Наблюдается экспоненциальный рост числа типов медицинских устройств, часто подключаемых к интеллектуальным устройствам, таким как мобильные телефоны, планшетные компьютеры и носимые устройства, которые также запускают медицинские приложения / программное обеспечение. Эти устройства уже сегодня можно найти в домах. Неотъемлемый риск для безопасности медицинских устройств заключается в том, что они потенциально могут предоставлять доступ как к данным, так и к управлению самим устройством. Это создает напряженность между охраной и ненадежностью, для решения которой требуется более тесное сотрудничество заинтересованных сторон, особенно в подходах к проектированию и регулированию. В число этих заинтересованных сторон теперь входят регулирующие органы, производители устройств, организации здравоохранения, поставщики ИТ-технологий и сами пациенты [1]. Риски будут еще больше возрастать с внедрением Интернета вещей (IoT) организациями здравоохранения и потребителями. Конвергенция сетей, вычислительных технологий и программного обеспечения позволила расширить интеграцию больничных корпоративных систем/информационных технологий (IT) и клинической инженерии (CE), а также поставщиков посредством удаленного подключения. Это будет революционизировано облачными сервисами и использованием аналитики "больших" данных [1].

2. Основной текст

Угрозы исходят из множества различных источников, включая: враждебные, природные (включая сложность системы, человеческие ошибки, несчаст-

ные случаи и отказы оборудования) и стихийные бедствия [2].

Структуру кибербезопасности помогают поддерживать уже готовые сценарии киберзащиты - фреймворки. Фреймворки – это программная платформа, которая определяет структуру программного обеспечения и облегчает процессы разработки или объединения различных плагинов [3].

Основное требование фреймворков – гибкость и устойчивость к обновлениям. Если клиника не осуществляет обновления программ, на которой работает - она увеличивает риск кибератаки. Одна из важных и необходимость задач любой клиники – это определение и понимание прямых и потенциальных рисков.

На сегодняшний день большинство клиник не убеждены в том, что обладают комплексной и прочной системой безопасности. Это происходит из-за того, что администраторы ПО не занимаются обновлениями. Без комплексных обновлений они не видят вспышек подозрительной активности и действий хакеров пока не станет поздно.

Последнее время случаи кибератаки на сайты возросли из-за пандемии. Это происходило по причине увеличения заказов хакерам на взлом историй болезни пациентов. Такие заказчики хотят знать о лечении или причинах смерти нужных им людей. Но это не единственные угрозы для больниц. В 2020 году из-за программы-вымогателя больнице в США пришлось перевести пациентку в другое учреждение. Но из-за того, что время было потрачено на транспортировку, пациентка погибла, сообщает новостной портал NBC News [3].

Лидер кибербезопасности США, который удерживает свои позиции более 5 лет. Инфраструктура NIST обеспечивает управленческую структуру руководства частной организации, позволяя им оценивать текущее состояние приложения и решать, какой плагин им нужен с обновлением. Это помогает компаниям быстрее реагировать и обезвреживать кибератаки.

Компания предоставляет сертифицируемую программную структуру, которая создает комплекс функций для медицинских организаций. Благодаря этому больницы могут хранить и обмениваться данными. Так же клиники могут создавать уровни доступа к той или иной информации. Программа от HITRUST CSF подвергаются критике из-за дорогого обслуживания и громоздкого интерфейса, в котором сложно разобраться. Данная программа нацелена на защиту программного обеспечения. Защита осуществляется при помощи создания уровней доступа к информации и фокусировки меньшего количества действий с высокими результатами. То есть, в случае всплеска активности или попыток вторгнуться в код приложения, программа способна блокировать определенную часть сайта. Также данное ПО формирует отчеты, где пишет потенциальные угрозы для приложения клиники [3].

3. Заключение

Большая часть рекомендаций по медицинскому оборудованию появилась недавно и все еще находится в разработке. Наблюдается сближение не только с точки зрения технологий, но и среди заинтересованных сторон в области здра-

воохранения, а также признание того, что кибербезопасность – это совместный путь. Там, где ранее внимание к рискам, связанным с медицинским оборудованием, было сосредоточено на функциональной безопасности и рисках, связанных с безопасностью (за исключением кибербезопасности) или защиты данных, в настоящее время активно используются различные подходы к устранению рисков жизненного цикла и потенциального ущерба от инцидентов кибербезопасности. Производителям медицинского оборудования рекомендуется провести оценку зрелости кибербезопасности, чтобы определить приоритетные области для улучшения. Это должно включать безопасность жизненного цикла продукта, предусмотренную в разрабатываемых схемах оценки, которые будут сформулированы при закупках в сфере здравоохранения. Продуманные планы и процессы реагирования на инциденты необходимы всем организациям здравоохранения в преддверии неизбежного события, связанного с кибербезопасностью.

Литература

1. Вудворд Уязвимости кибербезопасности в медицинских устройствах: сложная среда и многогранная проблема, Медицинские устройства: фактические данные и исследования, стр. 305-315, 20 июля 2015 г.

2. Национальный хранитель данных в области здравоохранения и медицинской помощи, “Обзор безопасности данных, согласия и отказа от использования”, Национальные данные Guardian, 2016

3. Российский образовательный портал [Электронный ресурс] URL:http://www.school.edu.ru/;https://obrazovaniegid.ru/referaty/kiberbezopasnost-cifrovyh-medicinskih-ustrojstv-referat.html (Дата обращения 10.05.2023)

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ

WHAT ARE LARGE LANGUAGE MODELS, SUCH AS ChatGPT-3.5 OR GPT-4, GOOD FOR?

[1,2,3] T. Legović, [4] I. Kulikovskikh

([1] OIKON - Institute for Applied Ecology; [2] Libertas International University;
[3] R. Bošković Institute, Zagreb, Croatia; email: tlegovic@oikon.hr;
[4] Samara State Medical University, Samara, Russia)

Introduction

The introduction of Large Language Models, including Chat GPT-3.5 on November 30th, 2022, and GPT-4 on March 13th, 2023, has generated significant public interest. However, they have also raised concerns among scientists and politicians that they will lead to widespread job displacement.

After several months of testing, it has become apparent that the software occasionally generates nonsensical responses to clearly stated questions and provides references that do not exist. This has raised concerns about the reliability of these models and their potential impact on various industries.

While the development of these Large Language Models is undoubtedly a significant technological advancement, it is essential to approach their implementation with caution. Careful testing and continued refinement are necessary to ensure that they are reliable and effective tools that can be integrated into various industries without causing unintended consequences.

Short history

It is important to consider a brief history of artificial intelligence (AI) in order to see what has been created so far, what is likely to be created in future and when will new products arrive.

The history of AI spans 80 years, beginning with Warren McCulloch's creation of the first model of artificial neurons in 1943. In 1949, Donald Hebb demonstrated the Hebbian learning rule, which is still widely used today. In 1950, Alan Turing proposed the Turing Test, which evaluates whether a machine can exhibit intelligent behaviour equivalent to that of a human. In 1951, Grace Hopper created the first compiler, a program that detects errors in programming and facilitates two-way interaction between human programmers and computers. Steve Russel developed the first interpreter for the Lisp language in 1952, which enabled humans to communicate with computers more easily. Allen Newell and Herbert A. Simon created the "first

artificial intelligence program", named: "Logic Theorist" in 1955 The program succeeded to prove 38 out of 52 given mathematics theorems. Moreover, it found some new and more elegant proofs. Another qualitative step forward in natural language communication was a chatbot called ELISA, created by Joseph Weizenbaum in 1966. The program was simulating a communication with a psychotherapist. At the time there were no screens used by computers hence the communication was going on via a teletype. Once monitors started being used, the program was adapted for viewing on the screen (Fig. 1). In 1972 the first intelligent humanoid robot was completed and named: WABOT-1. Starting with 1980, a number of expert system arrived. During 1997 IBM Deep Blue won a game of chess against Gary Kasparov. On May 13 2009 Wolfram Research released Wolfram Alpha and answer engine.

In 2011, IBM's Watson won a quiz show, where it had to solve the complex questions and riddles. During 2012 Google has launched an Android app feature "Google now", which was able to provide predictions. In 2014 chatbot "Eugene Goostman" won a competition in the "Turing test."

During 2018 the "Project Debater" from IBM debated with two master debaters and also performed extremely well. Google released an AI program called "Duplex" which talked to a human without being identified as a machine. All of the above software is categorised as a narrow AI [2] although this is debatable at least for Wolfram Alpha and Watson.

Both ChatGPT-3.5 and GPT-4 were released by OpenAI. GPT stands for Generative Pre-trained Transformer. Both have elements of general AI.

```
Welcome to
             EEEEE   LL       IIII   ZZZZZZZ      AAAA
             EE      LL        II       ZZ      AA    AA
             EEEE    LL        II      ZZZ      AAAAAAA
             EE      LL        II     ZZ        AA    AA
             EEEEE   LLLLLL   IIII   ZZZZZZZ   AA    AA

Eliza is a mock Rogerian psychotherapist.
The original program was described by Joseph Weizenbaum in 1966.
This implementation is by Norbert Landsteiner 2005.

ELIZA: Is something troubling you?
YOU: Men are all alike.
ELIZA: What is the connection, do you suppose ?
YOU: They are always bugging us about something or other.
ELIZA: Can you think of specific example.
```

Figure 1. Conversing with ELIZA (redrawn from [1]).

The software's ability

First, based on over 1 trillion neurons and a large data base of texts taken from the internet, GPT 4 and is able to give correctly structured texts. This means that, by definition, it regularly plagiarizes. Since it is not easy to get original reference where from the text came (in fact, more often than not, the software gives a wrong or inexistent reference), the text remains plagiarized. It is most interesting that the standard software for identifying plagiarism can not identify the output as plagiarized. This is the case because Chat GPT and GPT-4 construct new sentences using words that best fit the constructed sentence while software for identifying plagiarism considers sentences and not words as plagiarized.

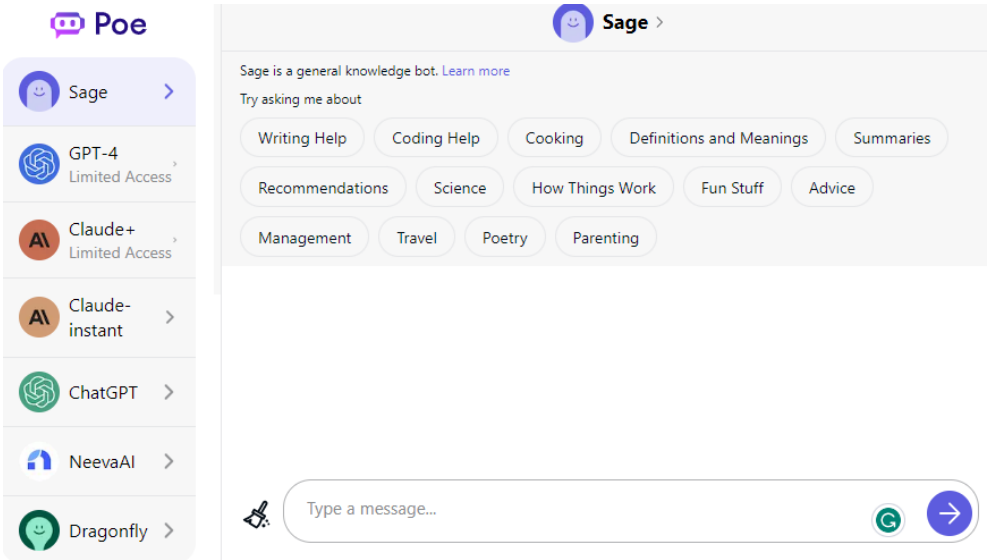
Second, in spite of excelling in natural language, the software has no reasoning ability while attempting to solve requested scientific problem. Namely, composing grammatically correct text is one thing while reasoning behind solving a scientific problem is an entirely different matter. In this respect Wolfram Alpha excels, hence a connection between the two is needed and there are companies who already work to offer that.

Where it can be used for free

In spite of the software being widely publicized, it is not free to use because there is a cost associated in computing answers. Nevertheless, there are sites which offer free use. Here we mention only three, but there are more available and easily found on the internet.

1. Poe: https://poe.com/

Poe is a platform which enables interaction with various bots that use Large Language Models ("LLMs"). It is also possible to crate ones own bot using LLM. The bots may be used for learning, help in writing, translation, learning languages, programming and planning. One needs to sign up using a Google account or email.



One should start with **Sage** and then progressively attempt to see the offer of other 6 bots.

2. Ora: https://ora.sh/

The user is free to experiment with GPT-4. It is important that there is no restriction on the length of a question posed or text input. This is important when there is a need to improve given text. One needs to register.

3. Shako: https://shako.ai/

Shako comes up with the question:

What would you like to know today?
Ask a question here >

When typing a question or submitting a request to improve the copied text, one presses on the > sign and Shako will come up with an answer.

On the **Microsoft Edge** there is **Bing** and on the **Google Chrome, Bard** is implemented. Both are based on LLM.

Use of the software

In queries or requests, one should not use private or sensitive information such as guarded expertize of a firm one is working in, and neither any information under non-disclosure agreements. This is because the software may use it in its future answers to others. Also, one should not input false data because one could cause a deterioration in its future answers. Hence, one should use text and queries as an email: clear, professional, respectful, open to everybody and maybe read by the one we are sending it to.

Given the present development, the software is very useful as a personal tutor, helping to learn a new language, in generating well-structured text and code in many computer languages, constructing a synthesis or expansion of a given text, changing a tone of a text to suit various educational purposes, for brainstorming ideas during research of a particular subject, for planning and creating agendas.

More specifically, while writing a scientific paper, it may be useful for better structuring an abstract, enriching the introduction, it may check whether methods are appropriate and exhaustive, whether results are correctly analysed. Based on results obtained, it may better structure the conclusions [3].

In teaching, it can adapt to personal needs of students and teachers, automate administrative tasks, help in creating custom educational material and creating flash cards from text [4].

However, one is strongly advised to verify everything that comes out as an answer. The reason being that the researcher or the teacher is an author of the text and in addition, we are dealing with a simulation of an answer, not necessarily the answer. After all, this is not surprising to a scientist who does not accept authority but facts, and facts need to be checked.

Near future

As the demand for software continues to grow, it is evident that new and more advanced tools for creating and verifying computer code, as well as conducting data analyses, will emerge. This is because computer code and data analyses are rule-based, unlike empirical language, making them ideal candidates for automation and optimization.

Looking ahead, there are high expectations for the upcoming release of GPT-5, which is projected to occur in 2024 [5].This next-generation language model is anticipated to possess the level of general artificial intelligence with fewer errors and more reliable responses, along with expanded modes of operation, increased speed, and reduced operational costs. With these improvements, GPT-5 is poised to revolutionize the field of natural language processing and set new benchmarks for AI capabilities.

References

1. ELIZA. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/ELIZA (дата обращения – 27.05.2023)
2. History of Artificial Intelligence. – URL: https://www.javatpoint.com/history-of
-artificial-intelligence (дата обращения – 27.05.2023)
3. Chat GPT 4 and Scientific Research Paper: Enhancing Data Analysis and Experimentation. – URL: https://nandbox.com/chat-gpt-4-and-scientific-research-paper-
enhancing-data-analysis-and-experimentation/ (дата обращения – 28.05.2023)
4. GPT-4 for Teachers: Everything You Need to Know to Stay Ahead of the Curve. – URL: https://articles.noodlefactory.ai/gpt-4-teachers-everything-need-know-stay-ahead-curve (дата обращения – 28.05.2023)
5. Sha A., OpenAI GPT-5: Release Date, Features, AGI Rumors, Speculations, and More. – URL: https://beebom.com/gpt-5/ (дата обращения – 29.05.2023)

АДАПТАЦИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ КОНТРОЛЯ ГЛУБИНЫ ПОГРУЖЕНИЯ

Александрова М.В.

(Самарский государственный технический университет)

В настоящее время в различных технических и медицинских приложениях широко применяются технологии виртуальной и дополненной реальности [1 - 3]. Например, при проведении психологической диагностики и реабилитации высоко перспективна автоматизация тестирования с использованием иммерсивной среды, формируемой современными приложениями и устройствами виртуальной реальности.

При разработке и внедрении такого рода комплексов важно реализовать обратную связь, позволяющую контролировать восприятие человеком виртуальных объектов. Различный психологический настрой, особенности характера, и в целом влияние человеческого фактора может существенно затруднить применение технологий виртуальной реальности и снизить эффективность практического применения иммерсивных технологий. Для решения этой задачи необходимо построить адаптивную систему управления глубиной погружения [4, 5], обеспечивающей независимый контроль индивидуальных свойств восприятия каждого отдельного пользователя в режиме реального времени с учетом персональных особенностей его поведения в смешанном пространстве виртуальной и дополненной реальности.

Среда виртуальной или дополненной реальности для пользователя наполняется различными объектами. Объектом может быть событие, происходящее в среде виртуальной реальности, а также какой-то предмет в виде рекламного баннера, видео или аудиоматериала или просто текста. При проектировании виртуальной среды формируется целевой интерес, который направлен на удержание пользователя. В зависимости от конечной цели, для достижения которой проектируется виртуальная среда, определяется базовый набор объектов, которыми наполняется цифровое пространство. При первичном погружении пользователя осуществляется подбор объектов, которые релевантны его области интереса.

Способы определения области интереса и подбора объектов используются разные. К самым распространенным можно отнести: предварительное анкетирование, анализ внешних источников или наблюдение за реакцией пользователя при демонстрации объектов. Наиболее объективным способом является осуществление контроля реакции в автоматическом режиме. Для этого необходимо построить иммерсивную среду с управляемой глубинной погружения в виртуальной среде.

Ранее была предложена модель иммерсивной среды с управляемой глубиной погружения [6]. Модель включает последовательности событий фиксации внимания пользователя и цепочки событий изменения состояния виртуальных и реальных объектов в пространстве и времени, что позволяет реализовать мониторинг базовых параметров, характеризующих восприятие пользователя: фокус, релевантность и неустойчивость интереса.

Предположим, что с использованием представленной модели, определен объект или совокупность объектов, релевантных текущему интересу пользователя. В среде виртуальной реальности формируется область интереса пользователя, которая состоит из набора объектов. Данная область – динамическая структура, которая может меняться как структурно, путем изменения набора входящих в нее объектов, так и качественно. Качественные изменения могут быть вызваны двумя основными факторами: перемещением целевого интереса пользователя в среде реального пространства, что влечет за собой изменение целевого интереса в среде виртуального пространства, а также искусственно

вызванными изменениями целевого интереса иммерсивнной среды с помощью управляющих воздействий.

Для того чтобы удержать внимание пользователя к виртуальному пространству, а также применять управляющие воздействия, направленные на изменение целевого интереса, необходимо обеспечить высокую глубину погружения. На первом этапе вовлечение пользователя в среду виртуальной реальности определяется сформированной областью интереса и входящих в нее объектов. При этом, чем выше релевантность выбранного объекта или совокупности объектов, формирующей область интереса пользователя в виртуальной среде, его целевому интересу, тем выше глубина погружения пользователя в среду виртуальной реальности.

Чтобы увеличить уровень погружения необходимо производить с объектами некоторые действия – события, которые позволят сохранить внимание пользователя на выбранных объектах. При этом необходимо дать возможность пользователю самому совершать некоторые действия над объектами. Действие – это процесс взаимодействия с объектами среды виртуальной реальности, которые приводят к изменению состояния объекта, с помощью совершения манипуляций пользователем в виртуальной или реальной среде.

Динамическое развитие состояния объектов вызывает увеличение интенсивности глубины погружения пользователя. В свою очередь, увеличение интенсивности глубины погружения пользователя в среду виртуальной реальности формирует доверие к объектам виртуальной реальности, релевантным целевому интересу пользователя.

Глубина погружения пользователя в среду виртуальной реальности и релевантность выбранного объекта области интереса пользователя определяют доверие пользователя к этому объекту. В свою очередь, доверие к объекту зависит от глубины погружения.

Глубина погружения – величина относительная, ее можно определить как отношение интервала времени, соответствующего времени фокусирования пользователя на конкретном объекте или наборе объектов, к интервалу времени, соответствующему времени, проведенному пользователем в виртуальной среде. Степень доверия пользователя к выбранному объекту зависит не только от глубины погружения, но и от событий, происходящих с объектом, а также от репутации, сложившейся вокруг объекта.

Дополнительное влияние на отношение к объекту оказывает репутация объекта. Под репутацией в данном случае будем понимать сложившееся представление пользователя об объекте или области интересов в целом. Репутация может иметь положительный или отрицательный оттенок в выбранном промежутке (интервале) времени. На формирование репутации объекта относительно пользователя оказывают не только происходящие события с объектом, но и внешние окружающие факторы. Доверие будет выше к тем объектам, действия которых релевантны интересу пользователя.

Совокупность таких факторов, как глубина погружения, формируемое доверие и репутация определяют подверженность пользователя к влиянию от-

влекающих воздействий как внутри среды виртуальной реальности, например, появление новых объектов, так и за пределами виртуальной среды.

Таким образом, в зависимости от конечной цели иммерсивной среды возможно два варианта ее построения. В первом варианте в среде иммерсивной реальности образуется совокупность объектов. Для пользователя подбираются такие объекты, которые могут быть релевантны области его интереса. При фиксации взгляда на таком типе объекта увеличивается глубина погружения пользователя в иммерсивную среду. Для поддержания глубины погружения с объектами будут происходить только такие события, которые способны вызвать незначительное отклонение от области интереса пользователя и сохранить доверие к выбранным объектам. Все события и действия вокруг объектов направлены на удержание глубины погружения пользователя в иммерсивной среде.

Во втором варианте виртуальная среда строится таким образом, чтобы сместить фокус внимания пользователя на другие объекты, соответственно изменить область интереса пользователя. Фиксируя внимание пользователя на объекте, который соответствует области его интереса, искусственно объекты подвергаются таким изменениям, которые оказывают влияние на доверие пользователя. При этом чтобы сохранить иммерсивность осуществляется подбор смежных объектов с похожими свойствами. При попадании объекта в поле зрения пользователя, пользователь производит оценку на релевантность объекта его области интереса. Если объект релевантен области интереса, то постепенно осуществляется смещение фокуса пользователя на новый объект.

Литература

1. Cochrane T., Sissons H. An introduction to immersive reality // Pacific Journal of Technology Enhanced Learning. 2, 6. 2019. doi:10.24135/pjtel.v2i1.28

2. Величковский Б.Б., Гусев А.Н., Виноградова В.Ф., Арбекова О.А. Когнитивный контроль и чувство присутствия в виртуальных средах // Экспериментальная психология. Том 9. № 1. 2016. С. 5–20. doi:10.17759/exppsy.2016090102

3. Войскунский А. П., Меньшикова Г. Я. О применении систем виртуальной реальности в психологии // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. 2008. № 1. С. 22-36

4. Ivaschenko A., Sitnikov P., Surnin O. Accented visualization for Augmented Reality. Emerging Topics and Questions in Infocommunication Technologies, Cambridge Scholars Publishing. 2020. P. 74-97

5. Ivaschenko A., Krivosheev A. User experience analysis based on a virtual mark-up approach // Communications in Computer and Information Science, vol 1448. 2021. P. 575–586

6. Иващенко А.В., Александрова М.В. Формирование иммерсивной среды с управляемой глубиной погружения в приложениях дополненной реальности // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе, № 1(45). – 2023. – с. 111 – 124

Информационные системы и технологии (ИСТ 2023): Труды научно-технической конференции с международным участием. г. Самара, 19 – 21 июня 2023 г.

ПРИМЕНЕНИЕ РЕКУРРЕНТНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ АНАЛИЗА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Бердяева А.С., Орлов С.П.

(Самарский государственный технический университет)

Одной из неотъемлемых частей современного производства являются автотранспортные средства, которые в свою очередь требуют постоянного мониторинга и технического обслуживания, а также ремонта узлов и агрегатов [1].

Многие важные параметры систем автомобиля, напрямую влияющие на долгосрочность эксплуатации транспортного средства, на данный момент не могут быть точно измерены какими-либо датчиками. Нами решалась задача определения количества моторного масла в двигателе. Существующие методы проверки наличия масла, такие как масляной щуп, не позволяют получить точные значения в текущий момент времени. Возникает проблема получения и мониторинга параметров, не имеющих прямых способов измерения.

Современные программные средства позволяют решить данную проблему путем применения нейросетевых технологий. «Нейронная сеть представляет собой математический инструмент, позволяющий моделировать разного рода зависимости, примерами которых могут быть линейные модели, обобщенно линейные модели, нелинейные модели. Возможность смоделировать нелинейные зависимости является главным достоинством нейронных сетей» [2, с. 71].

Использование искусственной нейронной сети для получения желаемого результата зависит, в первую очередь, от данных, с которыми она будет работать.Затем необходимо определиться с архитектурой и конфигурацией сети для создания прототипа. Анализируя параметры автомобиля, не измеряемые напрямую, можно заключить, что на вход нейронной сети должен поступать временной ряд в виде упорядоченной последовательности значений других, измеряемых или вычисляемых, параметров.На основе анализа поставленной задачи и имеющихся сведений о входных данных, получаемых от автомобиля, определяется подходящая архитектура нейронной сети. Задачи, связанные с упорядоченными последовательностями данных, как правило, решаются с применением рекуррентных нейронных сетей.

Принимая во внимание особенности анализируемых входных данных, а также существование схожих по направлению работ [3, 4], необходимо проанализировать функционирование трех прототипов нейронных сетей. Основой первого прототипа является простая рекуррентная сеть (Simple-RNN). Во втором прототипе используется сеть LSTM, являющейся сетью с долгой кратковременной памятью, а в третьем прототипе применяется сеть с управляемыми рекуррентными блоками (GRU), которая является улучшенной версией сети LSTM.

Разработка прототипов осуществлялась на языке программирования Python с применением таких библиотек как TensorFlow и Keras, а также среды Google Colaboratory.

В качестве первого прототипа была разработана Simple-RNN, архитектура которой представлена на рисунке .

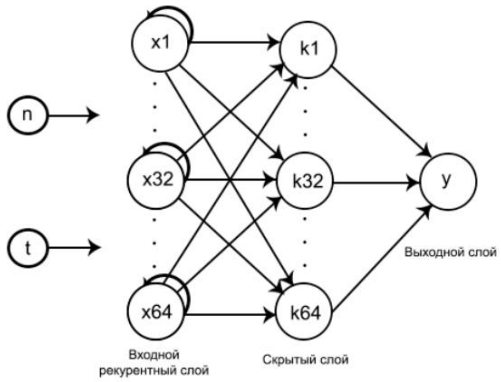


Рис. 1. Архитектура модели простой рекуррентной нейронной сети Simple-RNN

В данной сети два параметра поступают во входной рекуррентный слой, в котором содержится 64 нейрона. Далее находится скрытый полносвязный слой, он имеет 64 нейрона, число которых было получено в ходе проведения экспериментов. В выходном слое содержится всего один нейрон, который нужен для получения искомого параметра, например, оценки уровня масла.

Целесообразность применения каждого из видов рекуррентной сети в решении поставленной задачи определялась по показателям точности обучающей и валидационной выборок. После проведения большого количества экспериментов, было выяснено, что данная сеть не демонстрирует требуемую сходимость на обучающей и валидационной выборках.

Для создания второго прототипа сети использовалась сеть LSTM – сеть с долгой краткосрочной памятью, архитектура которой изображена на рисунке 2.

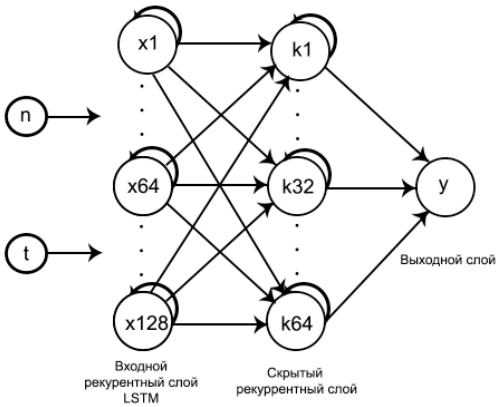


Рис. 2. Архитектура модели рекуррентной нейронной сети LSTM

В данной сети входным и скрытым слоем выступают рекуррентные слои (LSTM). Также в ходе экспериментов для входного рекуррентного слоя уста-

новлено 128 нейронов, а для скрытого - 64 нейрона. В выходном слое содержится один нейрон для получения нужного параметра.

На рисунке 3 представлен график точности обучения сети LSTM. Сеть также не демонстрирует сходимость на обучающей и валидационной выборках, однако имеет высокие показатели доли верных ответов на валидационной выборке.

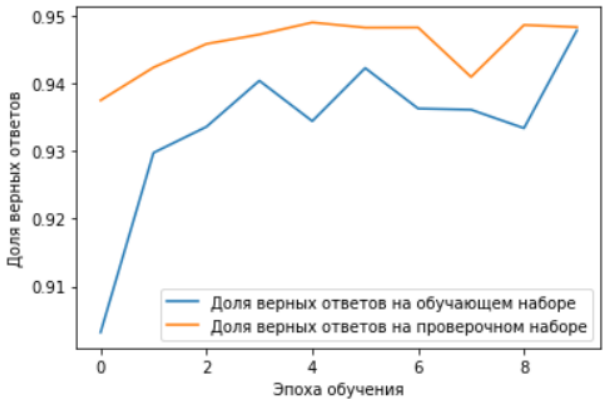


Рис. 3. График точности нейронной сети LSTM

При создании третьего прототипа применялась сеть GRU - сеть с управляемыми рекуррентными блоками, архитектура которой представлена на рисунке 4. В данной сети входным и скрытым слоем является рекуррентный слой GRU. В рекуррентном слое насчитывается 128 нейрона, а в скрытом – 64 нейрона. Выходной слой также содержит один нейрон для определения одного необходимого параметра.

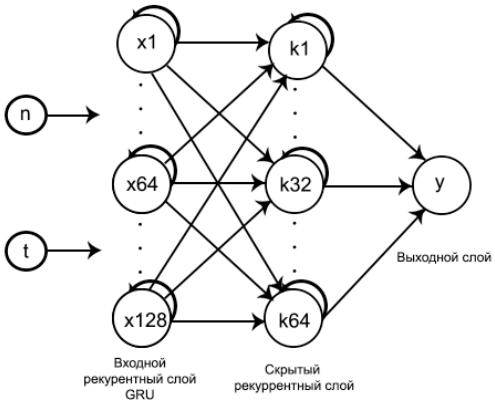


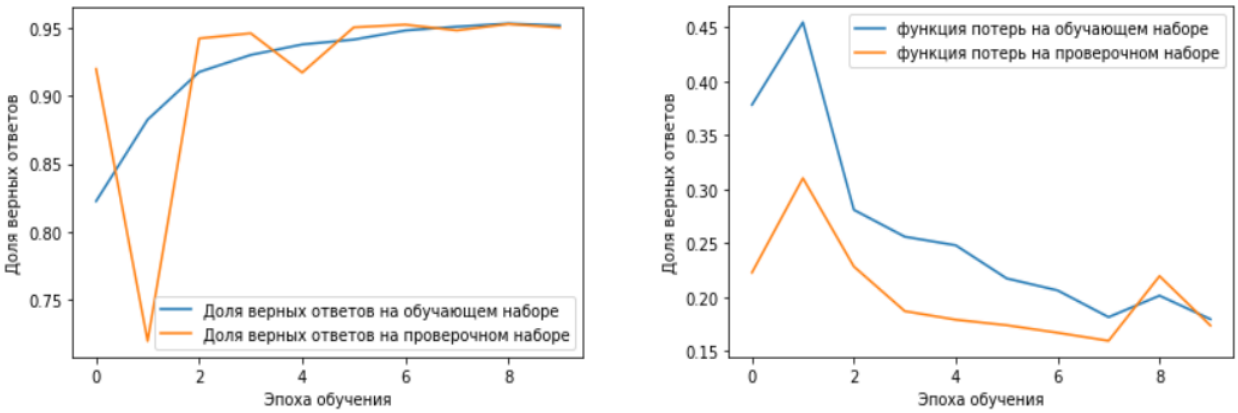
Рис. 4. Архитектура модели рекуррентной нейронной сети GRU

На рисунке 5,а представлен график точности работы сети GRU. Исходя из анализа графиков точности сети, установлено, что необходимое для получения требуемого результата количество эпох равно 10.

После проведения экспериментов было решено использовать сеть GRU, т.к. она имеет высокие показатели доли верных ответов на обучающей и валидационной выборках, а также демонстрирует хорошую сходимость на данных выборках.

Следующим этапом после тестирования прототипов и выбора модели сети, удовлетворяющей требованиям, идет ее непосредственное обучение. Перед началом обучения требуется формирование обучающей и валидационной выборок. Так в качестве обучающей выборки берутся данные температурных показателей охлаждающей жидкости, а также данные о количестве оборотов двигателя, собираемые в течение двух месяцев. Данные за два других месяца выбраны в качестве валидационной выборки.

При выполнении обучения на графическом процессоре TensorFlow использовалась оптимизированная библиотека NVIDIA CUDA Deep Neural Network (cuDNN)» [5], а также видеокарта Nvidia GeForce GTX 1050. На рисунке 5,б представлен полученный график функции потерь.



а) б)

Рисунок 5. Эксперимент: а) график точности нейронной сети GRU, б) график функции потерь GRU

Заключение. Таким образом, в настоящее время применение искусственных нейронных сетей для решения задач анализа экспериментальных данных технических объектов для организации их технического обслуживания является не только возможным, но и необходимым инструментом. Выполнение анализа имеющихся данных и идентификацию искомых параметров масляной системы двигателя автомобиля КАМАЗ эффективнее производить с помощью рекуррентной нейронной сети.

Литература

1. Орлов С.П. Интеллектуальная система диагностики агрегатов роботизированного автомобиля КАМАЗ/С.П. Орлов, С.В. Сусарев, А.И. Пугачев // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Труды XXI Междунар. конф. - Самара: ООО "Офорт". - 2019. - С. 92-95.

2. Костина Л.Н. Нейронные сети в задачах прогнозирования временных рядов / Л.Н. Костина, Г.А. Гареева // Инновационная наука - 2015. - № 6. С. 70-73.

3. Видмант О.С. Прогнозирование финансовых временных рядов с использованием рекуррентных нейронных сетей LSTM / О.С. Видмант // Общество: политика, экономика, право – 2018. - № 5.

4. Мочалов В.А. Применение долгой краткосрочной памяти и управляемых рекуррентных блоков для прогнозирования значений геомагнитных индексов/ В.А. Мочалов, А.В. Мочалова // Вест. КРАУНЦ. Физ.-мат. науки. 2020. №4.

5. Шолле Ф. Глубокое обучение на Python. – СПб.: Питер. – 2018. – 400с.

ПРИМЕНЕНИЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА В МЕДИЦИНЕ НА ПРИМЕРЕ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ

Горобец Е.А.

(Самарский государственный медицинский университет)

В настоящее время одной из активных областей разработки программного обеспечения является создание мобильных приложений. Использование медицинских приложений особенно актуально сегодня, как в жизни людей, так и в деятельности медицинских учреждений, цель которых состоит в улучшении системы здравоохранения для пациента. Уже сейчас можно заметить, что внедрение современных информационных технологий и систем в область медицины оказывает благоприятное воздействие на разработку новых методов и способов организации медицинской помощи населению.

Мировой рынок информационных технологий представляет большое количество мобильных приложений для здравоохранения и поддержания здоровья, однако стоит отметить, что существует относительно небольшое число приложений, специально предназначенных для детской иммунизации. Как правило, родители при принятии решения вакцинировать ребенка или нет, оценивают риски появления побочных реакций, сравнивая его с риском, связанным с самой болезнью. Имея под рукой приложение, в котором в доходчивой форме и в необходимом объеме представлена достоверная медицинская информация, сделать такой выбор будет проще. Кроме того, появляется возможность анализировать показатели здоровья ребенка на протяжении пользования приложением.

В данной работе описывается проект приложения, направленный на ведение индивидуального учета вакцинации детей и позволяющий следовать рекомендациям по вакцинопрофилактике. Для формального описания медицинских знаний, встроенных в систему, используется онтологический подход, который является одной из ключевых технологий в области инженерии знаний. Онтология является средством представления некоторой области знаний с помощью концептуальной схемы, описывает основные концепты предметной области и определяет отношения между ними [1].

Использование онтологического подхода в данном приложении необходимо в первую очередь, как возможность отобразить справочную информацию по вакцинации. На рисунке 1 представлен процесс создания онтологии начиная

от предварительной обработки текстовых медицинских данных и заканчивая интеграцией онтологии в систему. Онтологический подхода при создании приложения позволяет разрабатывать и модифицировать интеллектуальные системы обработки медицинских данных без внесения существенных изменений в программный код.

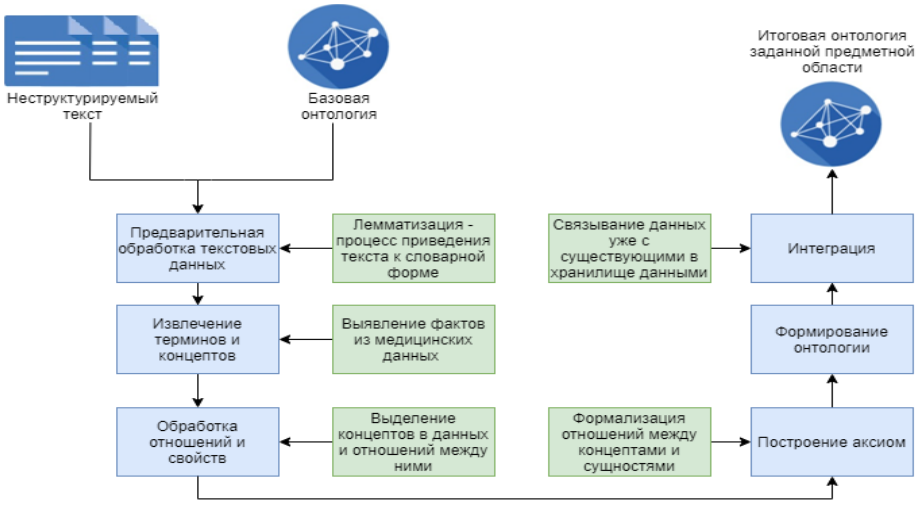


Рис. 1. Процесс создания онтологии

При разработке программных продуктов, онтологии часто используются в качестве способа представления информации как части результатов, полученных системным аналитиком, поскольку они обеспечивают возможность повторного использования информации и проясняют смысл терминов, в которых формализована определенная информация [2]. На рисунке 2 представлен пример выстраивания аксиом онтологии для прививки.

```
</owl:NamedIndividual>
<owl:Axiom>
    <owl:annotatedSource rdf:resource="http://www.semanticweb.org/professional/ontologies/2022/1/untitled-ontology-11#Инфанрикс-гекса"/>
    <owl:annotatedProperty rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#sameAs"/>
    <owl:annotatedTarget rdf:resource="http://www.semanticweb.org/professional/ontologies/2022/1/untitled-ontology-11#Первая_вакцинация_против_вирусного_гепатита_B"/>
    <rdfs:comment>Состав вакцины</rdfs:comment>
</owl:Axiom>
<owl:Axiom>
    <owl:annotatedSource rdf:resource="http://www.semanticweb.org/professional/ontologies/2022/1/untitled-ontology-11#Первая_вакцинация_против_вирусного_гепатита_B"/>
    <owl:annotatedProperty rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#sameAs"/>
    <owl:annotatedTarget rdf:resource="http://www.semanticweb.org/professional/ontologies/2022/1/untitled-ontology-11#Регевак_B"/>
    <rdfs:comment>Состав вакцины</rdfs:comment>
</owl:Axiom>
<owl:Axiom>
    <owl:annotatedSource rdf:resource="http://www.semanticweb.org/professional/ontologies/2022/1/untitled-ontology-11#Первая_вакцинация_против_вирусного_гепатита_B"/>
    <owl:annotatedProperty rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#sameAs"/>
    <owl:annotatedTarget rdf:resource="http://www.semanticweb.org/professional/ontologies/2022/1/untitled-ontology-11#в_бедро"/>
    <rdfs:comment>метод введения</rdfs:comment>
</owl:Axiom>
<owl:Axiom>
    <owl:annotatedSource rdf:resource="http://www.semanticweb.org/professional/ontologies/2022/1/untitled-ontology-11#Первая_вакцинация_против_вирусного_гепатита_B"/>
    <owl:annotatedProperty rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#sameAs"/>
    <owl:annotatedTarget rdf:resource="http://www.semanticweb.org/professional/ontologies/2022/1/untitled-ontology-11#новорожденные_в_первые_24_часа_жизни"/>
    <rdfs:comment>возраст подлежащий вакцинации</rdfs:comment>
</owl:Axiom>
<owl:Axiom>
    <owl:annotatedSource rdf:resource="http://www.semanticweb.org/professional/ontologies/2022/1/untitled-ontology-11#Первая_вакцинация_против_вирусного_гепатита_B"/>
    <owl:annotatedProperty rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#sameAs"/>
    <owl:annotatedTarget rdf:resource="http://www.semanticweb.org/professional/ontologies/2022/1/untitled-ontology-11#повышение_температуры"/>
    <rdfs:comment>побочные реакции</rdfs:comment>
</owl:Axiom>
<owl:Axiom>
    <owl:annotatedSource rdf:resource="http://www.semanticweb.org/professional/ontologies/2022/1/untitled-ontology-11#Первая_вакцинация_против_вирусного_гепатита_B"/>
    <owl:annotatedProperty rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#sameAs"/>
    <owl:annotatedTarget rdf:resource="http://www.semanticweb.org/professional/ontologies/2022/1/untitled-ontology-11#повышенная_чувствительность_
    к_пекарским_дрожжам_и_другим_компонентам_препарата"/>
    <rdfs:comment>противопоказания</rdfs:comment>
```

Рис. 2. Пример выстраивания аксиом в онтологии

Поскольку компьютерная программа не может нести никакой ответственности за полученную с ее помощью информацию, то всегда считается, что система диагностики выступает только в качестве консультанта, а при ее использовании возникает проблема доверия врачей к полученному с ее помощью результату. Следовательно, необходимым компонентом таких систем является подсистема объяснения, которая способна разъяснить пользователю на основе каких знаний системой предлагаются те или иные решения.

Для решения задачи составления рекомендуемого индивидуального графика вакцинации разработаны различные методы, зависящие от типа реализуемой системы и ее предназначения. На рисунке 3 представлен алгоритм решения упрощённой задачи медицинской диагностики в области вакцинации.

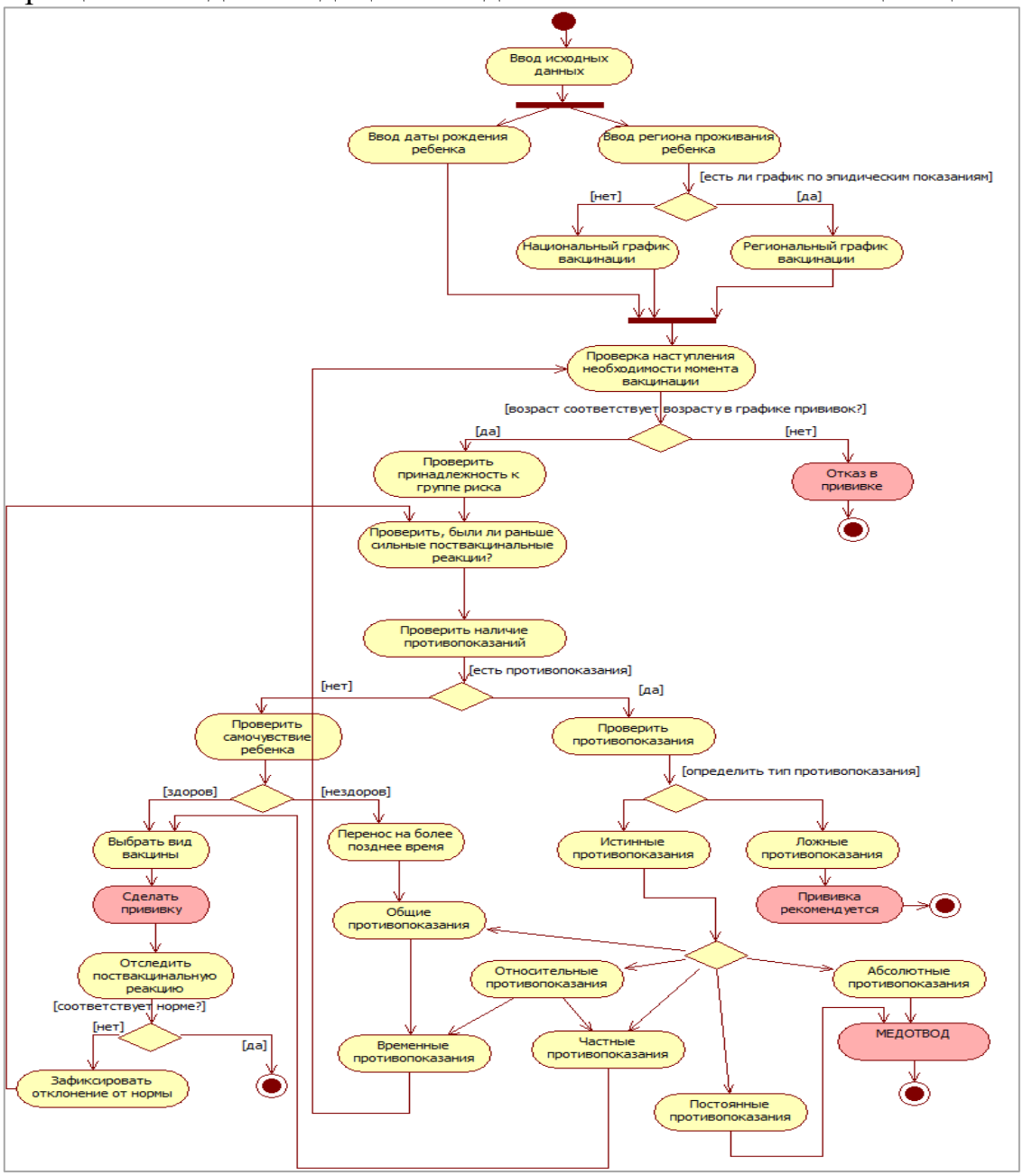


Рис. 3. Алгоритм решения упрощённой задачи медицинской диагностики в области вакцинации.

Одной из нетривиальных проблем является наличие большого количества факторов, которые врач должен держать в голове при принятии решении о вакцинации или об медотводе. К таким факторам относят информацию об анатомо-физиологических особенностей ребёнка, о имевшем месте поствакцинальных реакциях, самочувствие и прочие. Анализ публикаций, посвящённых вопросам алгоритма решения вакцинации показал, что такого единого алгоритма нет. Поэтому была предпринята попытка объединить в один обобщенный алгоритм всю цепочку.

Данный алгоритм может быть полезен не только родителям дошкольников как инструмент информирования, но и может быть использован врачами-педиатрами при принятии решения о вакцинации.

Литература

1. Муромцев, Д.И. Онтологический инжиниринг знаний в системе Protégé [Текст]: учеб. пособие для вузов/ Д.И. Муромцев. – СПб: СПб ГУИТМО, 2007. – 62 с. - (Учебное пособие для вузов).

2. Нефедов, Ю.В. Основные тенденции и особенности развития медицинских онтологий [Текст] / Ю.В. Нефедов, В.А. Цыпленкова // Врач и информационные технологии. – 2018. Т. 1, №4. – С. 6–19.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА СЕМАНТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ГЕОТЕКСТОВЫХ ДАННЫХ

Головнина А.А.

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева)

Задачи анализа актуальных данных социальных сетей, решаемые в целях получения объективной картины ситуации в социально-экономическом блоке региона, опираются, в первую очередь, на анализ смысла (семантики) текстовых сообщений, оставляемых пользователями социальных сетей в публичных тематических группах [1, 2]. Многие текстовые сообщения в настоящее время содержат ссылки на географические местоположения на естественном языке. Эти ссылки могут быть заданы явно в виде геотегов или косвенно в виде упоминаний об определенных местах, тем самым образуя множество геотекстовых данных, которые в свою очередь определяют геопространственную семантику сообщений. Обработка геотекстовых данных затруднительна из-за отсутствия структурированности текстов сообщений и сложности и многоаспектности описаний тех или иных местоположений [3, 4]. В работе представлены разработанные интеллектуальные программные средства семантического анализа геотекстовых данных, основанные на композиции семантического анализа и интеллектуального парсинга и матчинга.

Разработанные программные средства обеспечивают совместное последовательное применение различных подходов к выявлению геопространственной семантики. Так, после выполнения предобработки выполняется обработка с помощью регулярных выражений и правил. Далее выполняется обработка с помощью искусственных нейронных сетей для идентификации неопределенностей в текстах и их устранения. Закономерности описания тех или иных местоположений на определенной территории описываются не в виде правил, а в виде сети взаимно принятых смыслов, на улавливание которых направлена работа интеллектуального компонента решения. Интеллектуальный парсинг (поиск текстовых данных, описывающих местоположение) и матчинг (классификация найденных геотекстовых данных по классам, относящимся к определенным местоположениям) базируются на применении модели Sentence-BERT [5] и нейросетевого классификатора. В решении предусмотрена возможность сокращения количества анализируемой информации при сохранении адекватности описания местоположения.

Программные средства предназначены для встраивания в распространенные аналитические системы посредством механизма API. Программная реализация разработанных программных средств обеспечивает анализ текстовой информации для извлечения геопространственной семантики, формализуемой в соответствии со стандартом OGC. Для хранения данных применяется система управления базами данных PostgreSQL с компонентом пространственных данных PostGIS. Программные средства подготовлены с использованием языка Python.

В разработанном решении формируются следующие типы записей о географическом расположении в формате Geometry OGC:

- Point;
- MultiPoint;
- LineString;
- MultiLineString;
- Polygon;
- MultiPolygon;
- GeometryCollection.

Координаты x, y, z объектов Geometry используются для хранения информации о пространственном расположении, координата m объектов используется для представления коэффициента уверенности в выбранном расположении. Таким образом, $m = 1$ в случае точного определения расположения, и $0 < m < 1$ – в случае, если положение указано с определенной степенью уверенности.

Формируются следующие записи об адресе, унифицированные для дальнейшей обработки:

- тип адреса:
  - страна;
  - регион;

    - область;
    - населенный пункт;
    - район;
    - улица;
    - автодорога;
    - участок автодороги;
    - строение/дом;
    - прочее;
- наименование страны;
- наименование региона;
- наименование области;
- наименование населенного пункта;
- наименование района;
- наименование улицы 1;
- наименование улицы 2;
- наименование улицы …;
- наименование улицы n;
- наименование автодороги;
- начало участка автодороги в формате (км + м);
- конец участка автодороги в формате (км + м);
- номер строения/дома:
    - номер 1;
    - литера 1;
    - корпус 1;
    - номер 2;
    - литера 2;
    - корпус 2;
- тип строения/дома;
- ориентир – текстовое описание в свободном изложении.

Используется несколько наименований улиц в том случае, когда формируется адрес перекрестка нескольких улиц. При формировании номера дома, расположенного на углу двух улиц, используются второй комплект атрибутов: номер 2, литера 2, корпус 2.

Между записями об адресах и записями о географических расположениях устанавливаются однозначные соответствия. Так, адреса типов страна, регион, область, населенный пункт и район привязываются к типам Polygon и MultiPolygon. Адреса типов улица, автодорога и участок автодороги привязываются к типам LineString и MultiLineString. Адреса типов строение/дом и участок автодороги, у которого задан только начало или конец участка, привязываются к Point и MultiPoint. Адрес типа «прочее» привязывается с использованием интегрирующего типа данных GeometryCollection.

Таким образом, предложенное решение отличается от уже существующих тем, что комбинирует семантический анализ и интеллектуальный парсинг и

матчинг при разборе текстов сообщений в социальных сетях для обеспечения их пространственной координации. Использование результатов работы на практике позволит повысить эффективность определения пространственных ссылок на местоположения при анализе текстовых данных.

Литература

1. Полякова А. Г. Разработка инновационной цифровой системы мониторинга социально-экономических процессов в регионе // Инновации и инвестиции. – 2020. – №. 2. – С. 19-23.

2. Столбова А. А. Автоматизация оценки эффективности реализации мероприятий государственных программ на основе данных социальных сетей и мессенджеров // Новые информационные технологии в научных исследованиях: Материалы XXVII Всероссийской научно-технической конференции. – Рязань: РГРТУ, 2022. – С. 81-82.

3. Hu Y. Geo-text data and data-driven geospatial semantics //Geography Compass. – 2018. – Т. 12. – №. 11. – С. e12404.

4. Yang L. et al. Visually-enabled active deep learning for (geo) text and image classification: a review //ISPRS International Journal of Geo-Information. – 2018. – Т. 7. – №. 2. – С. 65.

5. Seo J. et al. TA-SBERT: Token attention sentence-BERT for improving sentence representation //IEEE Access. – 2022. – Т. 10. – С. 39119-39128.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ МОТИВАЦИИ УЧАСТНИКОВ ИТ-КОМАНДЫ НА БАЗЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Диязитдинова А.Р., Богданова Е.А.

(Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики)

Введение

Одним из сложных вопросов управления является вопрос мотивации людей. Мотивация сугубо индивидуальна и умение применять ее требует внимательного отношения к сотрудникам и понимания основных черт личности каждого из них. В современной науке мотивация основывается на знаниях и механизмах психологии. Потребности постоянно меняются, поэтому нельзя рассчитывать, что мотивация, которая сработала один раз, окажется эффективной и в дальнейшем. В работе предлагается использовать нечеткую СППР, позволяющую руководителю проекта повысить эффективность использования трудовых ресурсов за счет формализации и оценки наиболее важных характеристик работы в ИТ-проекте.

Если рассматривать ИТ-сферу, то следует отметить отсутствие прозрачных механизмов мотивации труда сотрудников. ИТ-отрасль характеризуется

высоким уровнем зарплаты и недостаточным количеством профессионалов, что, в свою очередь стимулирует текучесть кадров, т.к. зачастую проще переманить специалиста у конкурента, чем мотивировать имеющихся сотрудников «работать лучше».

Мотивационные факторы ИТ-специалистов

1) Уровень заработной платы. Традиционно данный фактор считается приоритетным. Но стабильно высокий уровень зарплаты в ИТ-сфере со временем становится привычным и его мотивационная роль резко снижается. Оптимальным вариантом является введение переменной составляющей (премии, бонуса) по окончании проекта (или какого-либо этапа проекта) за качественную и активную работу.
2) Возможность получения социального пакета ((ДМС), компенсация фитнеса, компенсация обучения, обеды в офис и т.д.).
3) Тренинги на улучшение навыков командного взаимодействия (тимбилбинг).
4) Проведение внутренних конкурсов. Данный метод достаточно плохо применим к IT-специалистам, поскольку они достаточно спокойно относятся к общественному признанию, а титул оценят лишь в том случае, если он будет подкреплен соответствующей премией.
5) Наличие гибкого графика. Как правило, большинство ИТ-специалистов относит себя к «совам», поэтому в первой половине дня работа таких сотрудников весьма неэффективна. Поэтому жесткий график работы многими воспринимается как некоторый негативный фактор. Возможность выбирать график работы является важным мотивирующим фактором для любого IT-специалиста, обеспечивает комфорт и способствует индивидуальному подходу к оптимизации работоспособности сотрудника
6) Компетентность руководителя. Для IT-специалиста в структуре микроклимата ведущую роль играет личность и профессионализм непосредственного руководителя. Отношения внутри коллектива более второстепенны.
7) Условия труда. Для ИТ-специалиста с точки зрения условий труда важны не только большой, хорошо оборудованный офис, но и такие составляющие как наличие кондиционера и звукоизоляция.
8) Содержание работы. Для ИТ-специалиста больше чем для каких-либо других специальностей важно выполнять работу, которая интересна лично ему.

Проектирование нечеткой СППР мотивации персонала

Были выделены следующие входные лингвистические переменные и их терм-множества: employment {low; average; high; very high}; errors {low; average; high}; execution_tasks {fast; medium; long}; developer {Junior; Middle; Senior}; software_quality {high; average; low}; disturbances {often; normal; rarely}.

Функции принадлежности входных переменных приведены в таблице 1.

Таблица 1. Функции принадлежности входных лингвистических переменных

Название лингвистической переменной	Термы	Интервалы значений термов			
		a	b	c	d
employmen (занятость на проекте)	low	-3,6	-0,5	0,5	2
	average	1	4	5	6
	high	4	6	7	9
	very high	6	8	10	10
errors (процент ошибок)	low	-0,36	-0,1	0,2	0,36
	average	0,1	0,3	0,6	0,7
	high	0,6	0,9	1	1
execution_tasks (длительность выполнения заданий)	fast	-3,6	-0,5	0,5	3
	medium	2	3	6	8
	long	6	7	10	10
developer (профессионализм разработчика)	Junior	-3,8	-2	1,9	3,6
	Middle	1,6	4	7	8,7
	Senior	5,65	8,45	9,97	12,9
software_quality (качество ПО)	high	-3	-0,5	0,5	2
	average	2	4	6	7
	low	6	8	10	10
disturbances (нарушения трудового порядка)	often	-3,6	-0,4	2	3,6
	normal	3	4	7	8,3
	rarely	6,5	7,5	9	11,5

В качестве выходной переменой использована переменная result {bonus; promotion; qualification; no_change; fine} – результат {премия; повышение в должности; повышение квалификации; без изменений; штраф}, функция принадлежности которой приведена на рис. 1.

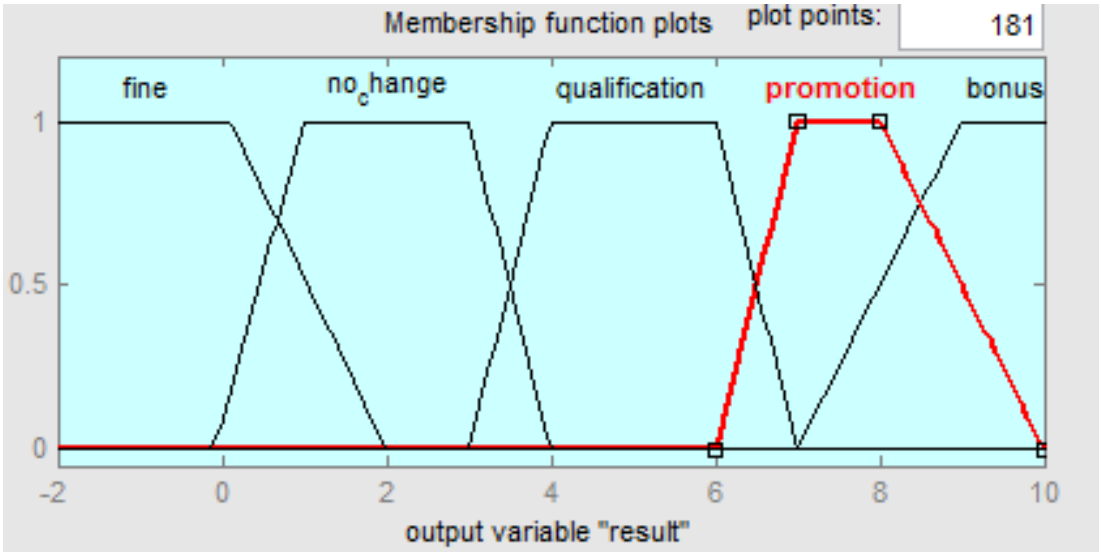


Рис. 1. Функции принадлежности выходной переменной

Полная комбинация всех входных переменных, формирующая множество нечетких правил, включает 972 правила. В результате анализа этого множества экспертами были сформулированы наиболее значимые правила, количество которых составило 36 правил. Часть правил приведена ниже.

1) ЕСЛИ ***employment*** low И ***errors*** low И ***execution_tasks*** fast И ***developer*** Junior И ***software_quality*** high И ***disturbances*** often ТО ***result*** qualification
2) ЕСЛИ ***employment*** low И ***errors*** low И ***execution_tasks*** fast И ***developer*** Junior И ***software_quality*** average И ***disturbances*** often ТО ***result*** no_change
3) ЕСЛИ ***employment*** low И ***errors*** low И ***execution_tasks*** fast И ***developer*** Junior И ***software_quality*** low И ***disturbances*** often ТО ***result*** no_change
4) ЕСЛИ ***employment*** low И ***errors*** low И ***execution_tasks*** fast И ***developer*** Middle И ***software_quality*** high И ***disturbances*** normal ТО ***result*** qualification
5) ЕСЛИ ***employment*** low И ***errors*** low И ***execution_tasks*** fast И ***developer*** Middle И ***software_quality*** average И ***disturbances*** normal ТО ***result*** qualification
6) ЕСЛИ ***employment*** low И ***errors*** low И ***execution_tasks*** fast И ***developer*** Senior И ***software_quality*** average И ***disturbances*** rarely ТО ***result*** fine
7) ЕСЛИ ***employment*** low И ***errors*** low И ***execution_tasks*** fast И ***developer*** Senior И ***software_quality*** low И ***disturbances*** rarely ТО ***result*** fine
8) ЕСЛИ ***employment*** low И ***errors*** average И ***execution_tasks*** fast И ***developer*** Junior И ***software_quality*** high И ***disturbances*** often ТО ***result*** qualification

...

9) ЕСЛИ ***employment*** average И ***errors*** low И ***execution_tasks*** fast И ***developer*** Middle И ***software_quality*** low И ***disturbances*** often ТО ***result*** qualification

Параметры системы нечеткого вывода заданы в утилите FIS Editor программного продукта MatLab. На рис. 3 представлены результаты нечеткого логического вывода при заданных значениях входных переменных.



Рис. 3. Окно средства просмотра правил вывода

Заключение

В качестве KPI, с помощью которых можно оценить эффективность от внедрения нечеткой СППР в управленческую практику руководителей ИТ-проектов, можно предложить следующие характеристики:

1) Сокращение числа проектов, которые не соответствуют стратегии компании: отказываясь от проектов, которые не нужны или не соответствуют стратегии, можно снизить затраты по всему портфелю проектов.
2) Повышение эффективности использования ресурсов: за счет улучшение распределения ресурсов между проектами и более четкого контроля загрузки сотрудников.
3) Снижение перерасходов бюджета: можно достичь путем улучшения планирования и повышению контроля за расходованием.

Литература

1. Леоненков, А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH [Текст] / А. Леоненков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2003. – 719 с.: ил.

2. Диязитдинова А.Р., Лиманова Н.И. Использование нечетко-множественного подхода при управлении заданиями ИТ-проекта // //Программные продукты и системы 2019. Т32. №1. С. 5 – 11.

3. Архипенков, С.Я. Руководство командой разработчиков программного обеспечения [Текст] / С.Я. Архипенков. – М.: Самиздат, 2008. – 80 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ ИНТЕГРАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА В ЗДРАВООХРАНЕНИИ

Додонова Е.А.

(ООО «Открытый код»)

Процесс информатизации сферы здравоохранения начался довольно давно. Он способствовал внедрению медицинских информационных систем, единого регистра медицинских работников, стандартов оказания медицинской помощи. После завершения базовой информатизации в 2016-2018 году началась цифровая трансформация отрасли, в которую вошло создание единого цифрового контура в здравоохранении. Целями цифровизации здравоохранения являются улучшение качества медицинского обслуживания пациентов, повышение доступности и эффективности лечения, повышение доли раннего выявления заболеваний, получение максимально полной информации о состоянии здоровья пациента, оптимизация рабочего времени медицинских работников и снижение затрат на медицинскую помощь.

Среди проблем текущего состояния здравоохранения, которые решаются при цифровизации, выделяются неэффективное использование медицинских ресурсов, ведение документации в бумажной форме и дублирование данных, длительное ожидание на прием к врачу, недостаточная доступность медицинской помощи в удаленных регионах, разобщенность используемых информационных систем, ограниченность межведомственного электронного взаимодействия, большое количество источников данных, содержащих разную детализацию одних и тех же показателей, отсутствие единой методики анализа медицинских показателей [1].

Так, в рамках программы развития информационно-коммуникационных технологий в здравоохранении была разработана Единая медицинская информационно-аналитическая система (ЕМИАС). Однако пандемия COVID-19 показала, что существующие системы электронного здравоохранения с трудом способны выдержать огромный поток спроса как со стороны пациентов, так и медицинских работников.

Для полноценного мониторинга и анализа ситуации на региональном уровне существующих систем недостаточно. Необходима единая платформа, агрегирующая информацию из всех возможных источников и представляющая ее органам власти в наиболее понятном ему виде. Качественная система поддержки принятия решений должна опираться на множество показателей, анализ которых не может обойтись без применения технологий искусственного интеллекта [2]. В первую очередь нужно мониторить показатели здоровья населения, такие как заболеваемость, инвалидность и смертность. После чего анализу должны подвергаться показатели деятельности медицинских организаций субъекта Российской Федерации. Затем оцениваться должны показатели, характеризующие систему оказания медицинской помощи и их динамику [3].

Существует мнение, что для анализа сферы здравоохранения необходимо учитывать показатели вызовов и угроз, а также характерные особенности данной отрасли, такие как: число врачей; число среднего медицинского персонала; средняя длительность пребывания пациента на койке; число лиц, которым оказана помощь при выездах; число коек; число автомобилей скорой медицинской помощи; число дневных стационаров медицинских организаций; срок пребывания в реанимационном отделении; использование дорогостоящих лекарственных препаратов; наличие сопутствующих заболеваний или осложнений. При этом для оценки качества медицинской помощи нельзя забывать про демографические показатели [4].

Таким образом, чтобы централизовать все необходимые показатели нужна система мониторинга и анализа данных, способная работать с большим количеством информации, выявлять связи между индикаторами и прогнозировать возможные проблемы [5, 6].

В связи с этим была разработана Цифровая платформа интегрального мониторинга (ЦПИМ) (см. Рис. 1).

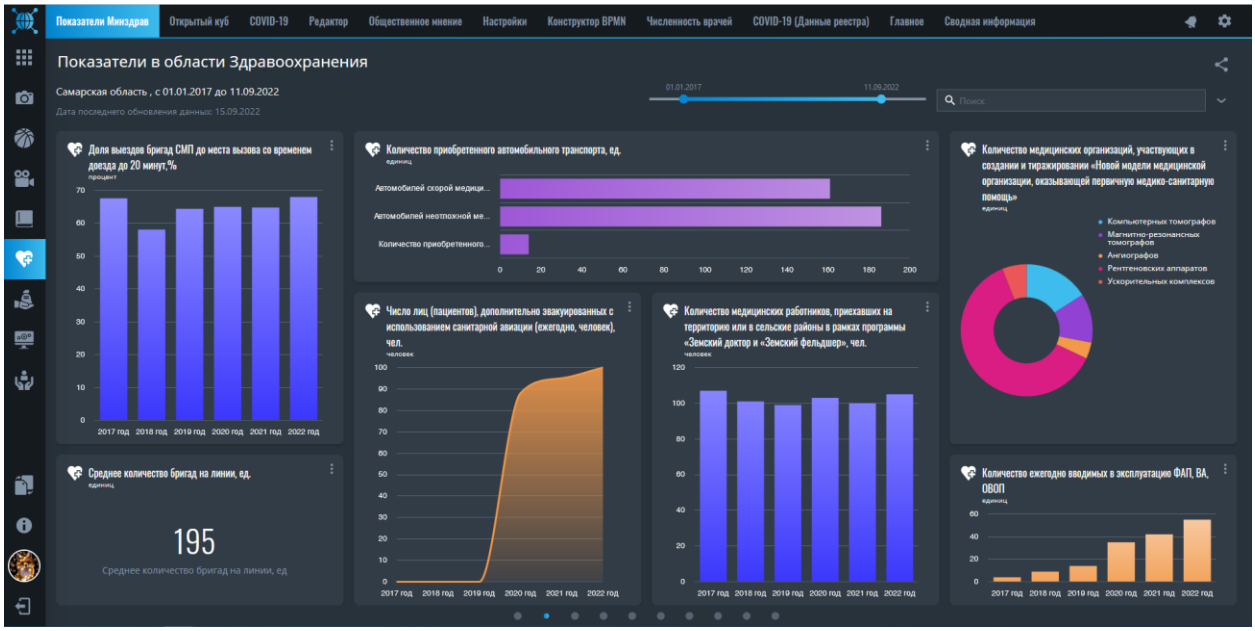


Рис. 1. Цифровая платформа интегрального мониторинга

Данная платформа позволяет осуществлять мониторинг показателей в сфере здравоохранения, находить проблемные ситуаций, находить скрытые связи между индикаторами, прогнозировать изменения показателей, рекомендовать действия по их улучшению, создавать справки по текущей ситуации.

ЦПИМ позволяет в автоматизированном режиме сформировать значения показателей, обеспечивая сбор и агрегацию данных из различных источников, включая уже внедренные ведомственные системы: ЕМИСС, Оперштаб, формы сбора данных, ГИС и различные АИС, региональной статистической системы Самарастат, а также из открытых источников.

На основе множества источников формируется многомерная модель данных, которая исчерпывающим образом отражает ситуацию в отрасли и исключает рассогласованность в данных. Они проходят процесс семантического анализа слабоструктурированной информации и статистических данных. Затем присутствующие в системе индикаторы анализируются на корреляцию друг с другом с помощью наиболее известных вариантов расчета коэффициента корреляций, а также с применением методов искусственного интеллекта для выделения скрытых взаимосвязей. Результатом применения анализа является формирование рекомендаций по достижению необходимых значений показателей на основе текущей информации и исторических данных.

Мониторинг показателей в режиме «онлайн» обеспечивает единое информационное пространство для анализа и верификации данных, а также обеспечивает контроль за достижением целевых показателей. Настраиваемая визуализация позволяет отображать все необходимые данные. Графики способны показывать прогнозируемые значения исследуемых показателей, а также заполнить отсутствующие данные с помощью метода интерполяции. Распределение индикаторов на карте позволяет увидеть районы, имеющие проблемные зоны. Временная шкала позволяет моделировать сценарии возможного развития сложившейся ситуации с помощью применения нейронных сетей.

Таким образом, разработанная платформа является удобным инструментом для всестороннего анализа сложившейся обстановки в сфере здравоохранения. Технологии искусственного интеллекта и машинного обучения, используемые в ее основе, позволяют принимать адекватные решения по предупреждению критических ситуаций и устранению их последствий.

Литература

1. Гусев А.В., Владзимирский А.В., Голубев Н.А., Зарубина Т.В. Информатизация здравоохранения российской федерации: история и результаты развития // Национальное здравоохранение. – 2021. – №3. С. 5-17. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/informatizatsiya-zdravoohraneniya-rossiyskoy-federatsii-istoriya-i-rezultaty-razvitiya (дата обращения: 13.05.2023).

2. Роот Т.В. Пандемия COVID-19 – триггер цифровизации здравоохранения // Медицинская антропология и биоэтика. – 2021. – 2(22). – DOI: https://doi.org/10.33876/2224-9680/2021-2-22/04

3. Заболотная Н.В., Гатилова И.Н., Заболотный А.Т. Цифровизация здравоохранения: достижения и перспективы развития // Экономика. Информатика. – 2020. – №2. – С. 380-389. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-zdravoohraneniya-dostizheniya-i-perspektivy-razvitiya (дата обращения: 10.05.2023)

4. Швец Ю. Ю. Развитие методологии и инструментария мониторинга социально-экономической безопасности системы здравоохранения //Автореферат на соискание ученой степени доктора экономических наук, Москва – 2020. - 47с. – 2020.

5. Иващенко А.В., Додонова Е.А., Дубинина И.Н. Цифровой мониторинг социально-экономических показателей развития региона // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2022) [Электронный ресурс]: труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2022. – с. 35 – 38.

6. Ситников П.В., Тучкова Е.М., Дубинина И.Н., Додонова Е.А., Головнин О.К., Иващенко А.В. Цифровая платформа интегрального мониторинга региона // Научно-технический вестник Поволжья. – № 5. – 2023. – с. 158 – 160

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Досанаева К.С., Крайнова О.А.

(Тольяттинский государственный университет)

Актуальность оценки качества построения модели машинного обучения обусловлена задачами максимизации эффективности их применения.

Значения выбора модели в контексте машинного обучения могут характеризоваться различными показателями. При этом может вызвать интерес выбор наиболее эффективных гиперпараметров для того или иного способа машинного обучения.

Количество доступных данных также определяет рекомендуемую стратегию выбора модели. Если в задаче имеется множество данных, они могут быть классифицированы по нескольким частям.

Допустим, мы имеем определенные данные, используемые в процессе обучения наших моделей. Если предположить наличие у входных векторов {x1, x2,… xn} связанных с ними результатов {y1, y2… yn}, можно построить такую модель:

$$y = f(x) + e, \quad (1)$$

В рамках достижения цели любого алгоритма необходимо привести к минимальному уровню смещение и дисперсию, т.е. «эпсилон». Ниже показана визуализация смещения и дисперсии в графическом виде (рисунок 1).

К примеру, мы задались целью построения модели, посредством которой можно определять процент ставок на конных родео за лошадь Арабский скакун. Возьмем выборку людей из реестра и узнаем за кого они планируют делать ставки. В итоге получили следующие результаты:

- Арабский скакун 13 чел.;
- Британская серая 16 чел.;
- Мустанг нагорья 21 чел.;
- Европейский тяжеловоз 50 чел.

Естественно, такая модель является далекой от задач моделирования, однако она показывает разницу дисперсии и смещения.

Рассмотрим нашу модель и произведем описание наших рассуждений в математическом аспекте. Для оценивания модели f ^ (X) функции f (X) мы можем применять определенный метод моделирования, к примеру, метод линейных регрессий. При этом показатель ожидаемой квадратной ошибки прогнозирования в точке x составляет:

$$Err(x) = E(Y - f\hat{}(X)^2), \quad (2)$$

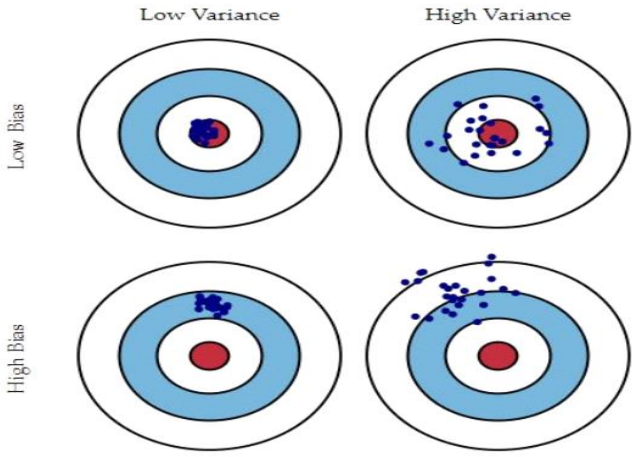


Рис. 1. Диаграмма комбинаций дисперсии и смещения

После этого можно произвести разложение данной ошибки на элементы смещения и дисперсии:

$$Err(x) = E(f\hat{}(X) - f(X))^2 + E(f\hat{}(X) - E(f\hat{}(X))^2) + \sigma^2, \quad (3)$$

$$Err(x) = Bias^2 + Variance + Irreducible\ Error, \quad (4)$$

Графически это можно изобразить следующим образом (рис. 2).

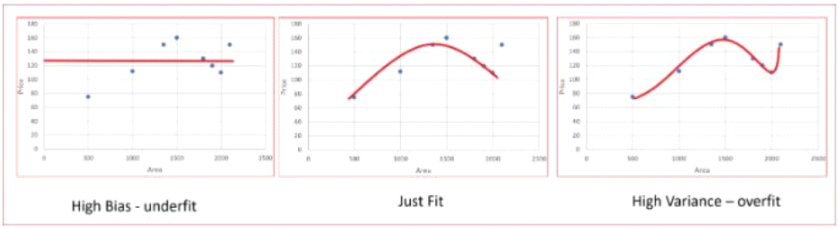


Рис. 2. Графическое изображение ошибки, в зависимости от дисперсии и смещения

В рамках любого проекта можно фиксировать важность оценки алгоритма машинного обучения.

По сути, все проблемные аспекты машинного обучения можно определять в качестве проблем оптимизации. Во всех случаях имеется определенная методология, на которой основывается модель машинного обучения, или главная целевая функция, подпадающая под оптимизацию.

И, наконец, следует отметить наличие возможности анализа алгоритмов ML в соответствии с различными критериями. Данные критерии могут реально использоваться для измерения эффективности и результативности разнообразных моделей оценки данных.

Литература

1. Скачков, А.С. Разработка компьютерной системы для организации взаимодействия модулей информационной системы и обмена данными / А.С. Скачков // Гагаринские чтения – 2020. – № 2. – С. 501-509.

2. Сохина, С.А. Машинное обучение. методы машинного обучения / С.А. Сохин // Современная наука в условиях модернизационных процессов: проблемы, реалии, перспективы. – 2021. – № 6. – С. 165-168.

3. Федоренко, Н.А. Интегрированная отчетность коммерческого предприятия как источник информации для повышения эффективности управления / Н.А. Федоренко // Модернизация российского общества и образования: новые экономические ориентиры, стратегии управления, вопросы правоприменения и подготовки кадров. – 2021. – № 17. – С. 257-259.

4. Хаметова, А.Р. Роль учетно-отчетной информации для обеспечения экономической безопасности коммерческого предприятия / А.Р. Хаметова, Т.В. Губдуллин // Научные исследования в современном мире: опыт, проблемы и перспективы развития. – 2020. – № 9. - С. 101-107.

5. Цынко Д.О. Кластеризация. методы кластеризации / Д.О. Цынко // Академия педагогических идей Новация. Серия: Научный поиск. – 2018. – № 10. – С. 6-9.

6. Шахбазян В.В. Практическое значение теории систем для разработки информационных систем / В.В. Шахбазян // Студенческая наука для развития информационного общества. – 2018. – № 7. – С. 403-409.

7. Шишкин И.В. Защита информации в коммерческом предприятии / И.В. Шишкин // Научное сообщество студентов. Междисциплинарные исследования. – 2021. – № 15. - С. 16-21.

ИНТЕГРАЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В СОЦИАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕГИОНА

Дубинина И.Н.

(Самарский государственный технический университет)

Ежедневная деятельность социальных ведомств направлена, в первую очередь, на работу с человеком. Большое количество информации передается между операторами автоматизированных информационных систем вручную на бумажных носителях информации. В связи с необходимостью обеспечения удобства, оперативности получения и использования данных из автоматизированных информационных систем, используемых в социальной сфере региона, была разработана методология интегрального мониторинга показателей, направленная на обеспечение единого информационного пространства.

Сущность методологии интегрального мониторинга заключается в объединении различных источников данных (ведомственные и межведомственные автоматизированные информационные системы, агрегаторы данных, открытые источники данных, средства массовой информации, форумы, социальные сети и т.д) ради формирования «единого» информационного пространства, позволяющего производить оперативный анализ, мониторинг, расчет и верификацию данных в заданной предметной области. Такой подход к сбору и анализу данных направлен на минимизацию трудозатрат со стороны пользователей автоматизированных информационных систем, а так же на выявление проблемных ситуаций, исключения фальсификацию данных, что обеспечивает целостность проблемы и возможность определения ее причин.

Для автоматизации методологии интегрального мониторинга был разработан специализированный программный комплекс – Цифровая платформа интегрального мониторинга. Функциональные возможности Цифровой платформы позволяют использовать ее как инструмент ввода и обработки данных, так и в качестве «единого окна» сбора, обработки, анализа и мониторинга целевых показателей с последующим предиктивным анализом текущей обстановки. Успешным примером внедрения методологии интегрального мониторинга является модуль Цифровой платформы интегрального мониторинга «Социальный паспорт семьи» (см. Рис. 1, ФИО изменены).

Социальный паспорт семьи – это персонифицированная информация о потребностях в мерах поддержки отдельных категорий граждан. Социальный паспорт в цифровом виде связывает между собой всех пользователей Цифровой платформы, обеспечивая оперативный обмен информацией и её обработку. Использование цифровых социальных паспортов позволяет осуществлять оперативный обмен информацией между муниципалитетами и органами исполнительной власти для повышения полноты, оперативности и адресности социальной помощи и поддержки граждан.

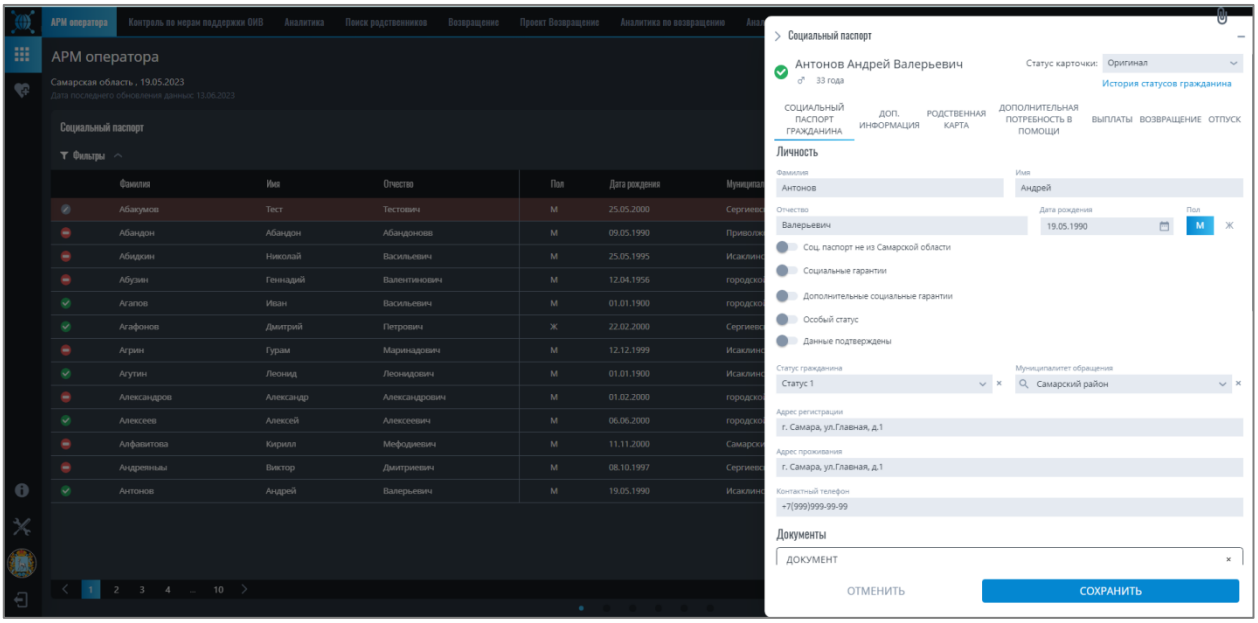


Рис. 1. Интерфейс программного модуля «Социальный паспорт семьи»

Адаптивные пользовательские интерфейсы Цифровой платформы в формате аналитических дашбордов позволяют отслеживать назначение и исполнение широкого перечня мер социальной поддержки, который представлен в следующих категориях: медицинская помощь, социальная помощь, образование, предоставление кредитных каникул, помощь с трудоустройством, волонтерская помощь другие виды мер поддержки. (см. Рис. 2).

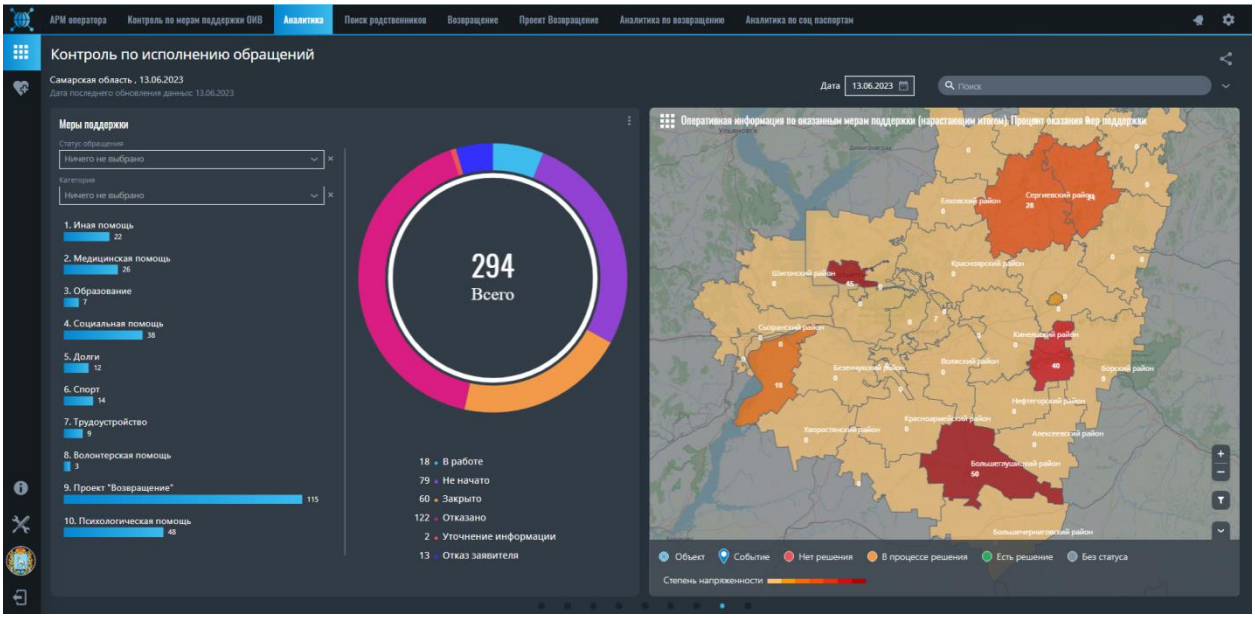


Рис. 2. Интерфейс аналитического дашборда

Анализ трудозатрат на использование модуля «Социальный паспорт семьи» показал, что ранее на работу по координации всех участников информационного межведомственного взаимодействия требовалось до 5 рабочих дней. В текущий момент с применением Цифровой платформы время на обработку данных сократилось на 70% и составляет 1-2 рабочих дня, с учетом времени затрачиваемого на опрос гражданина, внесения информации в цифровой социальный паспорт и подтверждения факта получения обращения оператором со стороны органа исполнительной власти.

Реализованная методология интегрального мониторинга, позволяет использовать Цифровую платформу интегрального мониторинга в качестве гибкого и легко настраиваемого инструмента при работе с вводом, анализом и визуализацией данных, что позволяет в короткие сроки адаптировать ее для решения поставленных задач.

Литература

1. Рябенко, Д. О. Ситуационный анализ в государственном и муниципальном управлении региона // Эффективное государственное и муниципальное управление как фактор социально-экономического развития территорий»: сборник. – 2021. – С. 148-150.

2. Седойкина, А.А. Аналитическая обработка данных. Обзор BI-платформ // Контентус. – 2019. – № S11. – С.96-102.

3. Цифровая платформа интегрального мониторинга региона / П.В. Ситников, Е.М. Тучкова, И.Н. Дубинина, Е.А. Додонова, О.К. Головнин, А.В. Иващенко // Научно-технический вестник Поволжья. – 2023. – № 5. – С. 158–160. – ISSN 2079-5920.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ КОНТАКТНОЙ СЕТИ РЖД

Ефимушкин Н.А., Ефимушкина Н.В.

(Самарский государственный технический университет)

Введение. Элементы инфраструктуры контактной сети в совокупности составляют сложную систему. От её надёжности, качества и работоспособности зависит своевременное, быстрое и безопасное движение поездов по железной дороге [1]. Поэтому очень важно контролировать исправность элементов контактной сети и их параметров. Необходимо следить за состоянием системы и своевременно обнаруживать и устранять возникающие проблемы.

С целью контроля состояния контактной сети производятся периодические плановые проверки основных элементов конструкции. Существует два основных метода оценки качества инфраструктуры:

1) Ручное измерение;

2) Измерение лазерными приборами.

Оба метода являются трудоёмкими и не могут осуществляться без прямого участия человека. Необходимо автоматизировать процесс оценки состояния элементов контактной сети.

Характеристики контактной сети. Анализ состояния инфраструктуры контактной сети выполняется при помощи вагона-лаборатории испытания контактной сети (ВИКС). Он оснащён оборудованием и программными средствами, позволяющими определять параметры системы. Анализ проводится в реальном времени в процессе движения поезда по рельсовому пути [2]. ВИКС позволяет оценивать состояние не только контактной сети, но и любых инфраструктурных элементов железной дороги. Его также часто называют вагоном-путеизмерителем. Обычно скорость движения вагона составляет 100-110 км/ч.

Вагон-путеизмеритель получает данные при помощи камер. Они устанавливаются на корпус ВИКС-а. Имеется четыре камеры, выполняющие съёмку с разрешением 1920x1080 в формате RBG. Они равноудалены друг от друга. Две камеры выполняют съёмку по движению вагона и две против. На рисунке 1 приведен пример кадра, полученного в результате съёмки камерой контактной сети.



Рис. 1. Изображение фиксаторов, проводов и струн, снятое камерой ВИКС-а

Для анализа состояния инфраструктуры контактной сети по изображениям, полученным путеизмерителем, выполняется оценка следующих параметров:

1) наличие и отсутствие фиксаторов в кадре,
2) положение оси основного фиксатора,
3) угол наклона в вертикальной плоскости для основного и дополнительного фиксаторов,

4) наличие зажимов дополнительного фиксатора и их высота до оси основного фиксатора,

5) наличие струнных зажимов,

6) состояние струны,

7) наличие и корректное положение ограничительных накладок и устройств подъема проводов для «воздушных стрелок».

При анализе рассматривается два вида проблем:

a) наличие или отсутствие объекта,

b) выход числовых параметров за допустимые пределы.

Состав набора данных для контроля. Изображения, формируемые путеизмерителем, используются для тренировки нейронной сети после предварительной обработки. При этом в кадре выделяются прямоугольные области, соответствующие элементу инфраструктуры, и отмечаются определённым классом. Для реализации такого подхода осуществляется разметка данных в программе Labelimg [3].

Для представления элементов инфраструктуры контактной сети в работе определяются следующие 14 классов: osf_start, osf_end, dsf_fiks, dsf_left, dsf_right, dsf_start, izol_fiks, zazhim_fiks, dsf_start2, isol_fiks3, zazhim_str, struna, nakladka, uppvs. На рисунке 2 приведены примеры разметки некоторых объектов контактной сети.

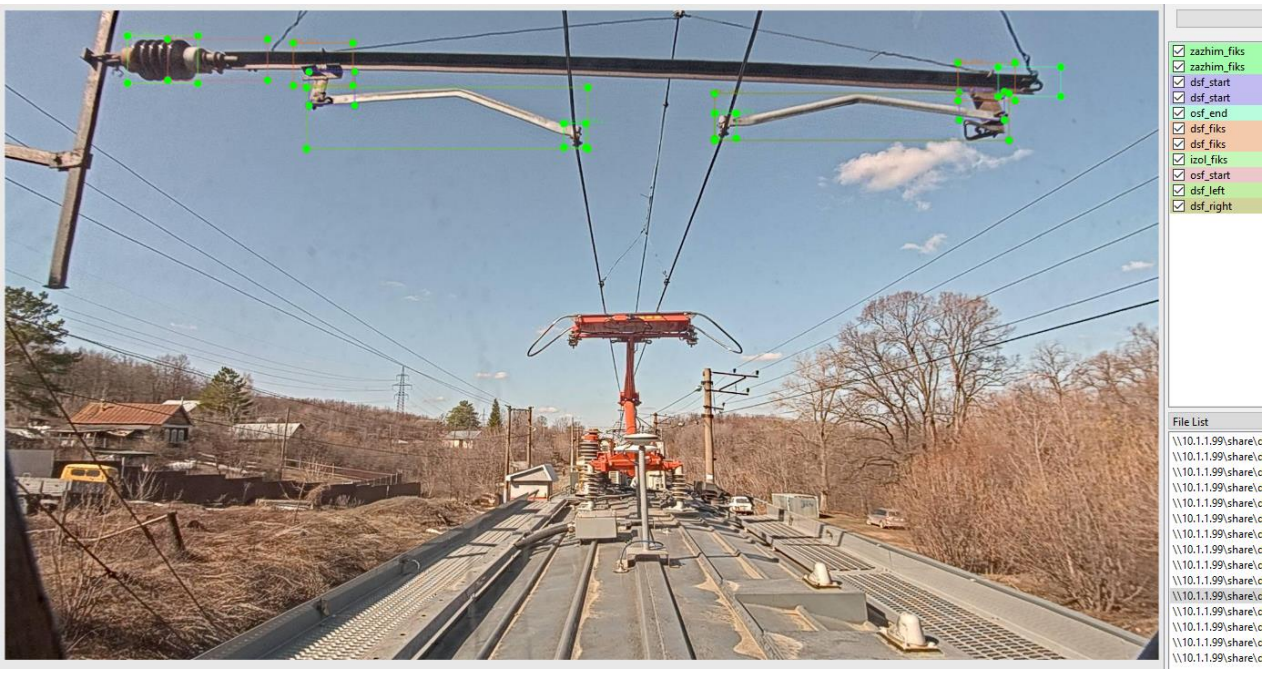


Рис. 2. Разметка элементов основного фиксатора в форме металлического стержня и дополнительного фиксатора

Всего датасет включает в себя 2578 изображений, на которых выделено 12830 областей. Число объектов для каждого класса в порядке их указания выше равно: 498, 526, 784, 900, 900, 740, 420, 3028, 762, 448, 1556, 1234, 560, 474.

Модель нейросети. Для распознавания объектов и их классов на изображениях применяются сети типа детектор. В работе используется предварительно обученная нейросеть из зоопарка Tensorflow – SSD Mobilenet v3 Small COCO. Этот детектор относится к серии сетей, тестируемых на мобильных устройствах с процессором типа Pixel 1. Скорость работы модели составляет 43 мс при средневзвешенной точности 15,4 [4]. Детекор обучен и протестирован на датасете COCO. Архитектура модели используется в работе без изменений.

Настройка и обучение нейросети. Перед началом обучения датасет проверяется на корректность и очищается. Производится расширение набора данных за счёт горизонтального разворота исходных изображений. Датасет разбивается на обучающую и валидационную выборки. Первый набор содержит 90 % изображений, а второй – 10 %. Выборки сохраняются в формате record, используемом для обучения в Tensorflow.

Процесс тренировки детектора осуществляется при помощи программного интерфейса Tensorflow Object Detection API [5]. В файле конфигурации обучения в формате config осуществляется указание основных параметров. Размеры входа выбраны равными 960x540. Изображения преобразованы в оттенки серого. Количество эпох тренировки задаётся равным 200000, а размер батча – 32. Для обучения выбран оптимизатор Адам. Используется следующий принцип изменения скорости обучения: начальное значение она равна 0.001, на шаге 5000 – уменьшается до 0.0005, на шаге 10000 – до 0.0002, на шаге 50000 – до 0.0001, на шаге 100000 – до 0.00005.

В процессе обучения осуществляется отслеживание графиков зависимостей ряда метрик точности и потерь от номера шага обучения при помощи панели Tensorboard в браузере. Используется набор параметров COCO detection metrics [6]. Кроме того, в Tensorboard отслеживается выдаваемая на определённых эпохах разметка для валидационной выборки.

Результаты обучения. Одной из важнейших метрик качества детектирования областей является mAP (mean Average Precision). Именно она используется для оценки обучения. Метрика имеется в наборе COCO detection metrics. На рисунке 3 приведены графики, полученные в Tensorbard для различных вариаций mAP на момент завершения обучения. Наиболее ценной является метрика точности, при которой IoU (intersection over union) имеет значение 0.5. В работе получена точность 0,91, что является очень хорошим показателем. Общие потери при обучении составили 0.29.

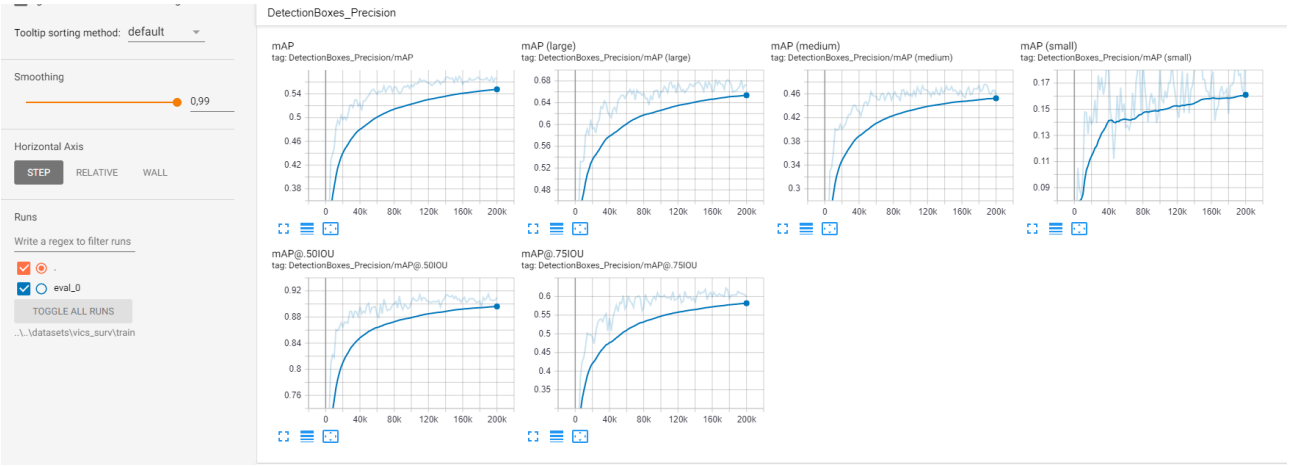


Рис. 3. Значения mAP, полученные в результате обучения детектора

Заключение. В результате дообучения модели SSD MobileNet v3 Small COCO для решения задачи распознавания элементов контактной сети объекты определяются с точностью 0.91 по метрике $mAP_{IoU=0.5}$. Модель может быть использована для распознавания дефектов контактной сети РЖД.

Литература

1. Контактная сеть [Электронный ресурс]. — Электрон. текстовые данные. — Наш транспорт. - Режим доступа: https://wiki.nashtransport.ru/wiki/Контактная_сеть.

2. Вагон испытания контактной сети (ВИКС) [Электронный ресурс]. — Электрон. текстовые данные. — Инфотранс. – Режим доступа: https://infotrans-logistic.ru/viks.

3. Joseph Nelson LabelImg for Labeling Object Detection Data сеть [Электронный ресурс] / Joseph Nelson // Roboflow. – URL: https://blog.roboflow.com/labelimg (дата обращения: 8.05.2023).

4. TensorFlow 1 Detection Model Zoo [Электронный ресурс]. — Электрон. текстовые данные. — Github. - Режим доступа: https://github.com/tensorflow/models/blob/master/research/object_detection/g3doc/tf1_detection_zoo.md.

5. TensorFlow Object Detection API [Электронный ресурс]. — Электрон. текстовые данные. — Github. - Режим доступа: https://github.com/tensorflow/models/blob/master/research/object_detection/README.md.

6. COCO Object Detection Evaluation Metrics [Электронный ресурс]. — Электрон. текстовые данные. — COCO – Common Objects in Context. - Режим доступа: https://cocodataset.org/#detection-eval.

Информационные системы и технологии (ИСТ 2023): Труды научно-технической конференции с международным участием. г. Самара, 19 – 21 июня 2023 г.

РАЗРАБОТКА СЕРВИСА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА ОБНАРУЖЕНИЯ АНОМАЛИЙ НА ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЛУБОКИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Кривоконева Е.А.

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева)

Обнаружение аномалий — растущая область исследований в машинном обучении, целью которой является различение нормальных выборок от аномальных выборок в наборе данных. Эта задача набирает популярность в различных отраслях, в том числе в сфере интеллектуального производства.

Одной из ключевых областей, где обнаружение аномалий изображения применяется в интеллектуальном производстве, является контроль качества. Анализируя изображения продуктов по мере их продвижения по производственной линии, нужно быстро выявлять любые аномалии или дефекты и предупреждать операторов о необходимости принятия корректирующих мер.

Обнаружение аномалий стало одной из самых важных проблем современного мира, поскольку различные отрасли и предприятия стремятся создавать системы, которые могут не только противостоять аномалиям во входных данных, но и обнаруживать и классифицировать их как выбросы. Однако обнаружение и классификация таких аномалий представляет собой серьезную проблему для большинства систем машинного обучения из-за нехватки данных, которые позволили бы точно маркировать выбросы, так как в хорошо оптимизированных системах доступно лишь ограниченное количество изображений с дефектами, в отличие от огромного количества бездефектных образцов, которые можно использовать для обучения [1].

Отсутствие аномальных данных может наложить ограничение на подходы к обучению с учителем из-за дисбаланса данных и того, что эти аномальные данные часто не отражают весь спектр потенциальных аномалий, которые могут возникнуть в системе. Для решения этой проблемы существует ряд методов, такие как манипулирование несбалансированными наборами данных, введение копий известных аномалий или синтетических, однако такие подходы могут повредить контекст, так как важные тенденции могут быть не учтены.

Неконтролируемые методы в этом случае играют важную роль, поскольку часто заранее неизвестно, какие типы дефектов могут возникнуть во время производства. Такие архитектуры, как автоэнкодеры, популярны при неконтролируемом обнаружении аномалий изображения, поскольку они позволяют представить изображение в качестве некого скрытого распределения. Исходя из того, что аномалии редки в датасете и они каким-то значимым образом отличаются от остального датасета, аномалия будет сильно выделятся на этом распределении.

В данной работе был разработан сервис для обнаружения аномалий на изображении, реализующий современные State-Of-The-Art алгоритмы для неконтролируемого обнаружения и локализации аномалий из библиотеки Anomalib на языке Python. В основе этих методов лежит глубокая нейронная сеть (ResNet, Wide-ResNet или EfficientNet), обученная на ImageNet, используемая для извлечения признаков.

Главной целью работы является разработка такого сервиса, с помощью которого можно было бы добиться высокой точности обнаружения аномалий, сокращения объема используемой памяти и времени работы, что является первостепенным значением из-за характера производственного процесса.

Для создания микросервисной RESTful архитектуры использовался фреймворк Flask. Для того, чтобы пользователю было удобно взаимодействовать с сервисом, было разработано веб-приложение на языке Java с помощью фреймворка Spring Boot. Диаграмма вариантов использования сервиса представлена на рисунке 1. На рисунке 2 продемонстрирована сегментация аномальных областей на загруженном изображении.

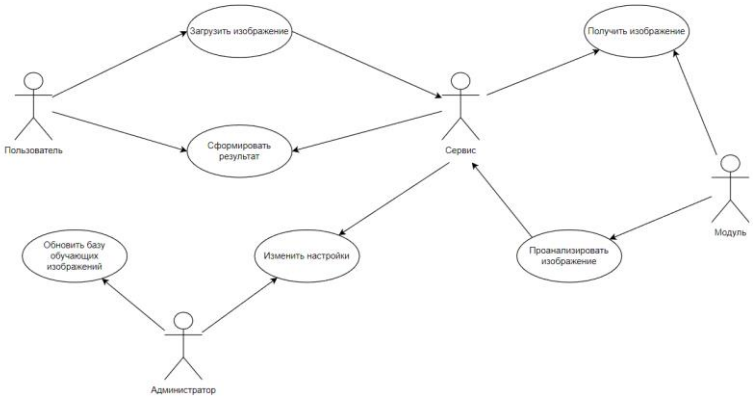


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования системы

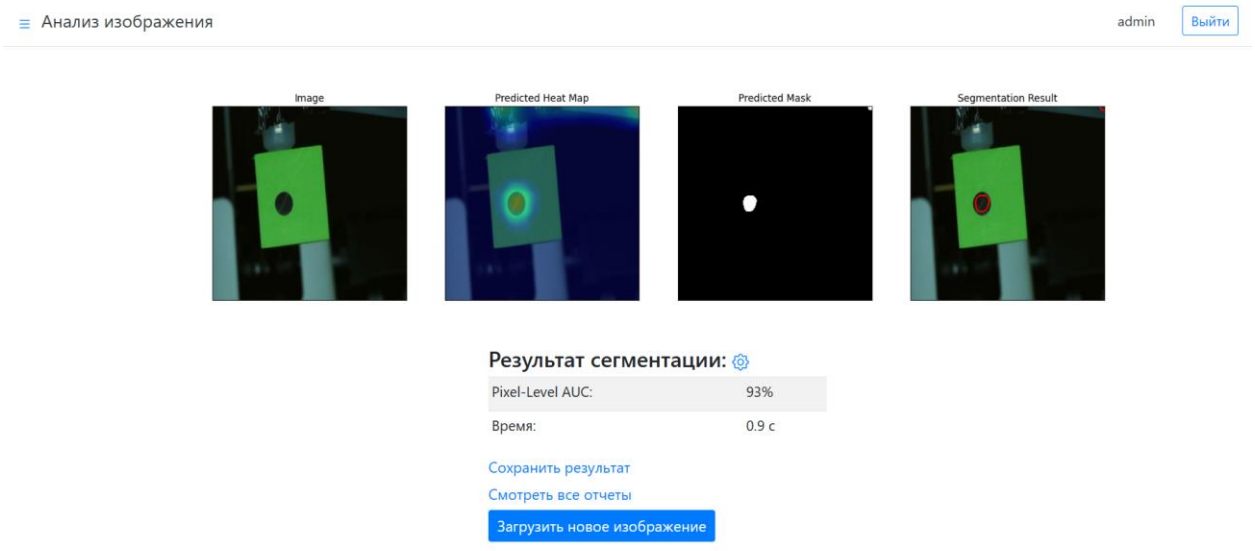


Рис. 2. Экран «Анализ изображения»

Пользователю доступны настройки и оптимизации гиперпараметров для обучения моделей на собственном наборе данных (рисунок 3). Кроме сегментации аномальных областей на изображении, пользователю доступна задача классификации и выбор любой модели из списка: CFA, CFlow, DFKDE, DFM, DRAEM, FastFlow, GANomaly, PADIM, PatchCore, Reverse Distillation, STFPM.

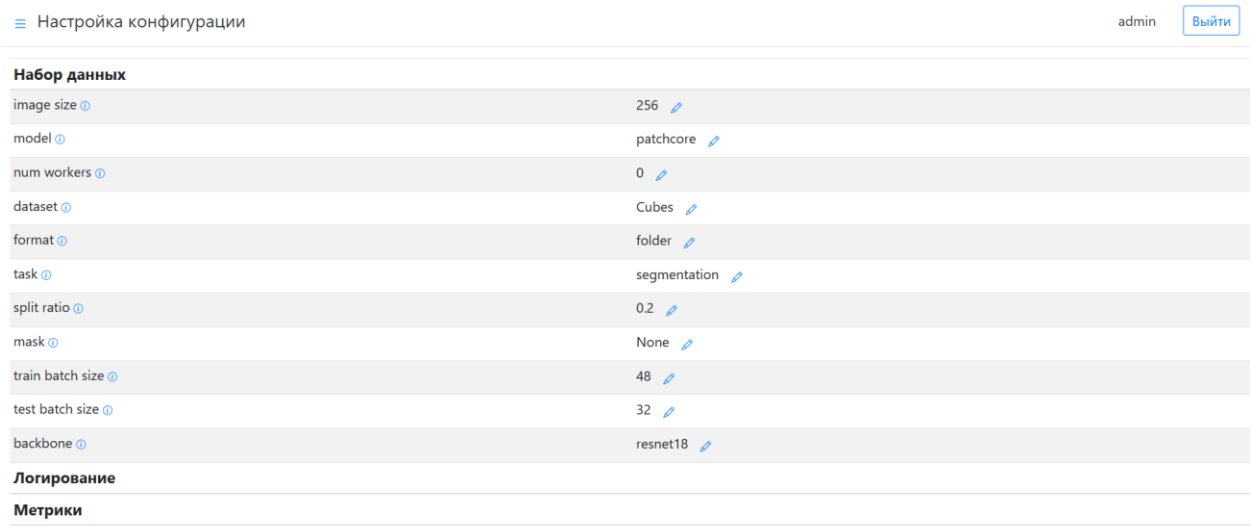


Рис. 3. Экран «Настройка конфигурации»

Также важной особенностью сервиса является хранение информации о работе (проанализированные изображения, настройки конфигурации, результаты обучения, детектирования и т.д.) в базе данных PostgreSQL, что позволяет пользователю генерировать отчеты в любой момент времени.

Таким образом, с помощью разработанного сервиса можно осуществлять постоянный контроль качества, добиться максимальной эксплуатационной готовности оборудования и сократить количество бракованных изделий на производстве.

Литература

1 Tayeh, T. Anomaly Detection in Smart Manufacturing with an Application Focus on Robotic Finishing Systems: A Review [Электронный ресурс] / T. Tayeh, A. Shami // ArXiv. – 2021. – URL: https://arxiv.org/pdf/2107.05053 (дата обращения: 03.05.2023).

2 Akcay, S. Anomalib: a deep learning library for anomaly detection [Электронный ресурс] / S. Akcay, D. Ameln, A. Vaidya, B. Lakshmanan, N. Ahuja, U. Genc // ArXiv. – 2022. – URL: https://arxiv.org/pdf/2202.08341 (дата обращения: 03.05.2023).

ОСВОЕНИЕ ТЕОРИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ СВИРЬ

Микони С.В.

(СПб ФИЦ РАН, СПИИРАН)

Любая теория оживает при её практическом применении. Надо ли доказывать не только методическую, но и психологическую важность освоения дисциплины «Теория принятия решений» (ТПР) путём решения практических задач. В течение всей жизни человеку приходится принимать решения различного уровня сложности. Разве не интересно, как может ему в этом помочь машина?

Особенностью моделирования задачи многомерного оценивания альтернатив является отсутствие оригинала модели в явном виде. Для сопоставления альтернатив (вариантов выбора) получили широкое распространение матричные модели в форме матриц парных сравнений (МПС) [1].

Значения предпочтений в МПС задаются экспертом. Различные методы, использующие эту модель, названы в англоязычной литературе нерейтинговыми методами оценивания (“outranking methods”) [2]. Такое название «от противного» отражает назначение этих моделей. Их основная цель – выбор наилучшей альтернативы (объекта), хотя следствием процесса выбора является в том числе упорядочение альтернатив. К этому классу принадлежат все методы, основанные на применении отношения предпочтения на множестве альтернатив.

Трудоемкость построения сравнительной модели быстро увеличивается с ростом размерности альтернатив и показателей, что ограничивает применение этих моделей для решения задач оценивания большой размерности. Для решения этих задач применяются рейтинговые методы (ranking methods), использующие табличную модель «Объекты-Признаки». В [3] доказана универсальность этой модели по отношению ко всем методам выбора. На основе модели «Объекты-Признаки» можно порождать матричные модели «Объекты-Объекты» и «Признаки-Признаки», которые в совокупности применяются в методе аналитической иерархии Т. Саати [4].

С учётом изложенного под руководством автора в 2001-м году была разработана программная система выбора и ранжирования (СВИРЬ) [5]. Для решения задач выбора используются два подхода: последовательный и комбинационный. Положенная в основу системы СВИРЬ модель «Объекты-Признаки» позволяет реализовать все известные в литературе методы выбора и ранжирования объектов, реализующие комбинационный подход в оценивании объекта комбинацией признаков (показателей). Для освоения практических навыков по принятию решений в учебном процессе в системе СВИРЬ был разработан лабораторный практикум, включающий пять лабораторных работ [6]. Для повыше-

ния заинтересованности в выполнении лабораторных работ каждому студенту предлагалось самостоятельно выбрать интересующую его предметную область.

Помимо лабораторного практикума система СВИРЬ использовалась в научных исследованиях и в практических проектах. Накопленный за 20 лет работы опыт побудил разработчиков усовершенствовать систему СВИРЬ. На рис. 1 показан спектр задач, решаемых в новой версии системы.

Все задачи сгруппированы в три раздела: отбор, упорядочение и выбор. Первые два раздела касаются оцениваемых объектов, причём задача отбора объектов может быть как основной, так и вспомогательной для решения задач упорядочения и классификации. Задача выбора объединяет методы классификации объектов.

В основу нового варианта системы положены два ключевых понятия – цель и норма. Цель объединяет все задачи упорядочения объектов, а норма = задачи их классифицирования (выбора класса).

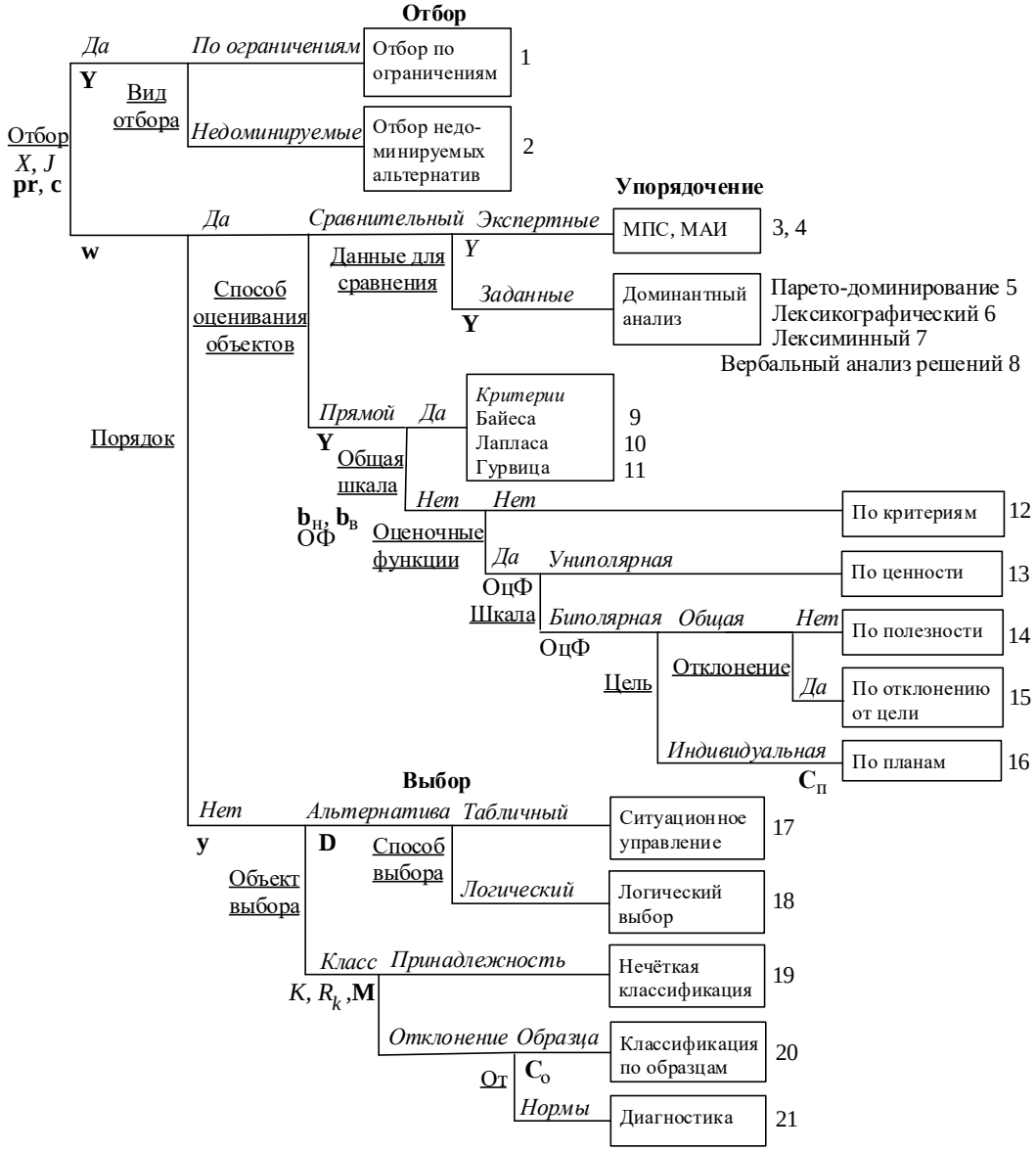


Рис. 1. Дерево задач упорядочения и выбора

Понятия «цель» и «норма» имеют широкую трактовку. Согласно [4] цель может быть как идеальной (экстремальной), так и реальной, учитывающей имеющиеся у ЛПР ресурсы. Это позволяет выполнять многомерную оптимизацию объектов как относительно достижения цели, так и отклонения от неё. Представление нормы в форме класса может быть расширено на несколько классов, упорядоченных по качеству [1]. В качестве наиболее общей используется функция нечёткой принадлежности классу.

Помимо расширения функциональности новая система СВИРЬ рассчитана на встраивание её модулей во внешние системы. Этому способствует программирование системы на языке Java. Областями применения новой системы являются как обучение студентов практическим навыкам работы с системой поддержки принятия решений, так и использование её модулей во внешних системах.

Исследования проводились в рамках бюджетной темы FFZF–2022–0004.

Литература

1. Микони С.В., Бураков Д.П. Обоснование и классификация оценочных функций, применяемых в рейтинговых методах многокритериального выбора // Информатика и автоматизация, Вып. 19 (6), 2020. – С. 1131-1165.

2. Velasquez M., Hester P.T. An Analysis of Multi-Criteria Decision Making Methods // International Journal of Operations Research. 2013. Vol. 10, No. 2, pp. 56–66.

3. Микони С.В. Теория принятия управленческих решений. – СПб.: Изд-во «Лань», 2015. – 448 с.

4. Saaty T.L. The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resources Allocation // New York, Mcgraw-Hill. 1980.

5. Микони С.В. Система выбора и ранжирования «СВИРЬ» // Труды междунар. конгресса «Искусственный интеллект в XXI веке». Дивноморское 3–8.09.2001. – М.: Физматгиз, 2001. Том 1. – С. 500-507.

6. Микони С.В., Гарина М.И. Теория принятия решений. Лабораторный практикум. Учебное пособие. – СПб.: ПГУПС. 2009. – 96 с.

МОДУЛЬНОСТЬ НЕЙРОРОБОТИЧЕСКИХ СИСТЕМ, ОСНОВАННЫХ НА КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Мостовой И.Л.

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева)

1 Введение

1.1 Определение нейроробототических систем и их применение

Нейроробототическая система – это система, которая объединяет искусственный интеллект, нейробиологию и робототехнику, для выполнения задач, связанных с имитацией биологических процессов и поведения живых организмов [1]. Она используются для обработки больших объемов данных и принятия быстрых и изучения различных биологических систем.

Примерами использования нейроробототических систем могут служить:

- Реабилитационная роботизированная система;
- Системный подход к моделированию мозга, изучение сенсорных и двигательных систем;
- Система вспомогательных роботов;
- Интеллектуальная система обучения и передачи навыков для нейроробототизированных систем;
- Мультимодальное слияние датчиков.

1.2 Обзор кибернетической модели биологической нейронной сети

Кибернетическая модель биологической нейронной сети – это математическая модель, которая имитирует работу нервной системы живых существ. В ее основе стоит коннектом, который является списком нейронов и синопсисов. Нейроны взаимодействуют друг с другом и обрабатывают входные сигналы, аналогично процессам в биологической нейронной сети [2].

В рамках данной статьи, в исследовании будет использоваться коннектом червя C. elegans, который состоит из 302 нейронов и 6393 химических синапсов, 890 gap-соединений и 1410 нейромышечных синапсов [3].

2 Модульность в нейроробототических системах

2.1 Обзор модульных подходов в нейроробототике

Модульная система состоит из меньших подсистем (модулей), которые, по крайней мере в принципе, могут функционировать независимо от того, связаны ли они с другими модулями и как: каждый модуль получает входные данные из окружающей среды или от других модулей, чтобы выполнять определенную функцию.

Модульные системы часто также являются иерархическими, что означает, что более простые модули встроены или переиспользуются более сложными модулями.

Иерархически модульные системы могут быть структурированы в виде песочных часов. Эта структура позволяет системе генерировать множество выходов из множества входов через относительно небольшое количество промежуточных модулей, называемых «талией песочных часов».

Эффект «песочных часов» был замечен в системах эмбриогенеза, метаболизма, иммунологии, сигнальных сетей, зрения и когнитивности, глубоких нейронных сетей, компьютерных сетей, а также в контексте общих сложных ядро-периферийных сетей. Несколько промежуточных модулей в талии песочных часов критически важны для работы всей системы, и поэтому они более консервативны при эволюции системы по сравнению с модулями, ближе к входам или выходам.

В данной статье мы применяем анализ «песочных часов» к коннектому C. elegans. Он может быть представлен как сеть обработки информации, которая преобразует стимулы, получаемые от окружающей среды через сенсорные нейроны, в координированные действия тела, которые контролируются моторными нейронами. Между сенсорными и моторными нейронами имеется высоко рекуррентная сеть интернейронов, которая постепенно преобразует входную информацию в выходную моторную активность[4].

3 Кибернетическая модель биологической нейронной сети

3.1 Описание структуры и функции модели

В основе реализации кибернетической модели биологической нейронной сети лежит модифицированная библиотека OpenWorm [5]. Сутью модификаций является обеспечение лучшей модульности и переиспользуемости кода, а также иерархическое разделение классов.

Выявление функциональных групп нейронов с помощью определения общих функций представлено на рисунке 1. Группы нейронов, отвечающие за обработку сигналов от одного сенсора или за выполнение определенного движения, могут быть объединяются в одну группу.

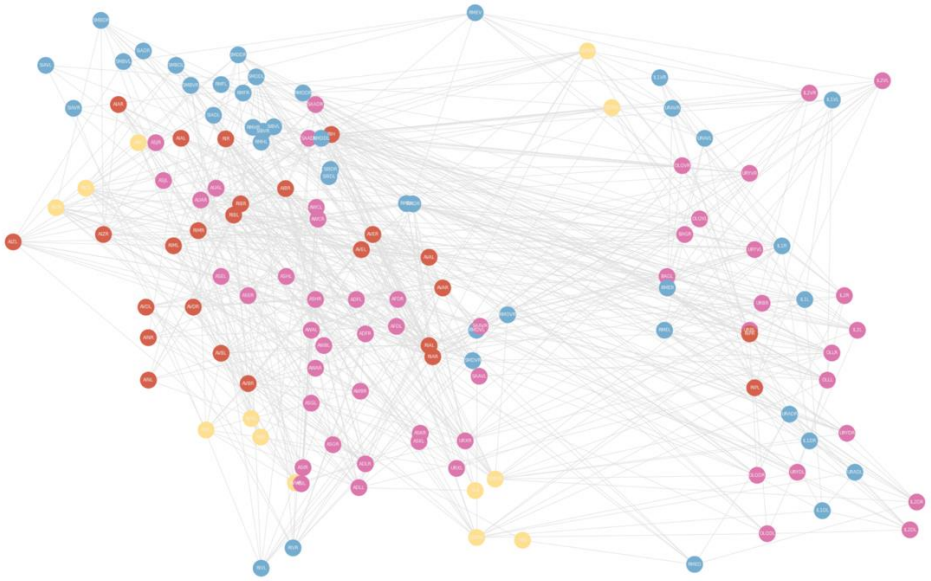


Рис. 1.Выявление функциональных групп нейронов

4 Применение модульных подходов в нейроробототехнике, основанных на кибернетической модели

4.1 Описание применения модульных подходов в нейроробототехнике с кибернетической моделью биологической нейронной сети

Каждый модуль может быть связан с определенной функциональностью нейроробототехнической системы, например, движением конечностей или обработкой информации, полученной с датчиков. Модули могут быть объединены в модульные комплексы для выполнения сложных задач, таких как навигация в неизвестной среде или поиск объектов.

4.2 Анализ преимуществ и недостатков использования модульных подходов в нейроробототехнике с коннектомом

Преимущества использования модульных подходов в нейроробототехнике включают:

- Гибкость: модульность системы улучшает адаптивность системы, однако только для модулей, которые ближе к входам или выходам;
- Скалируемость: дополнение нейроробототехнической системы новыми модулями или модульными комплексами, существенно расширяют ее функциональность;
- Надежность: каждый модуль нейроробототехнической системы может быть протестирован отдельно, а в случае неисправности – заменен;

Недостатки использования модульных подходов:

- Вычислительная сложность: чем сложнее нейроробототехническая система, тем больше ресурсов вычислительной мощности она требует.
- Сложность дизайна: нейроробототехническая система требует тщательного проектирования каждого модуля. Создание модульных комплексов может потребовать значительных усилий при отладке и проектировании.

5 Заключение

5.1 Обсуждение перспектив дальнейших исследований

Дальнейшие исследования модульности нейроробототехнических систем, основанных на кибернетической модели биологической нейронной сети, позволят создавать более сложные кибернетические модели, создание цифровых двойников и модификация биологических нейронных сетей.

Литература

1. The hourglass organization of the Caenorhabditis elegans connectome / Sabrin K. M., Wei Y., Pieter van den Heuvel M., Dovrolis C. // PLoS Computational Biology. 2020. Vol. 16. № 2. P. e1007526.
2. The multilayer connectome of caenorhabditis elegans / Bentley B., Branicky R., Barnes C.L., Chew Y.L., Schafer W.R., Yemini E., Bullmore E.T., Vértes P.E. // PLoS Computational Biology. 2016. Vol. 12. № 12. P. e1005283.

3. Evolution of Networks for Body Plan Patterning; Interplay of Modularity, Robustness and Evolvability / ten Tusscher H. K., Hogeweg P. // PLoS Computational Biology. 2011. Vol. 7. № 10. P. e1002208.

ПРИМЕНЕНИЕ ITIL В УПРАВЛЕНИИ IT ИНЦИДЕНТАМИ ОРГАНИЗАЦИИ

Панюкова Е.В.

(Самарский государственный технический университет)

На данный момент проблема управления информационными системами становится всё более актуальной во всем мире. Происходит это в том числе из-за их непрерывного развития и усложнения.

Сегодня почти все сервисы поддерживают ИТ, что означает огромную выгоду для организаций в создании, расширении и совершенствовании их возможностей управления ИТ-сервисами.

Управление сервисами опирается на руководство по управлению ИТ-сервисами ITIL (Information Technology Infrastructure Library).

ITIL содержит рекомендации, необходимые для решения задач в области управления IT сервисами.

«По мере развития организации возрастает и роль квалифицированной помощи при возникновении проблем-инцидентов в процессе использования информационных сервисов, необходимых сотрудникам. В особенности немаловажно, чтобы данная помощь оказывалась экспертами, владеющими необходимыми компетенциями, а также способными оперативно решить любую проблему образовавшеюся в период эксплуатации информативной системы» [2].

Согласно ITIL «инцидент - это событие, которое ставит под угрозу бесперебойное выполнение бизнес-процессов» [1].

Практика управления инцидентами направлена в первую очередь на более быстрое устранение прерванного доступа к услугам и исправление их качества в соответствии с приоритетами бизнеса.

Процесс управления IT инцидентами представлен на рисунке 1.

Каждый IT инцидент должен быть зарегистрирован для того, чтобы контролировать его решение в сроки, соответствующие ожиданиям пользователя.

Согласно ITIL в качестве инструмента для управления сервисами используются Service Desk. Все инциденты должны быть зарегистрированы в Service Desk сразу же после поступления заявки на IT инцидент. Это позволит контролировать ход работ согласно решению инцидента.

В случае несвоевременной регистрации IT инцидента будет трудно зафиксировать точные данные об инциденте.

Также зарегистрированные IT инциденты могут оказаться полезными при диагностике новых инцидентов.

IT инциденты распределяются по категориям на основе согласованной классификации. Это помогает сортировать поступающие заявки по параметрам решения.

Приоритет заявки гарантирует, что инциденты, оказывающие наибольшее влияние будут решены в первую очередь.

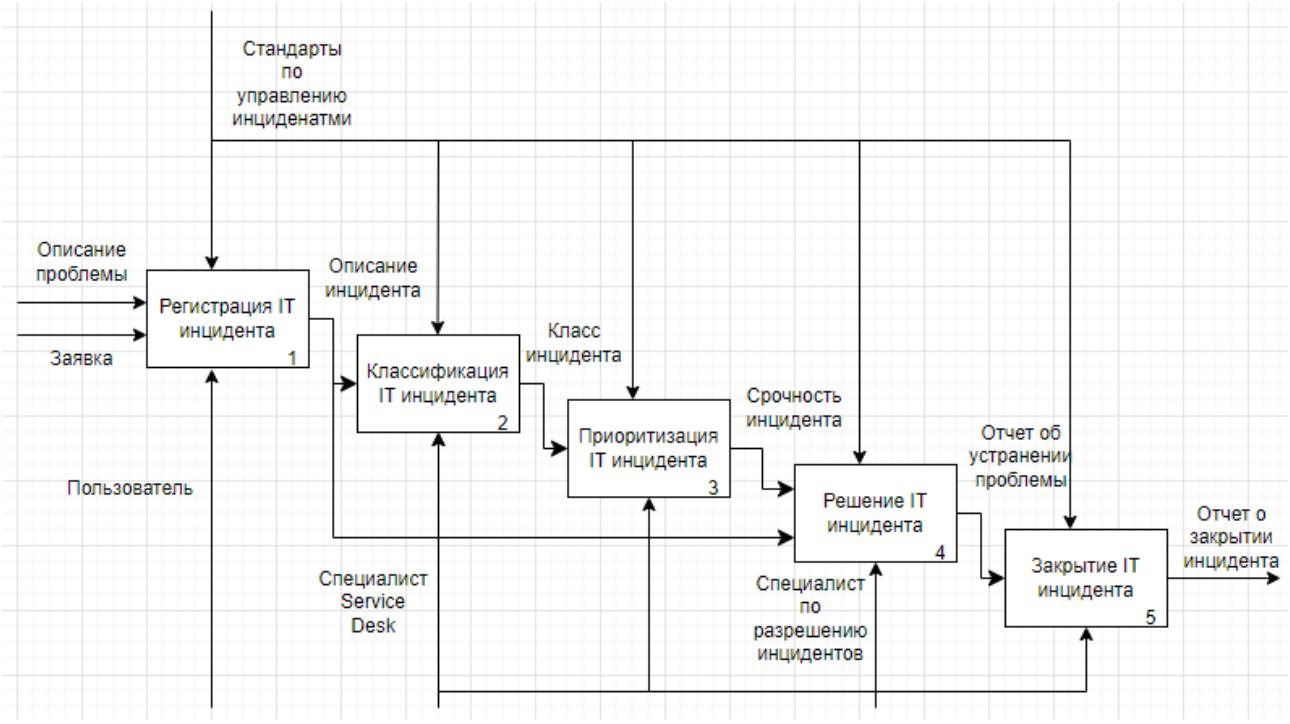


Рис. 1. Модель процесса управления IT инцидентами

«Инцидентами с низким уровнем воздействия необходимо эффективно управлять, чтобы гарантировать, что они не потребляют слишком много ресурсов. Инциденты с более серьезными последствиями могут потребовать больше ресурсов и более сложного управления. Обычно существуют отдельные процессы для управления крупными инцидентами и для управления инцидентами информационной безопасности» [2].

После того как IT инциденту присвоены класс и приоритет, специалисты выполняют диагностику инцидента и предоставляют отчет о возможных решениях.

По результатам решения IT инцидента формируется отчет об устранении проблемы и отчет о закрытии IT инцидента.

Управление IT инцидентами ускоряет процесс предоставления решения и обеспечивает прозрачность управления заявками. Без управления инцидентами решение ИТ проблем может оказаться достаточно сложной задачей.

Информация об инцидентах должна храниться в записях инцидентов в подходящем инструменте. В идеале этот инструмент должен также предоставлять ссылки на соответствующие изменения, проблемы, известные ошибки и

другие сведения, позволяющие проводить быструю и эффективную диагностику и восстановление.

Современные инструменты управления ИТ-сервисами могут обеспечить автоматическое сопоставление инцидентов с другими инцидентами, проблемами или известными ошибками и даже могут обеспечить интеллектуальный анализ данных об инцидентах для выработки рекомендаций по устранению будущих инцидентов.

Для определения ресурсов процесса управления IT инцидентами разработана диаграмма потоков данных, представленная на рисунке 2.

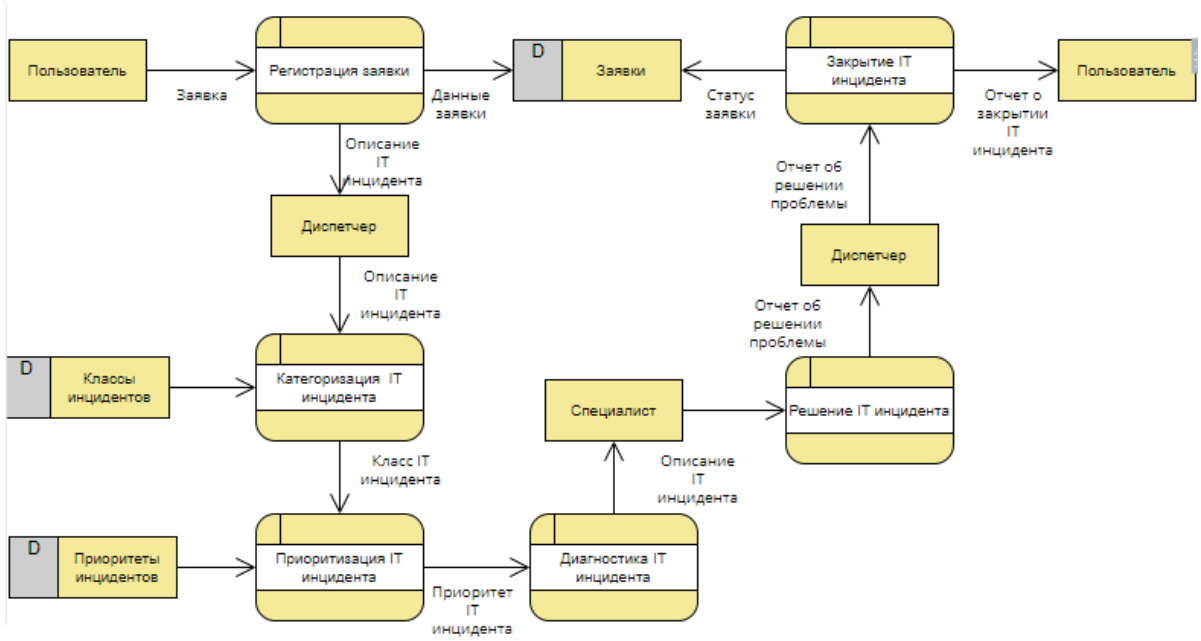


Рис. 2. DFD диаграмма процесса управления IT инцидентами

Любая существенная информация об инциденте обязательно должна быть зафиксирована, а также доступна группе технической поддержки.

Также пользователь должен иметь возможность отслеживать и фиксировать статус заявки.

Подобный многоэтапный процесс управления IT инцидентами обеспечивает оперативное устранение проблем, которые оказывают влияние на бесперебойную работу организации.

Организациям следует разработать свою практику управления инцидентами таким образом, чтобы обеспечить надлежащее управление и распределение ресурсов для различных типов инцидентов.

Литература

1. Процессы управления инцидентами ITIL URL: https://service.elma365.com/articles/incident-management-processes/

2. Что такое ITIL 4 https://blog.naumen.ru/main-practices-itil4/3.

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОНТОЛОГИИ

Сафронков В.В.

(Филиал ФГБУ НИИР – СОНИИР)

Процессы делопроизводства и управления проектной деятельностью, бизнес-аналитики, мониторинга и анализа показателей эффективности деятельности предприятия производится на основе актуальных и непротиворечивых данных, собираемых как из внутренних, так и из внешних источников с возможностью управления всеми стадиями жизненного цикла неструктурированной информации различных типов и форматов.

Подход к реализации комплексного проекта по цифровой трансформации должен быть основан на комбинированном применении современных методов анализа слабоструктурированных данных большого объёма, доказавших свою успешность при решении ряда задач анализа данных открытых источников и ведомственных и корпоративных систем [1]. Структурно можно разделить эти методы на 3 основные группы:

1) Статистический анализ – анализ временных рядов, описывающих динамику изменения показателей деятельности предприятия во времени. В дополнение к существующим технологиям у исполнителя проекта имеется ряд теоретических результатов и ноу-хау в части статистического анализа временных рядов с неравномерной дискретизацией (в частности, алгоритмический аппарат семантико-статистического анализа).
2) Семантический анализ – комплекс методов и алгоритмов анализа информации, основанные на понимании текстов и распознавании образов. Имеющиеся методы и алгоритмы основаны на применении инструментария онтологий – семантических баз знаний, позволяющих представлять метаданные с помощью семантических сетей.
3) Интеллектуальный анализ – современные технологии анализа данных с использованием искусственных нейронных сетей. У исполнителя комплексного проекта имеется опыт практического использования искусственных нейронных сетей, в результате которого накоплен научно-методический задел по автоматизации предобработки данных, включая разметку и моделирование, а также интерпретацию получаемых результатов с помощью средств когнитивной визуализации.

Комбинация вышеуказанных методов позволит создать цифровую платформу, предоставляющую дополнительно к известным инструментам бизнес-аналитики и работы с данными новые возможности по интеллектуальному анализу данных, моделированию и прогнозированию.

В настоящее время существует множество моделей представления зна-

ний, включая продукционные модели, логические модели и др. [2, 3]. Особое место среди них по целому ряду признаков занимают онтологии – т.е. иерархически структурированные множества терминов, описывающих предметную область, которая может быть использована как исходная структура для базы знаний.

В основе онтологии – объекты, классы, атрибуты, отношения и ограничения, реализующие представление об объектах как о множестве сущностей, характеризуемым некоторым набором свойств. Основными отличительными от традиционных баз данных особенностями в базах знаний являются: применение разнородных данных, открытая модель данных, возможность построения и использование семантической сети, где информационная модель предметной области имеет вид ориентированного графа, вершины которого соответствуют сущностям, а дуги – задают отношения между сущностями.

Эта семантическая сеть содержит как декларативные, так и процедурные компоненты и включает такие понятия (концепты) как физические или абстрактные объекты, свойства, процессы, отношения, атрибуты.

Онтологический подход обладает следующими преимуществами:

1. В отличие от баз данных, рассчитанных на хранение больших по объему и иерархически структурированных массивов однородных данных, онтологии позволяют работать с совершенно разнородными данными, не имеющими фиксированной структуры, структура которых является сетевой и часто дополняется или меняется.
2. Применение онтологического подхода позволяет создать наиболее точную и максимально приближенную к реальности модель предметной области, содержащую все основные понятия и отношения предметной области, которые так или иначе должны учитываться в процессе принятия решений (см. Рис. 1).
3. Применение онтологического подхода позволяет наиболее полно описать знания предметной области, обеспечивает наиболее удобный способ пополнения этих знаний.
4. Онтология может играть роль метаданных, описывающих не только саму структуру данных, но и методов доступа к этим данным во внешних базах данных.
5. Создание и использование онтологий позволяет отделить знания и логику от программного кода, предоставляя возможность конечному пользователю без специальных знаний в области программирования пополнять знания системы.
6. Создание и использование онтологий позволяет осуществлять на основе подобной сетевой модели данных различные интеллектуальные операции: семантический поиск (с учётом семантических связей между объектами базы знаний), получение адресной релевантной информации, определение целостности и достоверности данных, создание метаданных, увеличивающих эффективность работы.

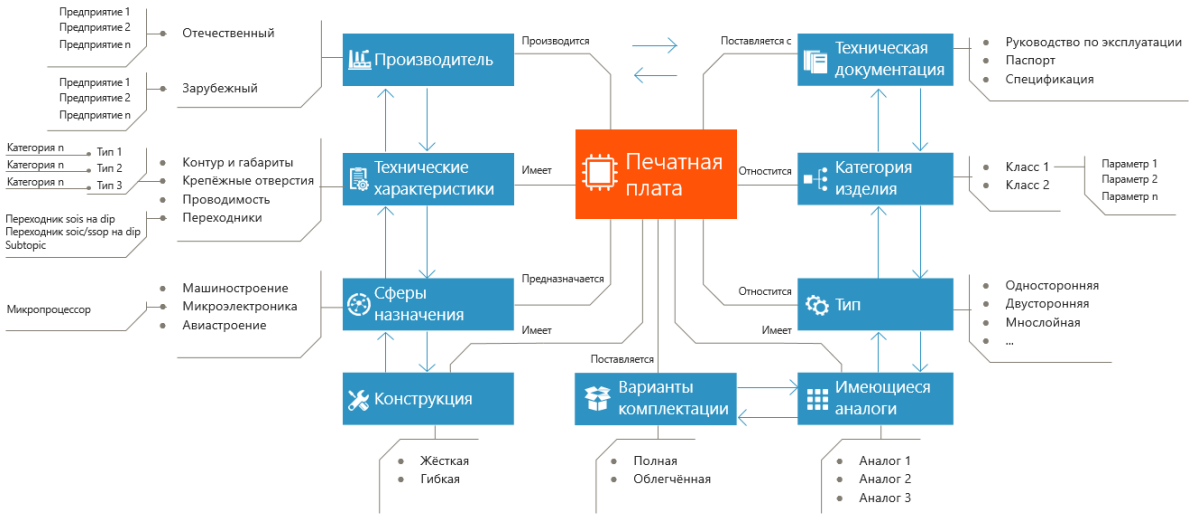


Рис. 1. Пример онтологического описания объекта на примере печатной платы

Основными преимуществами используемой технологии семантических баз знаний являются:

- упорядочивание и структурированное описание предметной области – например, продукции производственного предприятия – в форме онтологии (семантической сети) с учётом атрибутов, отношений и связей между объектами реального мира;
- наполнение / актуализация базы знаний распределённо в режиме реального времени различными категориями пользователей;
- интеллектуальная поддержка принятия решений при работе с базой знаний;
- возможность осуществлять на основе подобной сетевой модели данных различные интеллектуальные операции: семантический поиск (с учётом семантических связей между объектами базы знаний), получение адресной релевантной информации, определение целостности и достоверности данных, создание метаданных, увеличивающих эффективность работы;
- онтология позволяет представить данные так, чтобы они стали пригодными для машинной обработки. при этом обеспечивается возможность провести прямую связь между новыми понятиями, с которыми система ранее не встречалась, и описаниями уже известных классов, отношений, свойств и объектов реального мира
- использование в основе решения семантических баз знаний для предоставления адресных подсказок и инструкций в процессе сборки изделия.

Литература

1. Ситников П.В., Тучкова Е.М., Дубинина И.Н., Додонова Е.А., Головнин О.К., Иващенко А.В. Цифровая платформа интегрального мониторинга региона // Научно-технический вестник Поволжья. - № 5. – 2023. – с. 158 – 160

2. Гаврилова Т.А., Кудрявцев Д.В., Муромцев Д.И. Инженерия знаний. Модели и методы. - Лань, 2016. – 324 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ОНТОЛОГИЙ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ОБУЧЕНИЕМ

Смагин А.А., Липатова С.В., Булаев А.А.

(Ульяновский государственный университет)

Аннотация: в данной статье предлагается использовать методы онтологического инжиниринга для интеллектуализации учебного процесса, а именно для расширения возможностей LMS (системы управления обучением), что позволит формировать интеллектуальное хранилище знаний для учебного процесса, накапливать опыт в системе и в дальнейшем сократить затраты на подготовку учебно-методических материалов для самостоятельной работы студентов.

Ключевые слова: онтология, онтологический инжиниринг, интеллектуализация средств информационной поддержки учебного процесса, LMS

Актуальность. Современные системы искусственного интеллекта, такие как ChatGPT, относящиеся к глубокому машинному обучению, способны написать эссе на заданную тему и ответить на произвольный вопрос, поставленный на естественном языке. Возможности GPT (Generative Pre-trained Transformer) 3 и 4 поколений по генерации последовательностей текстов на выбранном естественном языке или программных кодов позволяют получать качественные тексты или коды. Но смысловая составляющая таких генераций не обладает высокой надёжностью, все факты из сгенерированных текстов требуют проверки, получаемые результаты не поддаются интерпретации, так как это общая проблема нейронных сетей, они работают по принципу модели «чёрный ящик».

Так как нельзя использовать сгенерированные тексты без проверки, то вопрос об их применении для обучения требует подробного рассмотрения (указания границ их использования эффективным способом), хотя уже сейчас есть внедрения для изучения, например, иностранного языка [1, 2]. Для изучения технических наук, где требуется точность изложения фактов, и поэтому предлагается использовать интеллектуальные методы, поддающиеся верификации, - методы дедуктивного машинного обучения, обработки естественного языка, в частности онтологический инжиниринг.

Актуальность использования перечисленных методов в обучении подтверждают публикации на тему внедрения элементов искусственного интеллекта в педагогическую практику [3, 4] и применения онтологий и NLP в разработке электронных курсов для студентов [5].

Новизна. Системы E-learning выполняют функции по управлению курсами, взаимодействию с обучающими, предоставлению материалов в различных форматах и многие другие. Все эти функции обеспечиваются данными, которые обладают свойством пассивности, т.е. не используют базы знаний и машины вывода.

Для возможности использования знаний, выводов на базе знаний и предоставления их пользователям, предлагается расширить функционал систем управления обучением онтологиями и плагинами, для работы с ними.

В функционал LSM онтологии добавят возможности:

- накопления и хранения знаний (отличие от баз данных, имеются семантические связи и можно делать на основе них выводы),
- объединения разных баз знаний (слияние онтологий и на основе этого можно организовывать групповые проекты для студентов для создания базы знаний по дисциплине и для коллективной работы преподавателей по направлениям обучения),
- автоматизированного построения заданий для студентов (тестов, задач, опросов и др.),
- интеллектуальной поддержки дисциплин (запросы к онтологиям).

Для реализации этих возможностей необходимо создать информационное средство (онтологии и плагины для LMS), сценарии использования для преподавателей и студентов (разные платины под каждый сценарий).

Постановка задачи. В данной статье предлагается рассмотреть основные моменты реализации такого информационного средства на примере построения онтологии для изучения темы «Задача оптимизации» и проект её использования в LMS Moodle. Для реализации задачи требуется:

- построить онтологию для описания задачи оптимизации,
- построить правила вывода для задачи оптимизации,
- определить сценарий использования онтологии в системе управления обучением (как именно будет использоваться онтология),
- создать проектное решение системы, реализующей предлагаемый сценарий для LMS Moodle.

Предлагаемые решения

На основании поставленной задачи опишем онтологию, состоящую из классов, объектных свойств и свойств данных (Рис. **1**), которая содержит 211 аксиом, 42 класса, 5 объектных свойств, 7 свойств данных и 29 индивидов.

Для обеспечения возможности вывода на основании онтологии добавим ещё 16 правил:

1) Задача_оптимизации(?x) ^ Количество_независимых_переменных(?x, 1) -> Одномерная(?x)
2) Задача_оптимизации(?x) ^ Количество_независимых_переменных(?x, ?y) ^ swrlb:greaterThanOrEqual(?y, 2) -> Многомерная(?x)
3) Задача_оптимизации(?x) ^ Целевая_функция(?z) ^ имеетЦелевую_функцию(?x, ?z) ^Количество_целевых_функций (?z, 1) -> Скалярная(?x)
4) Задача_оптимизации(?x) ^ Целевая_функция(?z) ^ имеетЦелевую_функцию(?x, ?z) ^Количество_целевых_функций (?z, ?y) ^ swrlb:greaterThanOrEqual(?y, 2) -> Векторная(?x)
5) Задача_оптимизации(?x) ^ Наличие_ограничений(?x, True) -> Условная(?x)
6) Задача_оптимизации(?x) ^ Наличие_ограничений(?x, False) -> Безусловная(?x)
7) Задача_оптимизации(?x) ^ Целевая_функция(?z) ^ имеет_Способ_описания_функции(?z, Аналитическая) ^имеетЦелевую_функцию(?x, ?z) -> Рациональный_подход (?x)
8) Задача_оптимизации(?x) ^ Целевая_функция(?z) ^ имеет_Способ_описания_функции(?z, Неявное_описание) ^имеетЦелевую_функцию(?x, ?z)-> Эвристический_подход (?x)

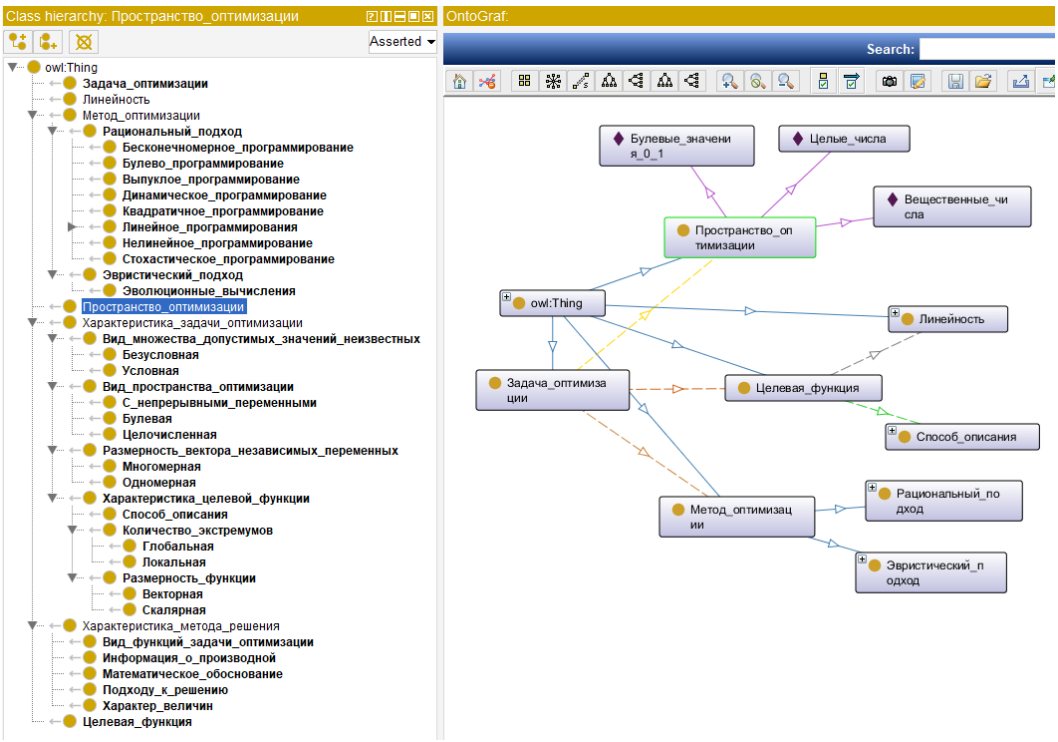


Рис. 1. Пример построения онтологии для описания задачи оптимизации

Приведённый вариант онтологии не является единственно возможным, но его можно легко верифицировать (проверить на согласованность с помощью Resoner и проверить логически на соответствие выбранному описанию). Для построения онтологии использовалось программное средство Protege и плагин Pellet.

Для того, чтобы использовать онтологию в LMS требуется (Рис.):

– построить плагин LMS для работы онтологией;
– интегрировать онтологию с LMS.

Плагины для LMS будут реализовывать один из сценариев работы с онтологией. В зависимости от роли пользователя в LMS можно реализовать плагины:

– для формирования тестов на основе данных из онтологии (для преподавателя),
– для просмотра онтологии (для преподавателя),
– для получения справочного материала из онтологии (для обучаемого, на основании запросов на языке SPARQL к онтологии),
– для изучения основных понятий задачи оптимизации (для обучаемого, запрос характеристики задачи оптимизации по ее описанию на основании правил на языке SWRL) и др.

Для интеграции онтологии с LMS Moodle предлагается использовать встроенное api для web-служб, а для реализации сценария использования.

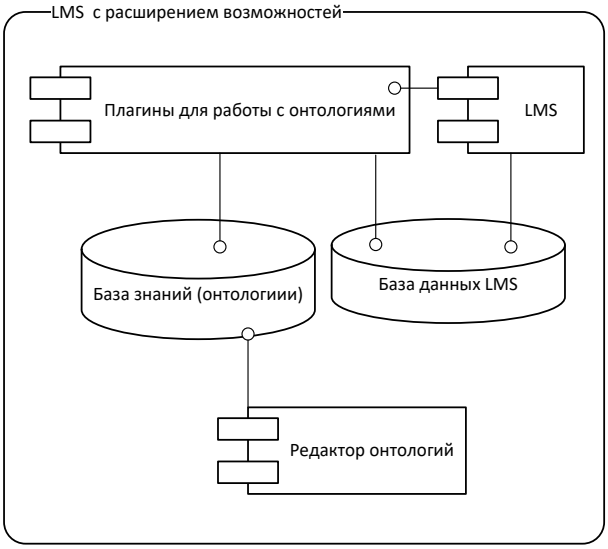


Рис. 2. Структурная схема расширенной LMS с онтологией

Реализация. Для реализации описанного средства использовался язык программирования PHP, на котором выполнялась разработка самого плагина для Moodle, а также вспомогательная библиотека EasyRdf – для взаимодействия с файлами онтологий (.owl, .rdf). Данная библиотека позволяет как считывать данные, сохраненные из Protege, так и осуществлять поиск по иерархии самой онтологии. Для работы с онтологией предусмотрен язык запросов SPARQL, работающий с данными, представленными по модели RDF.

Структура плагина для LMS Moodle представляет собой набор файлов (преимущественно формата PHP), которые обеспечивают выполнение следующих функций: отображение меню базовых настроек плагина, интеграцию функций плагина как отдельного элемента курса (с возможностью оценивания выполненных обучающимися заданий), отображение окна настроек самого элемента курса с возможностью указания дополнительных возможностей, а также визуальное отображение страниц (css-стили) и интерактивное взаимодействие с Web-клиентами (JavaScript-скрипты).

Для взаимодействия со свободными API зачастую используется подход REST, обеспечивающий обмен информацией между веб-приложением и сервером. Для отправки запроса используется протокол HTTP/HTTPS, в котором методами GET/POST/DELETE/PUT передаются входные параметры. В ответ сервер возвращает данные в форматах XML или JSON. Полученные данные обрабатываются браузером с использованием языка JavaScript и позволяют динамически обновлять содержимое курса или элементов курса.

Рекомендации по применению

Результаты данной работы рекомендуются к использованию в учебном процессе для различных дисциплин, причём онтологии могут строить и сами обучаемые, тем самым тренируя свои навыки формализации знаний и выполняя задание по освоению нового учебного материала. Разрозненные онтологии мо-

гут объединяться (сливаться) в общую онтологию, что позволит организовать групповую работу. Онтологии могут строить и использовать как преподаватели, так и обучающиеся (онтологии должны пройти проверку у преподавателей перед их использованием).

Для расширения возможностей онтологий можно добавить в Moodle и плагин общения с ChatGPT. Для реализации работы LMS Moodle с ChatGPT существует свободно-распространяемая библиотека на языке PHP, которая позволяет, используя специальное API, отправлять запросы на основной сервер ChatGPT.

Литература

1. Как использовать ChatGPT для изучения иностранного языка // URL: https://onff.ru/kak-chatgpt-dlia-izuchieniia-inostrannogho-iazyka/ (04.05.2023)

2. Как ChatGPT помогает улучшить обучение иностранным языкам // URL: https://dzen.ru/a/ZBYnqLlwJlC1asuy (04.05.2023)

3. Рахимова, К.М., Хайитов, О.С. Искусственный интеллект в образовании / К.М. Рахимова, О.С Хайитов // Научный форум: Технические и физико-математические науки: сб. ст. по материалам LVII междунар. науч.-практ. конф.- 2022. — № 7(57). — С.10-15.

4. Другова, Е. и др. Искусственный интеллект для учебной аналитики и этапы педагогического проектирования: обзор решений / Е. Другова, И. Журавлева, У. Захарова, В. Сотникова, К. Яковлева // Вопросы образования. Educational Studies, -2022 -№ 4 –С. 107-53.

5. Мурзо, Ю. Е. Опыт разработки и использования курса в online-формате при обучении иностранному языку студентов технических ВУЗов горно-технического профиля / Ю. Е. Мурзо // Современное образование: содержание, технологии, качество. Материалы XXVIII международной научно-методической конференции. -СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2022. – С.144-147.

СТРУКТУРНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Смагин А.А., Смирнова А.В**.**

(Ульяновский государственный университет**)**

Аннотация. В статье представлены результаты исследования построения идентификаторов псевдослучайных последовательностей **с** использованием структурных признаков для установления их принадлежности производящих их генераторам

Ключевые слова: генератор псевдослучайных последовательностей, псевдослучайные последовательности, шифрование, идентификация, нейронная сеть, шифртекст, тесты NIST, ГОСТ 34.12—2015 «Магма», RSA.

Актуальность

При распознавании образов и идентификации объектов, носящих случайный характер, а также проведении анализа шифртекстов, представленных бинарными последовательностями большой длины, требуются разнообразные средства, эффективность которых определяется предметной областью исследований.

Новизна состоит в структуризации текстов сообщений с помощью синтаксических шаблонов переменной длины и преобразования исходного текста в текст с расширенным алфавитом, в котором фрагменты текста замещены шаблонами четырех видов. Это позволило упростить анализ текста и поиск идентификаторов, в качестве которых использовались шаблоны определённой длины**.**

Постановка задачи.

Целью работы является установление пространства признаков, которые позволяют идентифицировать принадлежность псевдослучайных последовательностей (ПСП) генераторам, с помощью которых они были получены. В качестве генераторов выбраны алгоритмы шифрования ГОСТ 34.12—2015 «Магма» и алгоритм RSA с длиной ключа 2048 бит в режиме шифрования ECB.

Формирование признаков осуществляется с помощью анализа ПСП на выявление в них шаблонов, прообразы которых определены заранее в виде двоичных структур заданных видов. Присутствие в необходимом количестве данных шаблонов в ПСП может служить признаком принадлежности источнику формирования ПСП.

Псевдослучайные последовательности в работе представлены шифртекстом, полученным с помощью одного алгоритма шифрования в виде бинарных цепочек длиной 1 млн бит. Текст заменяется на множество шаблонов переменной длины и подвергается статистическому анализу на частоты появления отдельных шаблонов, которые выступают в качестве прямых идентификационных признаков. Рассматриваются шаблоны следующего вида: $\langle 1,1,1, \dots \rangle_N$, $\langle 0,0,0, \dots \rangle_N$, $\langle 1,0,1,0, \dots \rangle_N$ и $\langle 0,1,0,1, \dots \rangle_N$.

Обоснованно выбранное сочетание этих признаков и их виды образуют пространство прямых признаков принадлежности ПСП. Эти признаки позволяют провести контроль достоверности идентификации за счёт возможности проверки путем многократного тестирования ПБП, в котором важнейшую роль тестов играют заданные шаблоны.

Частоты появления шаблонов для каждого их вида формируют доверительные интервалы, которые служат необходимой составной частью признаков идентификации источников ПБП и также являются составной частью пространства признаков.

Выбранное множество шаблонов конечно, а их вид обусловлен тем, что их структура отличительна от остальных повторяемостью отдельных бит, что позволяет упрощать поиск и его время, причем и их длины не имеют существенного значения.

Формирование косвенных признаков основано на анализе результатов тестирования ПБП с помощью обоснованного выбора тестов NIST [3] как стандартного инструментария оценки их случайности. В рамках криптографии тесты NIST применялись для анализа алгоритмов шифрования, представленных на конкурс AES. Наиболее распространенной методикой статистического тестирования алгоритмов шифрования является создание генератора псевдослучайных чисел на основе исследуемого алгоритма шифрования[4]. Применение тестов NIST дает множество возможных результатов, которые также заключены в интервалы значений по проверяемым параметрам тестов.

Однородные шифртексты, созданные одним и тем же генератором, при тестировании одни и тем же тестом NIST, как показали многочисленные эксперименты[1], имеют результаты, заключенные в общий доверительный интервал частот их повторения. Таким образом, результаты тестирования с помощью тестов NIST, можно отнести к идентификационным признакам второго рода, получение которых не требует анализа структуры ПБП.

Для доказательства этих положений была созданы методики, а также средства проведения экспериментальных исследований и статистической обработки достаточно большого объема результатов с применением аппарата нейронных сетей, которые можно настраивать на обучения распознаванию принадлежности ПБП одному из возможных источников битовых последовательностей.

Использование нейронных сетей классификации и их оценка с помощью кросс–валидации позволяют выявить, какое подмножество тестов NIST в большей степени подходит в качестве количественных признаков определения алгоритма шифрования. Одними из способов поиска наиболее значимых независимых признаков является анализ чувствительности обученной нейронной сети классификации к входным параметрам и статистика экспериментальных исследований на этих нейронных сетях.

В эксперименте использовались нейронные сети класса многослойный персептрон, реализованные в программе STATISTICA Automated Neural Networks. Получая на вход *n* P–значений, полученных в результате тестов NIST, в результате работы нейронной сети мы должны получить идентификатор генератора, который использовался для создания рассматриваемой ПБП и, соответственно, идентифицировать шифртекст. Количество нейронов на входном слое совпадает с количеством используемых P–значений, а количество нейронов на выходном слое совпадает с количеством уникальных исследуемых генераторов.

Для проведения исследований были сформированы 100 файлов в текстовом формате на русском языке длиной 1 млн бит, 100 шифртекстов, полученных в результате применения к ним алгоритма ГОСТ 34.12—2015 «Магма» в режиме простой замены, и 100 шифртекстов, полученных в результате применения к ним алгоритма RSA в режиме простой замены.

По результатам эксперимента были построены доверительные интервалы для среднего значения оценок энтропии ПБП, максимальных длин шаблонов

вида $\langle 1,1,1,\dots\rangle_N$, $\langle 0,0,0,\dots\rangle_N$, $\langle 1,0,1,0,\dots\rangle_N$ и $\langle 0,1,0,1,\dots\rangle_N$. Также рассматривались оценки вероятностей переходов данных шаблонов. Алгоритм разбиения на данные шаблоны был реализован с использованием метода определения позиций единиц в двоичном коде, указанного в [2]. Доверительные интервалы были получены на основе анализа диапазона значений. Таким образом, оценки энтропии, шаблоны и значения количества их повторений, попадающих в доверительные интервалы, образуют идентификаторы принадлежности шифртекстов их алгоритмам шифрования.

Наилучший результат идентификации (100%) был получен при распознавании ПБП данных алгоритмов шифрования с помощью оценок энтропии. Оценки максимальных длин шаблонов показали, что значимым признаком является оценка максимальной длины последовательности нулей — она позволила с помощью дерева решений идентифицировать 96,33% ПБП. Оценка вероятностей переходов позволяет верно идентифицировать 91% исследуемых ПБП.

В другом эксперименте анализировались с помощью тестов NIST 1260000 шифртекстов алгоритмов шифрования ГОСТ 34.12—2015 «Магма» и RSA, полученных на 630 файлах формата ZIP и 1000 ключей, в режиме простой замены. Входными данными нейронной сети служили 188 P–значений, полученных по всем 15 тестам NIST. Построенная нейронная сеть позволила верно идентифицировать 98.041% ПБП.

В рамках данного исследования были рассмотрены прямые и косвенные признаки соответствия шифртекстов алгоритмам шифрования. Среди прямых признаков рассматривались оценки для максимальных длин и вероятностей переходов шаблонов вида $\langle 1,1,1,\dots\rangle_N$, $\langle 0,0,0,\dots\rangle_N$, $\langle 1,0,1,0,\dots\rangle_N$ и $\langle 0,1,0,1,\dots\rangle_N$, а среди косвенных — оценки энтропии и результаты всех 15 тестов NIST. Проведенные эксперименты на большом количестве испытаний для шифртекстов ГОСТ 34.12—2015 «Магма» и RSA дали удовлетворительные результаты по их идентификации по прямым признакам с достоверностью 96,3% при оценке максимальных длин шаблонов вида $\langle 0,0,0,\dots\rangle_N$ с построением дерева принятия решений и 91% при оценке вероятностей переходов, а по идентификации с помощью косвенных признаков — с достоверностью 98% при оценке результатов тестов NIST нейросетевой моделью. Оценки энтропии позволили верно идентифицировать всю совокупность тестируемых ПБП.

Литература

1. Смирнова, А. В. Сравнение с помощью тестов NIST зашифрованных последовательностей, полученных с помощью алгоритмов ГОСТ 34.12-2015 "Магма" и RSA / А. В. Смирнова // Ученые записки УлГУ. Серия: Математика и информационные технологии. – 2022. – № 1. – С. 72-79. – EDN XZZHZY.

2. Смагин А.А. Модели разбиений. Ульяновск: УлГУ, 2013. - 207 с

3. Rukhin A. A Statistical Test Suite for Random and Pseudorandom Number Generators for Cryptographic Applications, Special Publication 800-22 Revision 1a /

A. Rukhin, J. Soto, J. Nechvatal [и др.]. – National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, 2010. — 131 с.

4. Ключарев, П. Г. О статистическом тестировании блочных шифров / П. Г. Ключарев // Математика и математическое моделирование. – 2018. – № 5. – С. 35-57. – DOI 10.24108/mathm.0518.0000132. – EDN YORHRR.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПУЛЬСА ПО ДАННЫМ ЭКГ

Адамова А.В., Котыков Е.А.

(Пензенский государственный университет)

Данная статья посвящена выбору алгоритма распознания сигнала ЭКГ для создания информационно измерительной системы мониторинга пульса фитнес зала. Приведены наиболее распространенные алгоритмов анализа ЭКГ, позволяющие обнаружить QRS-комплекс, а следовательно, определить частоту сердечных сокращений (ЧСС).

Сердечно – сосудистые заболевания являются одними из самых распространенных и опасных недугов, поэтому их качественная диагностика и мониторинга работы сердца в целом – актуальная задача. Исследование направлено на создание информационно-измерительной системы мониторинга пульса человека для применения в повседневной жизни и при занятиях спортом. Для своевременной оценки своего физического состояния и адекватной оценки нагрузок посетители фитнес-зала должны видеть колебания ЧСС в реальном времени и с высокой точностью измерения. Косвенные методы измерения, основанные на оптических датчиках в этом случае не оправданы, так как имеют низкую точность измерения. Таким образом, следует рассмотреть методы, основанные на анализе данных электрической активности сердца [1].

Для выбора алгоритма проанализировать известные методы распознавания волн ЭКГ, их сочетание, надежность каждого из них и выбрать наиболее подходящий для дальнейшего использования. Существует множество алгоритмов обнаружения QRS-комплекса. Одни из них более надежны и требуют больших вычислительных затрат, однако также есть простые и быстрые методы, которые могут обеспечить высокую скорость обнаружения.

Для анализа ЭКГ используются методы следующих типов:

- пороговые методы;
- время-частотные методы;
- нейронные сети;
- методы, основанные на вейвлет-преобразовании и т.д.

Основная проблема с сегментацией ЭКГ заключается в том, что волны ЭКГ имеют множество вариаций. Они могут иметь различные характеристики с точки зрения формы, частоты, продолжительности и амплитуды. Эти различия обусловлены различиями пациентов, оборудования для мониторинга, размещения отведений ЭКГ. Автоматизированный подход должен быть способен эф-

фективно обрабатывать все возможные вариации волн ЭКГ, стандартные автоматизированные модели сначала определяют пик волны R, а затем используют различные подходы, чтобы найти положение остальных волн. Эти подходы имеют низкую или среднюю производительность, поскольку они недостаточно надёжны для обработки множества вариаций ЭКГ и поэтому не являются обобщёнными. В исследованиях применяются различные алгоритмы распознавания волн ЭКГ: одни из них основаны на методах частотной фильтрации, другие - на основе корреляционной обработки, а также методы порогового обнаружения пиков, с использованием производных разного порядка, на базе нелинейных преобразований и т.д. Наиболее частыми в применении являются методы, основанные на первой и второй производной, алгоритмы, построенные на цифровых фильтрах и нейронные сети. Ознакомимся с наиболее применяемыми алгоритмами, такими как Пана-Томпкинса, на основе нейронной сети, вейвлет-анализе, а также с использованием производных.

1. Алгоритм на основе нейронной сети [2] является простым с точки зрения подготовки данных и не требует больших вычислительных мощностей, данные подаются на обученную глубокую нейросеть. Разнообразие типов искусственных нейронных сетей позволяет как решать разные задачи, так и пересекаться между собой в различных задачах. Они отличаются по принципу применения, типу входных значений, характеру обучения и характеру связей. Нейронная сеть является компромиссом между точностью распознавания и стремлением сократить объём одновременно обрабатываемых данных. Достоинствами данных методов можно выделить выявлений скрытых закономерностей и возможность к самообучению. Из основных недостатков таких алгоритмов является непрозрачность выходных сигналов, что не позволяет трактовать их с гарантированной точностью результата, поэтому для каждой задачи необходим индивидуальных подход [3].

2. Алгоритм Пана-Томпкинса основан на том, что для удаления шумов, сигнал ЭКГ пропускают через низкочастотные и высокочастотные фильтры. Одним из важных шагов данного алгоритма является дифференцирование, позволяющее подавить низкочастотные компоненты сигнала, что обеспечивает усиление высокочастотных компонентов. Дальнейшее возведение в квадрат даёт увеличение расстояния между зубцами с отличной амплитудой. Сглаживание выходного сигнала выполняется интегрирующим фильтром. В данном алгоритме анализируется наклон, ширина и амплитуда QRS–комплекса. Алгоритм очень популярен и широко применяется на практике [4] Применяются много его вариаций и модификаций, например, [5, 6].

3. Алгоритмы обработки сигналов ЭКГ основанные на первой и второй производной, например, метод Бальда [7]. Аппроксимируемая сглаженная трёхточечная производная используется для нахождения диастолического пика волны, но алгоритм пригоден только для тех волн, где дикротический зубец хорошо выражен и на исходном сигнале. Использование второй производной дает опорные точки, способствующих определению сосудистого возраста. Недостатком данных алгоритмов является чувствительность к шумам.

4. Вейвлет-анализ обеспечивает двумерную развёртку исследуемого одномерного сигнала, при этом частота и координата являются независимыми переменными. Вейвлетные преобразования сигнала состоит в его разложении по базису, сконструированному из обладающей определёнными свойствами функции (вейвлета) посредством масштабных изменений и переносов. Недостатками данного метода является его сложность.

При выборе алгоритма для исследования были учтены их достоинства и недостатки. В результате для дальнейшего использования выбран алгоритм Пана-Томпкинса. Хотя данный алгоритм был предложен довольно давно и, возможно, морально устарел, требует большой объем оперативной памяти при частоте дискретизации 400 Гц и выше, а также имеет сильное влияние артефактов на качество распознания, он остается одним из самых простых в реализации, быстродействующих и дающих низкую погрешность. С помощью определенных модификаций и современных возможностей, скорость его работы и качество анализа могут быть вполне подходящими для практического использования.

Преимущества выбранного алгоритма позволяют использовать его в вычислительных устройствах невысокой вычислительной мощности, а, следовательно, недорогих, в случае массового производства. Подобные устройства могут быть востребованы в многих сферах деятельности, например, для мониторинга состояния посетителей фитнес-центра. В этом случае, использование таких устройств может эффективность тренировок, а также избежать несчастных случаев, связанных с развитием сердечно-сосудистых заболеваний.

Литература

1. Патент № 2360597 C2 Российская Федерация, МПК A61B 5/0402. Способ определения электрической активности сердца : № 2007111788/14 : заявл. 02.04.2007 : опубл. 10.07.2009 / О. Н. Бодин [и др.].

2. Deep learning approach for QRS wave detection in ECG monitoring / M. Mitrokhin [et al.] // 11th IEEE International Conference on Application of Information and Communication Technologies, AICT 2017 - Proceedings : 11, Moscow, 20–22 сентября 2017 года. – Moscow, 2019. – P. 8687235. – DOI 10.1109/ICAICT.2017.8687235.

3. Чупраков, П. Г. Применение нейросетей для анализа ЭКГ / П. Г. Чупраков // Общество. Наука. Инновации (НПК-2017): сборник статей. Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция, Киров, 01–29 апреля 2017 года / Вятский государственный университет. – Киров: Вятский государственный университет, 2017. – С. 2355-2369. – EDN ZTYTYX.

4. Рангайян Р.М. Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход. М.: ФИЗМАТЛИТ. 2007. 440 с

5. Khan, Naimul; Imtiaz, Md Niaz (2023): Pan-Tompkins++: A Robust Approach to Detect R-peaks in ECG Signals. Toronto Metropolitan University. Preprint. https://doi.org/10.32920/22734308.v1

6. Рослякова, А. В. Сравнительный анализ алгоритмов обнаружения R-зубца электрокардиосигнала / А. В. Рослякова, П. Г. Чупраков // Вятский медицинский вестник. – 2012. – № 2. – С. 29-35.

7. Обухов С.А., Степанов В.П. Алгоритм обнаружения QRS-комплекса на электрокардиограмме в реальном времени. Инженерный журнал: наука и инновации, 2019, вып. 5. http://dx.doi.org/10.18698/2308-6033-2019-5-1877

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ РЕНТГЕНОВСКИХ СНИМКОВ ДИАГНОСТИКИ ЛЕГКИХ

Головнин О.К., Епишина Е.И.

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева)

Распознавание изображений в современном мире играет важную роль, а компьютерное зрение применяется в самых разных областях и для самых разных целей: от развлечений до научных исследований [1]. В медицине результаты анализа изображений должны иметь максимальную точность и оперативность, поскольку могут влиять не только на здоровье, но и на жизнь пациента. Кроме того, раннее выявление многих болезней способно помочь пациенту избежать серьезных последствий возникающего или уже прогрессирующего заболевания. Анализ медицинских изображений сводится к извлечению значимых фрагментов из изображения: контуров опухолей, границ органов, затемнений [2]. Для реализации обработки изображений актуально применять технологии компьютерного зрения – нейронные сети и машинное обучение.

Разработана автоматизированная интеллектуальная система, которая позволяет выявлять 3 класса патологий легких по рентгеновским снимкам. Система развивает функционал, ранее представленный в [3]. Система реализована с использованием модифицированной свёрточной нейронной сети (рис. 1). Обучение нейронной сети проводилось на наборе данных [4].

Выходной слой данной нейронной сети содержит 4 нейрона, которые предназначены для четырех классов, каждый из которых формирует вероятность соответствия проверяемого объекта к каждому классу. Класс исследуемого объекта определяется по максимальному значению вероятности.

Система представляет собой веб-приложение, серверная часть которого написана на языке Python с использованием фреймворка Django, а клиентская – на языке TypeScript с использованием фреймворка Angular. В качестве среды разработки использовалась среда PyCharm. Разработанная система осуществляет предварительное преобразование каждого снимка к фиксированному размеру в оттенках серого. Система позволяет обрабатывать снимки в формате DICOM и выявлять отсутствие патологии или одну из трёх патологий: пневмонию, Covid-19 и туберкулёз.

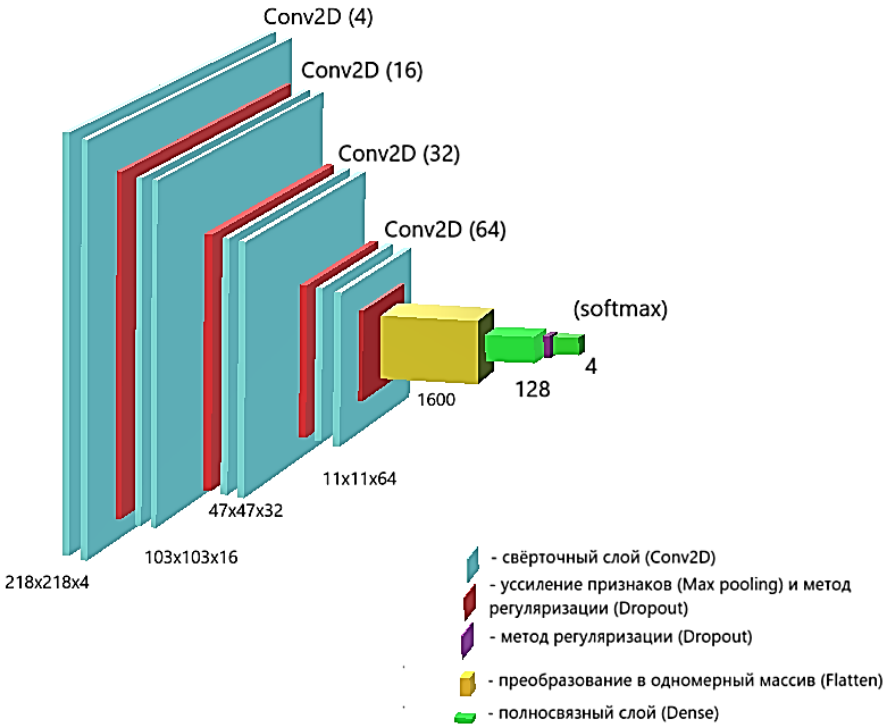


Рис. 1. Схема нейронной сети

Функциональные возможности системы отражены в диаграмме вариантов использования (рис. 2).



Рис. 2. Диаграмма вариантов использования системы

Подраздел обработки изображения обеспечивает загрузку изображения и сохранение результата для конкретного пациента. Если результат не будет сохранен, то вариант использования скачивания выписки будет недоступен.

При просмотре данных об обследовании доступно формирование выписки, относящейся к тому или иному обследованию. Выписка представляет собой текстовый документ, включающий в себя данные сотрудника медицинского учреждения, проводившего исследование, данные пациента и, соответственно, снимок и данные о самом обследовании (рис. 3).

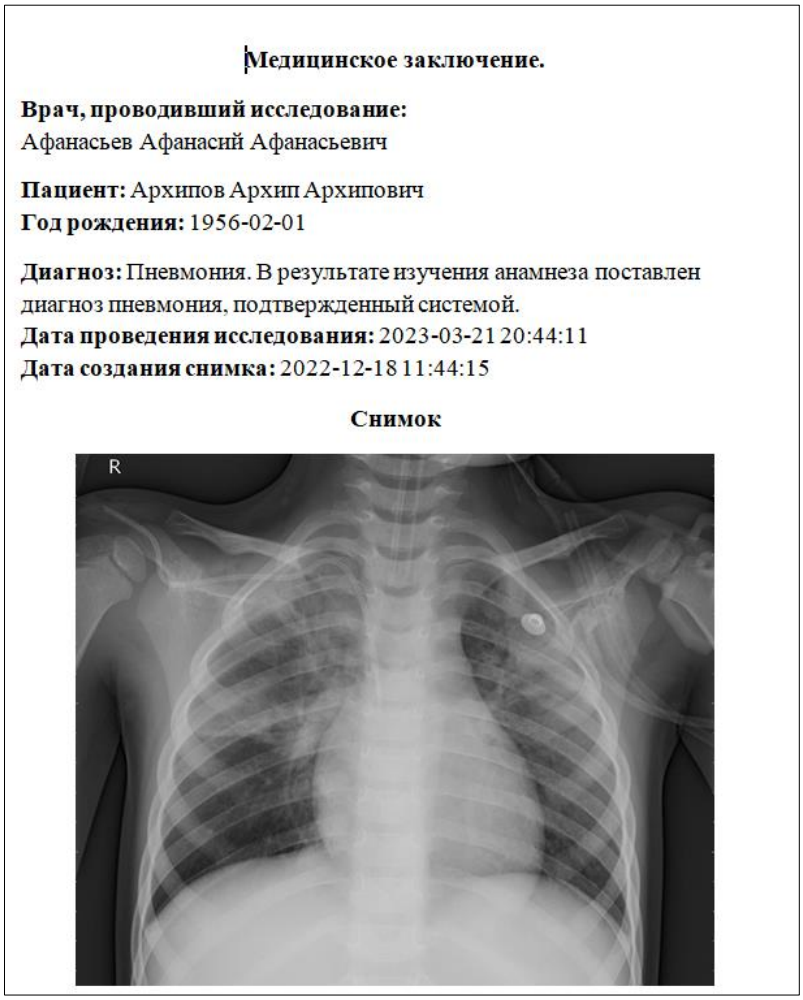


Рис. 3. Выписка, сформированная системой

Выполнена проверка эффективности системы на наборе данных, состоящем из 1000 снимков. В 85,2% рассматриваемых случаев система сформировала правильный диагноз, что является результатом, сравнимым с аналогами, однако разработанная система обладает преимуществом – распознает большее количество классов заболеваний.

Литература

1. Семенова А.Н., Аджиев Н.Д., Чочиева А.Н. Сравнение современных методов детектирования объектов на изображении // Тенденции развития науки

и образования. – 2019. – №. 56-3. – С. 28-31.

2. Шубкин Е.О. Обзор методов сегментации медицинских изображений // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов конф. – Томск: Томский политехнический университет, 2021. – С. 90-91.

3. Епишина Е.И. Автоматизированная система диагностики патологий органов грудной клетки на основе нейросетевого анализа рентгенограмм // Новые информационные технологии в научных исследованиях : материалы XXVII Всероссийской научно-технической конференции. – Рязань: РГРТУ, 2022. – С. 240-242.

4. Kaggle. Chest X-Ray. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.kaggle.com/ datasets/jtiptj/chest-xray-pneumoniacovid19tuberculosis.

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ПЛАГИНА ДЛЯ АНАЛИЗА БИОМЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ В СРЕДЕ PROM 6.11

Демушкина К.М., Кузьмин А.В.

(АО «НПП «Рубин», Пензенский государственный университет)

На сегодняшний день технология анализа процессов стремительно набирает популярность. С ее помощью специалисты осуществляют аналитику происходящих в компании процессов. Плагинов, входящих в стандартный пакет инструментов анализа процесса, может быть недостаточно, поэтому возникает необходимость разработки собственных модулей. Для создания авторских плагинов необходимо специальное приложение с инструментами для визуализации моделей процессов, одним из таких приложений является фреймворк ProM 6.11. ProM – это расширяемый фреймворк, который поддерживает широкий спектр методов интеллектуального анализа процессов в виде подключаемых модулей [1].

Разработка плагина велась в среде Eclipse IDE for Java Developers - 2022-12. Разработчики ProM предоставляют рабочий проект всем желающим попробовать себя в разработке плагинов. Проект называется Workshop и его можно скачать с официального сайта [2]. Данный проект позволяет запускать разработанные файлы «на горячую», используя UITopia (встроенный пакет запуска ProM, необходимо установить программу с официального сайта [1]).

Плагин для формирования журнала событий на основе цифровых данные ЭКГ разрабатывается на двух языках Java и Python. Согласно рекомендациям разработчиков ProM, необходимо использовать Java 8, Python 3.11.

Создание плагина начинается с разработки пакета. Пакет должен называться строго определенным образом org.processmining.plugins.<name>, где <name> - это полностью строчная версия названия авторского пакета, Внутри каждого пакета находится Java объект, в котором описываются используемые

классы и методы. На языке Java осуществляется взаимодействие со средствами фреймворка ProM, рисунок 1.

Аннотация @Plugin позволяет зарегистрировать плагин в программе ProM. Так фреймворк сможет увидеть имя, принимаемые и возвращаемые параметры, а также доступ пользователю и поддержку. Расшифровка переменных и более подробная информация представлена на официальном сайте[2].

Далее осуществляется непосредственная разработка логики работы плагина, класс CreatePlugin. Класс содержит в себе две аннотации: @UITopiaVariant и @PluginVariant.

Аннотация @UITopiaVariant осуществляет взаимодействие backend и frontend программы. Подробное описание плагина можно посмотреть на официальном сайте [3].

```
@Plugin(
        name = "Get_log_file_aritm",
        parameterLabels = {"EKG"},
        returnLabels = { "Result" },
        returnTypes = { XLog.class },
        userAccessible = true, help = ""
        )

public class CreatePlugin {
      @UITopiaVariant(
      affiliation = "PGU",
      author = "RKM",
      email = "riabova.ksenija@yandex.ru"
        )
    @PluginVariant(
        variantLabel = "AEKG",
        requiredParameterLabels = { 0 }
    )
```

Рис. 1. Фрагмент кода регистрации плагина в системе ProM 6.11 (язык программирования Java)

Аннотация @PluginVariant осуществляет вызов различных вариантов одного и того же плагина. requiredParameterLabels задает требуемые метки параметров в этом массиве. Длина массива должна быть не более, чем у массива parameterLabels аннотации плагина. Кроме того, все элементы массива должны быть индексами в массиве parametersLabels аннотации плагина, и элементы должны быть упорядочены. variantLabel используется для идентификации различных вариантов одного и того же плагина, особенно когда несколько вариантов принимают одни и те же параметры одних и тех же типов.

Основная схема работы программы состоит в том, что данные передаются во фреймворк средствами ProM, затем осуществляется предварительная обработка данных программным модулем, написанным на языке Python, после чего данные возвращаются во фреймворк и выводятся пользователю на экран средствами ProM.

В качестве примера приводится фрагмент кода, написанный на Java, который отвечает за импорт цифровых данных ЭКГ, передачу данных в модуль Python и возврат данных на интерфейс ProM, рисунок 2.

```
public static XLog HW (PluginContext context, CSVFile csvFile) throws  IOException, CSVConversionException{

      String path_csvFile = csvFile.getFile().toString();
      PT_algorithm log_file = new PT_algorithm(path_csvFile);
      XLog result = null;
      try {
        result = log_file.givenPythonScript_whenPythonProcessExecuted_thenSuccess();


    } catch (Exception e) {
        // TODO Auto-generated catch block
        e.printStackTrace();
    }
      ;
    return result;
  }
```

Рис. 2. Фрагмент кода передачи данных в модуль Python (язык программирования Java)

Метод givenPythonScript_whenPythonProcessExecuted_thenSuccess() осуществляет передачу данных в модуль Python для дальнейшей обработки. Основная задача метода состоит в записи пути до импортируемого в программу файла во временный файл tmp.txt, а также запуск модуля Python через командную строку.

Для успешной работы модуля необходимо создать виртуальное окружение и поместить его в корень проекта по следующему пути: venv/Scripts/activate.bat, поскольку описанный выше метод активирует виртуальное окружение с установленными в него python-пакетами.

Главной особенностью работы модуля Python – это работа с фильтрами сигналов. Модуль реализует алгоритм Пана-Томпкинса, которые подразумевает полосовую фильтрацию для удаления шумов, затем происходит увеличение сигнала в пределах ¼ от частоты, после чего фильтр скользящего среднего.

По результатам работы модуля Python формируется log-файл, формата xes. Журнал событий имеет определенный формат написания: trace – трасса, или один цикл событий; event – события, происходящие в пределах одного цикла.

Модуль заканчивается свою работу ответом для кода, написанного на Java. Принимая ответ Java, выводит пользователю результат работы плагина, рисунок 3.

В качестве примера на рисунке 3 авторами приведены результаты обработки сигнала ЭКГ с помощью модулей, реализованных на двух языках программирования: Java и Python. Такая организация разработки позволяет вынести логику обработки данных в отдельный язык программирования для удобства использования различных методов фильтрации сигналов. В целом использования Python как инструмента для предварительной обработки данных удобно и функционально, поскольку существующие пакеты позволяют проводить различные манипуляции с данными, а простота типизации не вызывает сложности у разработчика.

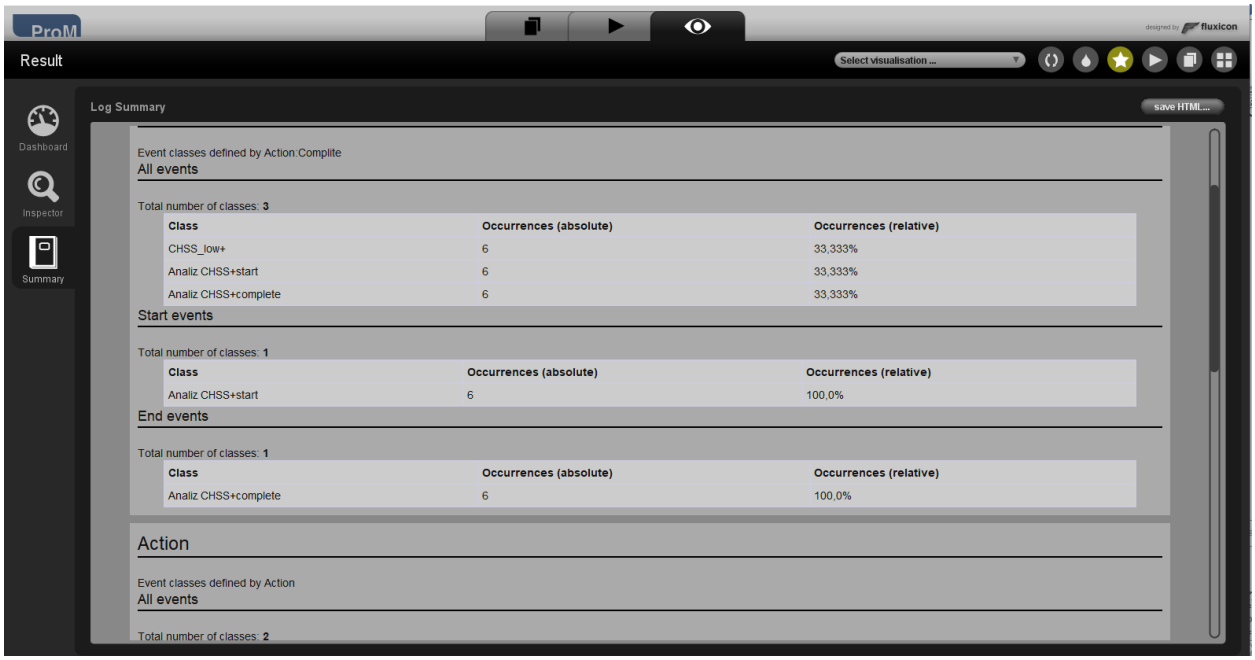


Рисунок 3 – Графическое представление log-файла в системе ProM 6.11

Литература

1. Официальный сайт ProM Tools: [Электронный ресурс]. URL: https://promtools.org/doku/prom611.html (Дата обращения: 29.04.2023)

2. Рабочий проект репозитория SVN Workshop: [Электронный ресурс]. URL: https://svn.win.tue.nl/repos/prom/Packages/Workshop/ (Дата обращения: 29.04.2023)

3. Аннотация типа Plugin: [Электронный ресурс]. URL:https://promtools.org/prom6/nightly/doc/org/processmining/framework/plugin/annotations/Plugin.html (Дата обращения: 29.04.2023)

4. Аннотация типа UITopiaVariant: [Электронный ресурс]. URL: https://promtools.org/prom6/nightly/doc/org/processmining/contexts/uitopia/annotations/UITopiaVariant.html (Дата обращения: 29.04.2023)

СПИРОМЕТРИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ОКСИГЕНАЦИИ КРОВИ У ЛЮДЕЙ, ПОЛЬЗУЩИХСЯ СИСТЕМАМИ ИСПАРЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ С СОДЕРЖАНИЕМ ГЛИЦЕРИНА

Жейков Д.С., Хачатурова Я.А., Сафонов А.Ю., Анисимов С.О.

(Самарский государственный медицинский университет)

В современном мире курение является одной из распространенных привычек среди различных социальных и возрастных групп. Среди населения популярность стало набирать курение электронных сигарет с разными вкусами и запахами. Это связано с тем, что подобные устройства позволяют с легкостью

курить в общественных местах, а также испарители легко продаются без QR-кодов, которые бы контролировали продажу. Рынок вейпинга в России за 2018-2021 годы вырос в 49,3 раза - с 28,5 млрд рублей до 1,4 трлн рублей, подсчитали в Союзе предприятий индустрии никотиносодержащих изделий (СПИНИ) на основе данных Федеральной налоговой службы. В 2021 году в стране было продано 67 млн электронных сигарет и 9-10 тыс. литров жидкости для заправки. При этом, если раньше такую продукцию покупали в основном молодые люди до 35 лет, сегодня электронные сигареты становятся популярными и у старшего поколения.

Также, В НИУ ВШЭ выяснили, что в прошлом году 99,9% проданных электронных сигарет оказались нелегальными. Из 67 млн проданных сигарет, налоги были уплачены только с 15 тыс. Кроме того, с 68% проданных жидкостей для заправки электронных сигарет и вейпов не были уплачены акцизные сборы. В состав электронных сигарет входит не только никотин, а также глицерин и пропиленгликоль, которые являются основными компонентами электронных сигарет. Пропиленгликоль в электронных сигаретах исполняет роль связующего звена. Он соединяет между собой компоненты жидкости и обеспечивает хороший транспорт никотинсодержащего пара в дыхательные пути и легкие.

Пропиленгликоль – двухатомный спирт (альтернативные названия – 1,2-пропандиол и α-пропиленгликоль), прозрачная вязкая жидкость без цвета и запаха. В промышленности синтезируется по реакции окиси пропилена. Производители пользуются некаталитическим высокотемпературным (200-220 градусов) или низкотемпературным каталитическим способом получения. В качестве катализаторов идут щелочь, серная кислота или ионообменная смола. Физические свойства пропиленгликоля: гигроскопичная бесцветная жидкость с ассиметричным атомом углерода. За счет последнего, вещество хорошо растворимо в хлороформе, ацетоне, диэтиловом спирте, прочих органических растворителях и воде. Пропандиол не токсичен и не летуч, что расширяет сферу применения [5].

Глицерин оказывает влияние на качество пара - он становится более густым, насыщенным. Кроме того, «дым» приобретает приятный, сладковатый привкус. Химические свойства глицерина такие же, как и у других многоатомных спиртов. И это далеко не все свойства глицерина. Одним из плюсов применения глицерина является невысокая цена и доступность, поэтому его уникальные свойства можно с легкостью использовать в домашних условиях. Физические свойства: Медицинский глицерин – бесцветная вязкая жидкость, без запаха, сладкая на вкус. Именно поэтому и получил свое название («гликос» по-гречески — сладкий). Глицерин неядовит, растворяется в воде в любых количествах, является неплохим растворителем для неорганических солей, щелочи, моно- и дисахаридов [1].

Стоит учитывать, что даже самые дорогие, сертифицированные электронные сигареты содержат практически одни и те же вредные вещества в разной концентрации [2]. Другими важными компонентами аэрозолей являются

силикатные частицы фитиля из стекловолокна или силикона. Известно, что многие из этих продуктов вызывают нарушения дыхательной функции и респираторные заболевания, но требуются более глубокие исследования. Интересно, что выходное напряжение батареи, по-видимому, также влияет на цитотоксичность паров аэрозоля, при этом жидкости для электронных сигарет с более высоким выходным напряжением батареи демонстрируют большую токсичность для клеток человека. Эти вещества оказывают отрицательное действие на всю дыхательную систему. Вейпинг способен провоцировать у взрослых и молодых людей бронхоспазмы, развитие астмы, отек легких. С некоторыми заболеваниями приходится жить длительное время.

Цель нашего исследования заключается в выявлении негативных последствий употребления глицерина на дыхательную систему человека.

Изучение научной и методической литературы по влиянию продуктов горения глицерина на дыхательную систему, наблюдение, описание, эксперементы с использованием спирометра и пульсоксиметра. Дизайн исследования мы взяли на анализе результатов 60 человек, из которых 30 человек употребляют электронные сигареты (группа А), и остальные 30 человек некурящие (группа В).

Участники заполнили анкету о своих привычках курения, включая частоту, продолжительность и тип используемого продукта. Затем каждому участнику были проведены спирометрические тесты для измерения функции легких. Уровни оксигенации крови также измерялись с помощью пульсоксиметрии.

Данные были проанализированы с использованием описательной статистики и коэффициента корреляции Пирсона для определения любых ассоциаций между результатами спирометрии и уровнями оксигенации крови. Результаты показали, корреляцию между следующими показателями: частота вейпинга и сатурация крови (средние значения 94,25 у употребляющих против 96,3 у не употребляющих), частота вейпинга и частота сердечных сокращений (средние значения пульса у употребляющих женщин 99,3 удара в минуту, у мужчин 94 удара в минуту, у не употребляющих 94,2 и 74,8 соответственно).

Особое внимание обращает на себя, что средний возраст анкетируемых составил 18,4 года, а средний срок употребления глицерин содержащих смесей 2 года 6 месяцев. Субъективно, анкетируемые употребляющие глицерин содержащие смеси, отмечали повышенную утомляемость, одышку, возникающую при небольших физических нагрузках. Эти нежелательные последствия требуют либо ликвидации, либо ограничения курения, а при невозможности или нежелании отказа-коррекции негативных воздействий, в том числе с использованием не медикаментозных средств.

В дальнейшем, определяя неоднозначность долгосрочных последствий употребления глицерин содержащих смесей, планируется создание цифровой модели оценки рисков употребления глицерин содержащих смесей с возможностью проведения профилактических мероприятий и предупреждению возникновения осложнений у конкретных лиц употребляющих данные смеси.

Литература

1. Артеменко, А.И. Органическая химия / А.И. Артеменко// Учеб. для строит, спец. вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк.; 2000.

2. Васильев Ю.В., Васильев И.Ю. Использование в системе гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий гомеопатических лекарственных средств//X Юбилейный Российский Форум «Здоровое питание с рождения: медицина, образование, пищевые технологии. Санкт-Петербург - 2015» СПб. 2015. С. 12-13.

3. Williams M, Villarreal A, Bozhilov K, Lin S, Talbot P (2013) Metal and Silicate Particles Including Nanoparticles Are Present in Elect ronic Cigarette Cartomizer Fluid and Aerosol. PLOS ONE 8(3): e57987. Доступно по: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0057987. Ссылка активна на: 23 декабря 2022 г.

4. Kienhuis AS, Soeteman-Hernandez LG, Bos PMJ, et al. Potential harmful health effects of inhaling nicotine-free shisha-pen vapor: a chemical risk assessment of the main components propylene glycol and glycerol. Tob Induc Dis. 2015;13(1):15. Доступно по: https://doi.org/ 1186/s12971-015-0038-7. Ссылка активна на: 23 декабря 2022 г.

5. Butt YM, Smith ML, Tazelaar HD et al (2019) Pathology of vaping-associated lung injury. N Engl J Med 381(18):1780–1781. Доступно по: https://doi.org/10.1056/NEJMc1913069. Сссылка активна на: 09 января 2023 г.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БИОМЕДИЦИНСКИХ СИГНАЛОВ ПРИ ПОМОЩИ РАЗНОСТИ ЧАСТОТНЫХ СПЕКТРОВ

Карташов И.С., Привалова С.В.

(Пензенский государственный университет)

Анализ — это разложение объекта на составные части с целью изучения их самостоятельного функционирования, а в широком – метод научного исследования, способ познания предметов и явлений окружающей среды, основанный на расчленении целого на составные части и изучении их во всем многообразии связей и зависимостей. [1]

Однако анализ сигналов и выбор подходящих методов и инструментов зачастую может быть затруднен, ввиду разнообразия условий и областей применения.

Одним из возможных методов анализа сигналов является анализ частотных спектров и их разностей. Спектр сигнала — это совокупность простых составляющих сигнала с определенными амплитудами, частотами и начальными фазами. Спектральный анализ в свою очередь позволяет охарактеризовать частотный состав измеряемого сигнала. [2]

При анализе сигналов был использован метод разности спектров, который позволяет более детально изучить различия сигналов. Разность спектров вычисля-

ется путём нахождения первообразной спектров для каждого отчёта и вычитания из большего значения меньшего. На рисунке 1 представлена модель графика частотных спектров двух различных сигналов. Закрашенная область представляет собой график разницы спектров.

В среде программного обеспечения Scilab была разработана программа анализа сигналов методом разности спектров.

Программное обеспечение Scilab имеет открытый исходный код и используется для технических и научных вычислений. [3] В качестве примера были взяты сигналы, снятые с трехосевого акселерометра, встроенного в смарт-часы. Для наглядности результат анализа был отображен в виде графика.

В графических окнах программы были выведены вышеописанные сигналы и графики. Также для более удобного просмотра графиков сигналов в данной программе использовался метод скользящего окна. Он заключается в том, что при нажатии на кнопку “Сдвиг->” график смещается на заданное число отчетов.

На рисунке 2 представлен скриншот, снятый во время использования написанной программы. В интерфейсе программы находятся два графических окна. В первом изображены графики частотных спектров сигналов, снятых с правой и левой руки мужчины во время бега. Во втором графическом окне изображен график разности частотных спектров этих сигналов.

Такое отображение сигналов позволяет детально изучить поведение всевозможных параметров. В дальнейшем эти данные можно использовать для различных расчетов. Так, при решении разного рода задач, могут пригодиться расчеты таких значений, как площадь несовпадения спектров, максимальные, минимальные, средние, среднеквадратичные разности спектров.

Рассмотренная методика может быть использована для сравнительного анализа сигналов различных видов биомедицинских сигналов. В частности, при решении задач классификации сигналов, полученных с носимого акселерометра для определения типов физической активности [4]. Другим потенциальным применением может быть сравнительный анализ параметров электрической активности сердца [5], в том числе с использованием мобильных устройств мониторинга ЭКГ [6]. В этом случае анализ параметров физической активности параллельно с записью ЭКГ имеет особое значение. При этом для решения каждой прикладной задачи требуется подбор соответствующих параметров, таких как ширина и смещение скользящего окна, параметр разности спектра и т.п.

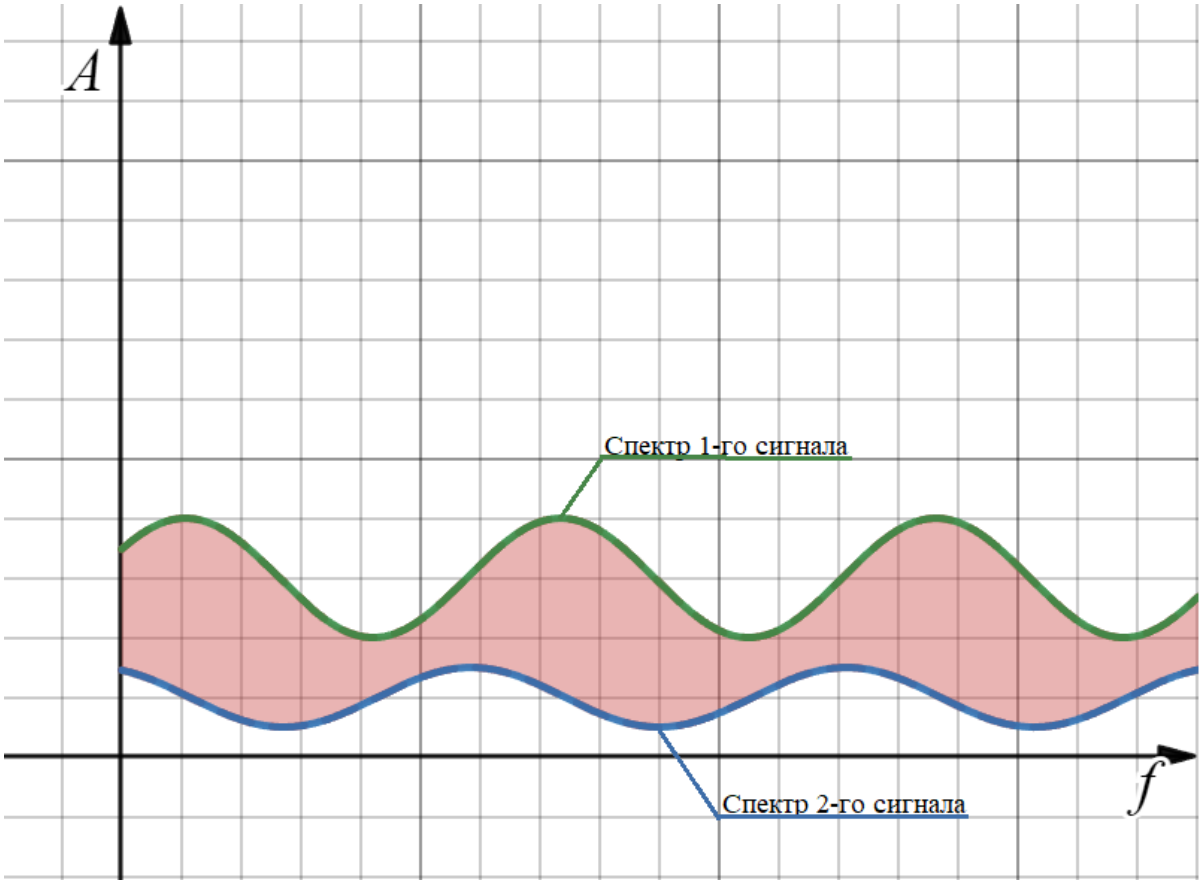
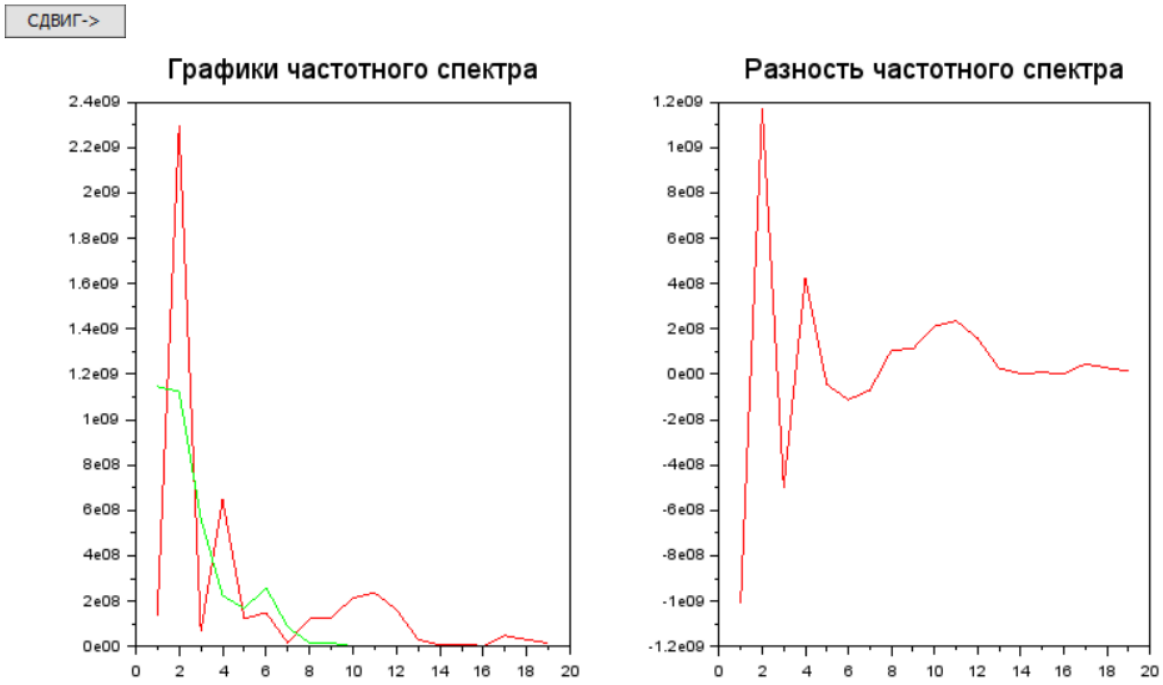


Рис. 1. Разность спектров



а) б)

Рис. 2. Графики анализа двух сигналов:
а - частотный спектр сигналов б - разность спектров

Литература

1. Бондарева Л.Н.,Климентьева И.В., Микушина М.М., «Комплексный экономический анализ: Учебное пособие», Екатеринбург: ФГАОУ ВО, 2018., 152с.

2. Ефимов Е.А., Коломиец Л.В., «Спектральное представление функций (сигналов): Учебное пособие», Самара: СГАУ., 2006., 36с.

3. Кузьмин А.В., Митрохина Н.Ю., Вдовикина О.А., "Лабораторный практикум по основам компьютерных технологий в математике на базе пакета *SCIlab*: Учебное пособие", Пенза: ПГУ, 2012., 91с.

4. Карташов, И. С. Анализ данных от трехосевого акселерометра смарт-часов в среде Scilab / И. С. Карташов, С. В. Привалова // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике : сборник статей XXII Международной научно-технической конференции, Пенза, 09–10 декабря 2022 года / Пензенский государственный университет. – Пенза: Автономная некоммерческая научно-образовательная организация «Приволжский Дом знаний», 2022. – С. 200-204.

5. Патент № 2360597 Российская Федерация. Способ определения электрической активности сердца : № 2007111788/14 : заявл. 02.04.2007 : опубл. 10.07.2009 / О. Н. Бодин [и др.].

6. Safronov M., [et al.] Mobile ECG Monitoring Device with Bioimpedance Measurement and Analysis // Conference of Open Innovations Association, FRUCT. – 2019. – No. 24. – P. 375-380. – DOI 10.23919/FRUCT.2019.8711944.

СБОРКА ЦИФРОВОГО ОБРАЗА ПАЦИЕНТА НА ПРИМЕРЕ ПОЧЕЧНОЙ КОЛИКИ

[1] Коновалов С.Е., [2] Куликовских И.М.

([1] СГКБ № 1 им. Н.И. Пирогова, [2] ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России)

Мочекаменная болезнь является наиболее распространенной урологической патологией, а почечная колика – самой частой причиной обращения пациента в урологический стационар. При этом дифференциальная диагностика с другими неотложными состояниями и выбор тактики лечения не всегда является тривиальными. Одним из способов оптимизации принятия клинического решения в условиях диагностической неопределенности является создание и анализ многопараметрической информации о пациенте в виде сборки его цифрового образа.

Составление такого образа является наиболее востребованным при применении низкочувствительных и низкоспецифичных методов диагностики, например, при технической невозможности выполнения высокочувствительного КТ или при противоречивости интерпретации получаемых параметров.

Цель исследования

Применить методику параметрического и синдромного описания клинического случая с последующей сборкой цифрового образа пациента на примере почечной колики.

Материалы и методы

Использовались клинические описания случаев почечной колики как одного из неотложных состояний, поступивших в случайном порядке в стационар экстренной помощи. При параметрическом описании произведена “разбивка” классической клинической картины пациента на параметры, представленные как в числовой, так и категориальной форме.

Для полного описания клинического случая потребовалось 153 параметра, из которых:

– 74 параметра относились к описанию анамнеза жизни и болезни;

– 11 параметров относились к жалобам пациента;

– 22 лабораторных показателя;

– 46 параметров инструментальных и лучевых исследований.

Для определения и анализа цифрового образа пациента использовался метод главных компонент (PCA) с оценкой относительного вклада каждого параметра в многопараметрическом пространстве.

Анализ данных и интерпретация результатов

Построение главных компонент выполнялось на основе первичного набора данных, созданного до формирования диагноза и сбора дополнительных параметров и выбора тактики лечения (см. Рис. 1 и 2). Полученные результаты можно интерпретировать следующим образом.

Наиболее значимой группой параметров в цифровом образе пациента (см. Рис. 1) явилась наличие анамнеза мочекаменной болезни и различных методов ее лечения в прошлом. На втором месте по значимости – размеры, локализация и состав камней.

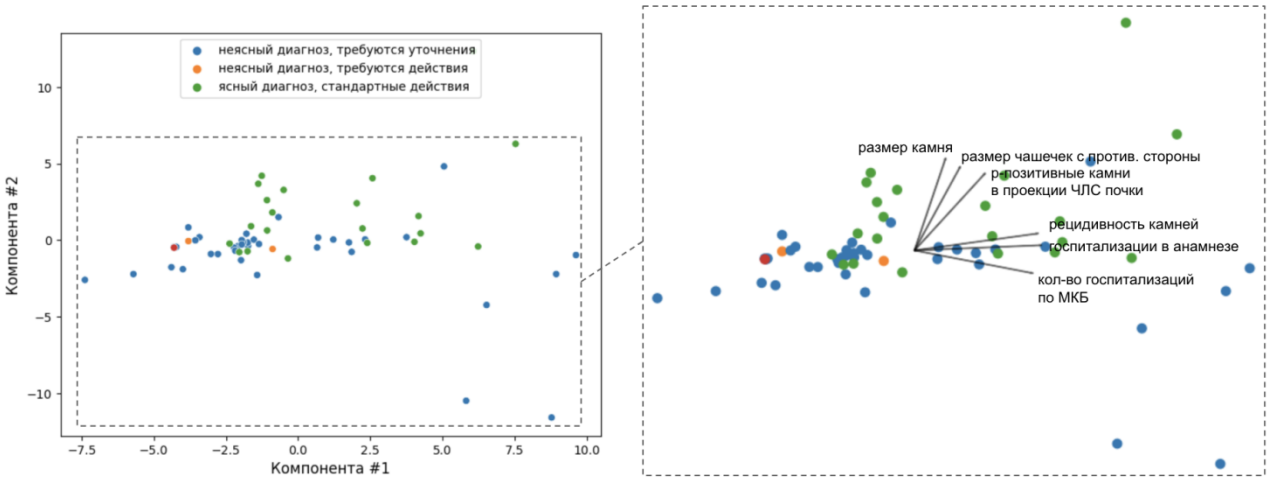


Рис. 1. Параметрическое описание первичного набора данных в главных компонентах

Несмотря на стереотипное представление о необходимости общего анализа мочи, отклонения параметров данного исследования мало влияли на синдромный образ и решение о тактике лечения.

При составлении образа пациента на уровне синдрома и диагноза (см. рис. 2) ведущими параметрами являлись: множественность камней, 2-х сторонний характер мочекаменной болезни, локализация клинически значимого камня, определение МКБ по данным КТ.

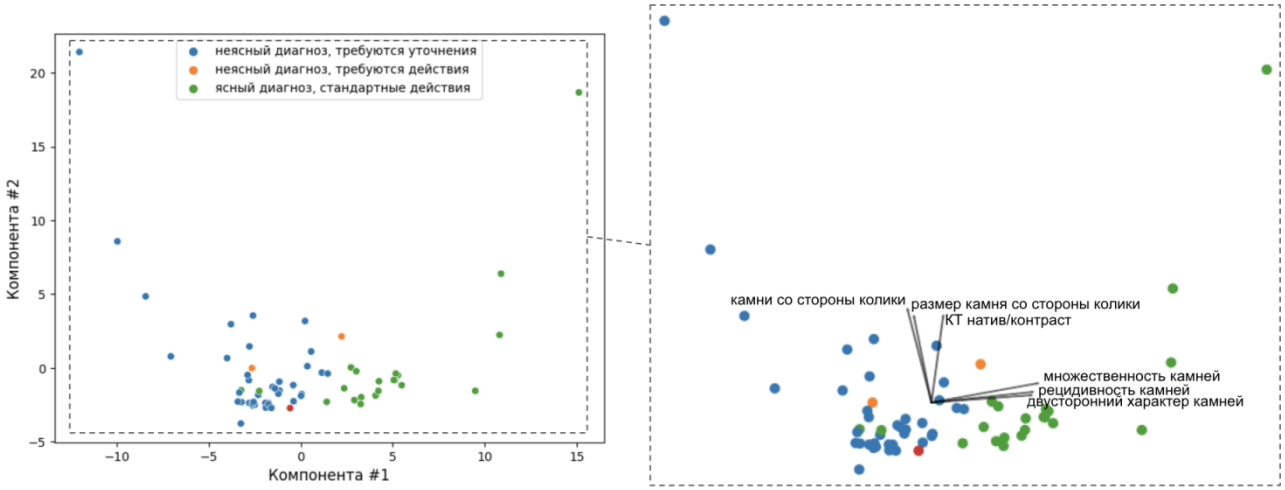


Рис. 2. Параметрическое описание в главных компонентах с учетом сбора дополнительных параметров и выбора тактики лечения

По результатам мультипараметрического анализа можно предложить выделение ряда комплексных типичных состояний, определяющих в дальнейшем тактику и объем лечения (см. Таблицу 1). Описательные параметры мочевых камней – локализация, размер, множественность и двусторонний характер – являются известными доказанными факторами выбора первичной тактики лечения. Влияние параметров анамнеза мочекаменной болезни и различных методов ее лечения в прошлом на формирование образа пациента и, соответственно, выбора тактики лечения, является является интересным фактом, часто наблюдаемым на практике, но до сих не имеющим строгого обоснования. При этом учитывается как успешный опыт прошлого лечения, например, спонтанное отхождение камней в анамнезе, усиливающее выбор консервативной тактики, так и негативный результат предшествующих эпизодов лечения.

Таблица 1. Сборка комплексных состояний на параметрическом уровне

Сборка комплексных состояний (синдромный уровень)	**Параметры для сборки**
Одиночный камень с классической односторонней почечной коликой	- параметры УЗИ - параметры экскреторной урографии - локализация камня

Множественные камни почек с односторонней почечной коликой	- параметры УЗИ - параметры экскреторной урографии - локализация клинически значимого камня
Атипичное клиническое течение почечной колики и ее осложнений)	- возраст - Сд - когнитивные и неврологические расстройства псих статуса - отсутствие патологии по УЗИ - аномалии почки по УЗИ - 2-х сторонняя почечная колика по хотя бы по одному из параметров УЗИ или рентгеновских обследований - азотемия по БХ крови - гиперкалиемия нарушения коагуляции (МНО, АЧТВ, ПТИ)
Рецидив, продолжение МКБ (вероятность повторения предыдущего сценария течения)	- анамнез камневыделения - анамнез операций по пов. МКБ - подагра - “дальний” анамнез МКБ - фосфатный тип камнеобразования
Вероятность нетипичного (нестандартного) ответа на лечение	- сахарный диабет - системные болезни (СКВ, миеломная болезнь) - единственная функционирующая почка - диурез - уменьшение паренхимы почек менее 10 мм по УЗИ - азотемия по БХ крови - гиперкалиемия
Хроническая болезнь почек, хроническая почечная недостаточность (ХПН) Уремия	- диурез - выраженная эктазия ЧЛС по УЗИ - 2-х сторонняя почечная колика по данным УЗИ или рентгеновских обследований - азотемия по бх крови - гиперкалиемия

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ МЕЛАНОМЫ С ДВУХЭТАПНОЙ ПРОВЕРКОЙ ПОДЛИННОСТИ ДИАГНОЗА

Коробкова Т.А.

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева»)

Аннотация В статье описана структура автоматизированной системы для диагностики меланомы на основе алгоритмов компьютерного зрения и применения нейронной сети. Отличительной особенностью системы является двухэтапная проверка подлинности предлагаемого пользователю диагноза. Идеология решения задачи классификации в случае кожного новообразования включает в себя оцифровку клинического симптомокоплекса диагностирования меланомы и последующее сравнение результата с решением многоуровневого классификатора персептрона (MLP).

Ключевые слова: меланома, рак кожи, компьютерное зрение, нейронные сети

Abstract The article describes the structure of an automated system for diagnosing melanoma based on computer vision algorithms and the use of a neural network. A distinctive feature of the system is a two-stage verification of the authenticity of the diagnosis offered to the user. The ideology of solving the classification problem in the case of a skin neoplasm includes digitizing the clinical symptom complex of diagnosing melanoma and then comparing the result with the solution of the multilevel perceptron classifier (MLP).

Keywords: melanoma, skin cancer, computer vision, neural networks

Ранняя диагностика меланомы это одно из приоритетных направлений в онкологии, так как именно данный вид злокачественных новообразований особенно агрессивен и приводит к метастазированию. Более 80% смертей, от общего числа злокачественных кожных новообразований, приходится на этот вид рака кожи. Последние 50 лет фиксируется рост заболеваемости.

Проблеме диагностики меланомы посвящено большое количество медицинских исследований [2]. В помощь медикам разрабатываются различные автоматизированные системы, основанные как, правило на применении искусственного интеллекта. Как правило структура подобных систем строится на применении различных архитектур глубоких нейронных сетей, которые обучаются на популярных открытых наборах данных [1,3]. Несмотря на заявляемую достаточно высокую точность в клинической практике эти системы не применяются. Нейронные сети, несмотря на свои колоссальные возможности, до сих пор остаются черным ящиком не только для врачей, но и для исследователей. С развитием технологий искусственного интеллекта, появлением большого количества архитектур нейронных сетей ситуация только усугубляется, так как чем больше слоев содержит нейронная сеть, чем сложнее ее архитектура, тем слож-

нее ее интерпретировать и как следствие калибровать модель для широкого применения.

Предлагаемая автоматизированная система реализована со следующей структурой:

- Модуль 1. Выделение новообразования на изображении;
- Модуль 2. Расчёт клинических критериев, вычисление TDS;
- Модуль 3. Заключение нейронной сети о новообразовании.

Модуль 1. Все операции по работе с изображениями реализованы с помощью алгоритмов компьютерного зрения. Набор данных для разработки и апробации предлагаемых методов состоит из 127 фотографий (62 изображения меланомы, 65 – доброкачественные новообразования), сделанных в ГБУЗ «Самарский областной клинический онкологический диспансер».

Выделение новообразований реализовано 12 методами в которых используются различные алгоритмы фильтрации для удаления шумов и повышения резкости изображения. После анализа результатов следует отметить, что наиболее успешно справились с задачей методы выделения: контура из исходного по пороговому значению [7] и комбинация применения морфологических операторов Erosion и Dilation [8], с последующим выделением границ Canny [4].

Модуль 2. Если обратиться непосредственно к медицинской составляющей, то основным симптомокомплексом диагностики меланомы является алгоритм ABCD, предложенный R.Friedman в 1985 г. и его различные модификации (табл. 1), включающие 5, 7 или 11 признаков [5].

Таблица 1. Дермоскопическое правило ABCD W. Stolz, 1994

Признак	**Оценка**	**Баллы**	**Весовой коэффициент**	**Диапазон подсчета**
A – асимметрия	Отсутствие асимметрии (0) Асимметрия по одной (1) оси или по двум (2) осям Учитываются цвет, очертания, и наличие различных структур.	0 – 2;	1,3	0 – 2,6
B – границы	Пигментное образование делится на 8 равных частей, подсчитывается число сегментов с резким обрывом пигментных структур (от 0 до 8)	0 – 8;	0,1	0 – 0,8
C – распределение цвета	Количество цветов (белый, красный, светло – корич-	1 – 6;	0,5	0,5 – 3,0

	невый, темно – коричневый, голубой / серый, черный)			
D – дермоскопические структуры	Пигментная сеть, глобулы, точки, бесструктурная зона / бело-голубая вуаль, псевдоподии	1 – 5;	0,5	0,5 – 2,5

При суммировании относительных единиц каждого признака можно определить общее количество баллов (TDS – total dermoscopy score):

TDS = (A*1.3) + (B*0.1) + (C*0.5) + (D*0.5)

Если результат <4,75, то новообразование доброкачественное; 4,8-5,45 – новообразование является подозрительным, рекомендуется иссечение или динамическое наблюдение; >5,45 – меланома.

Для выделенного на предыдущем этапе объекта вычисляются характеристики симптомокомплекса ABCD с использованием методов библиотеки OpenCV.

Модуль 3. Рассчитанные клинические признаки подаются на вход нейронной сети, для вторичного получения диагноза. В качестве классификатора был выбран MLP [9], показавший себя компетентным в задачах классификации.

Заключение

Разработанная система достигает точности распознавания меланомы примерно 70%, т. е. сопоставима с точностью ABCD-тестирования [6], достигающее так же 70% точности. Для повышения точности распознавания следует добавить диагностические признаки (табл. 1), провести дополнительные исследования в части алгоритмов компьютерного зрения для расчёта клинических признаков, а также произвести калибровку модели. За счет того, что алгоритм системы является интерпретируемым и настраиваемым, доработка подобной системы является перспективной для массового использования.

Литература

1. Гаврилов Д.А., Закиров Э.И., Гамеева Е.В., Семенов В.Ю., Александрова О.Ю. Автоматизированная диагностика меланомы кожи на основе математической модели искусственной сверточной нейронной сети. Исследования и практика в медицине. 2018; 5(3): 110-116. DOI: 10.17709/2409-2231-2018-5-3-11

2. Гаранина О.Е., Самойленко И.В., Шливко И.Л., Клеменова И.А., Незнахина М.С., Демидов Л.В. Неинвазивные методы диагностики опухолей кожи и их потенциал применения для скрининга меланомы кожи: систематический обзор литературы. Медицинский совет. 2020;(9):102–120. doi: 10.21518/2079-701X-2020-9-102-120.

3. Петров Н.В., Смородин Д.А., Иванов Е.Р. Разработка прототипа мобильного приложения для выявления и анализа злокачественных новообразова-

ний кожи на основе компьютерного зрения, "CHRONOS": мультидисциплинарные науки Том 6 #11(73), 2022

4. Canny J. A Computational Approach to Edge Detection // ieee transactions on pattern analysis and machine intelligence, vol. Pami-8, no. 6, november 1986 p.679-698

5. Johr, R. H. Dermoscopy: alternative melanocytic algorithms – the ABCD rule of dermatoscopy, Menzies scoring method, and 7-point checklist / R. H. Johr // Clin. Dermatol. – 2002. – Vol. 20, № 3. – P:240-247.

6. Shivangi J, Vandana J, NiΘ n P. Computer Aided Melanoma Skin Cancer DetecΘ on Using Image Processing. Procedia Computer Science. 2015;48:735-40. DOI: 10.1016/j.procs.2015.04.209

7. Suzuki S. Topological Structural Analysis of Digitized Binary Images by Border Following // Computer vision, graphics, and image processing n,32-46 (1985) p.32-46

8. https://docs.opencv.org/ , дата обращения к ресурсу 09.05.2023

9. https://scikit-learn.ru/1-17-neural-network-models-supervised/ , дата обращения к ресурсу 09.05.2023

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ОТДЕЛЕНИЯ РЕАНИМАЦИИ И ИНТЕНСИВНОЙ ТЕРАПИИ

Краснов С.В. [1, 3] Шук Н.Н. [1, 2]

([1] Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, [2] Самарская городская больница № 6, [3] Самарский государственный медицинский университет)

Оперативное управление - первый уровень в иерархии управления, применительно к анестезиолого-реанимационной службе, он осуществляется заведующим отделением анестезиологии, реанимации и интенсивной терапии. Объективно оценивая состояние материальной базы, штатов, объем и качество работы по анестезиологии и реаниматологии, заведующий должен в повседневной организационной деятельности приводить их в соответствие с уровнем существующих требований и затрат, поддерживать прямую и опираться в своих решениях на обратную связь по горизонтали, т. е. с другими клиническими службами, и по вертикали, в первую очередь с администрацией больницы.

К основным методологическим принципам науки управления относится принцип системного подхода. Под системным подходом понимается метод познания, при котором исследуемые объекты, представляются в виде системы, т.е. целостной совокупности элементов и связей между ними. Он позволяет органически соединить анализ и синтез, качественные и количественные критерии, создает прочную основу для применения логико-математических методов и современных электронно-вычислительных средств. Системный подход представ-

ляет собой процесс исследования функционирующей системы, изучения ее структуры, организации, ресурсов, различных аспектов деятельности, внутренних и внешних связей. На современном уровне менеджмента, определяемым повышением сложности объектов управления, особое место в реализации системного подхода принадлежит математическому моделированию. Моделирование стационарной медицинской помощи – процесс преобразования входных переменных в выходные, с целью познания и прогнозирования путей дальнейшего совершенствования и развития. Различные аспекты использования математических методов в управлении лечебно-профилактическими учреждениями и стационарными службами освещены в работах С.А. Гаспаряна и соавторов, В.И. Канта и соавторов, Ю.М. Комарова, Е.Н. Шигана, В.З. Кучеренко и других отечественных ученых.

Имитационное моделирование — это частный случай математического моделирования. Существует класс объектов, для которых, по различным причинам, не разработаны аналитические модели, либо не разработаны методы решения полученной модели. В этом случае аналитическая модель заменяется имитатором или имитационной моделью.

Основное достоинство метода статистического имитационного моделирования (СИМ) – его возможность учитывать случайные факторы, воздействующие на бизнес-процессы социальных и экономических систем и делающие результаты функционирования этих процессов слабо предсказуемыми. Создаваемая поведенческая модель бизнес-процесса учитывает влияние на него внутренних и внешних случайных факторов. К методу СИМ прибегают тогда, когда исследуемые процессы очень сложны и стохастичны.

Цель работы – повышение эффективности работы отделения реанимации и интенсивной терапии за счет возможного планирования, на основе изучения особенностей функционирования данного типа отделений.

В процессе работы были поставлены и решены следующие задачи:

- Произведено исследование бизнес-процесса функционирования отделения реанимации и интенсивной терапии (изучены все бизнес-процессы, определен основной процесс, определен состав исходных данных и статистически исследован).
- Применена технология компьютерного моделирования (разработана и описана математическая модель фрагментов процесса, разработана компьютерная программа моделирования работы отделения реанимации и интенсивной терапии).
- Разработан и реализован план эксперимента с моделью. Получены результаты. Проведена технико-экономическая интерпретация результатов. Разработаны практические рекомендации по повышению эффективности работы отделения реанимации и интенсивной терапии.

Объектом изучения являлся процесс функционирования отделения реанимации и интенсивной терапии в рамках общего лечебно-профилактического

процесса всего стационара и как основного элемента функционирования реанимационной службы больницы, области, округа и т. д.

Предметом изучение являлся процесс функционирования Отделения реанимации и интенсивной терапии № 2 (ОРИТ № 2), Самарской областной клинической больницы (СОКБ) им. В.Д. Середавина.

Методологической основой исследования являлось статистическое имитационное моделирование по условно именуемому методу Димова - Маслова (МДМ), на основе технологии Монте - Карло (с помощью генератора случайных чисел, создание генерации случайного процесса и изучение этого процесса). Помимо основного метода математического моделирования, в исследовании применялись аналитические методы, в том числе с применением современных технологий обработки и анализа данных.

Исследование, описанное в работе, никогда ранее не проводилось ни в России, ни в странах бывшего СССР. Согласно изученной литературе, активная проработка теоретических основ математического моделирования стационарной помощи в нашей стране велась в 80-х годах прошлого века, а затем возобновилась в 2000-х годах. Практических работ по имитации работы анестезиологической и реанимационной службы в России до сих пор нет. Имеются работы по моделированию медицинской помощи в крупных лечебных учреждениях Европы, Израиля и Америки, но организация работы и экономические аспекты значительно отличаются от таковых в России.

Результаты исследования будут полезны всем специалистам, занимающимся организацией медицинской помощи, в значительной степени руководителям анестезиологической и реанимационной службы. Полученные данные необходимы заведующему ОРИТ№ 2 и администрации больницы для планирования и оперативного управления.

Исходные данные для проекта получены из прототипа медицинской информационной системы, которая разрабатывалась в 2015 году и представляла собой, электронную таблицу MS Excel, которая в свою очередь повторяла «журнал движения пациентов», заполняемый в «бумажном» варианте.

Произведено статистическое исследование бизнес-процесса, изучено 13 случайных величин, произведена идентификация законов распределения, а также их оценка с помощью критерия согласия Пирсона (расчет проводился в Excel в составе пакета MS Office версии 16.), таблица 1,2.

Выявлено, что все временные характеристики процесса, отличающиеся между собой одним параметром, имеют экспоненциальный закон распределения. Вероятность ошибки, полученной в результате проверки гипотез, отвечает требованию имитационного моделирования (уровень значимости - 0,01). Дискретные случайные величины были заданы с помощью таблиц вероятностей, на основании расчетов отношений частных случаев к общим.

Реализация моделирующего алгоритма возможна в различных средах разработки, множество современных языков программирования имеют библиотеки для реализации имитационного моделирования. Несомненно, данный спо-

соб имеет свои плюсы, но требует больших затрат и опасен накоплением ошибок во вспомогательных алгоритмах, которые сложно будет обнаружить. Поэтому было решено остановиться на специализированных средствах. Среда имитационного моделирования AnyLogic – программный инструмент отечественной разработки, объединивший методы системной динамики, «процессного» дискретно-событийного и агентного моделирования в одном языке Java и в одной среде разработки СИМ-моделей. (AnyLogic версия 8.3).

Алгоритм был реализован с использованием стандартных блоков. Основными строительными блоками модели AnyLogic являются активные объекты, которые позволяют моделировать любые объекты реального мира.

На основе учебной версии AnyLogic произведено программирование отдельных блоков с программированием основных статистических показателей работы отделения.

Для работы с моделью произведено распределение рабочего пространства на отдельные участки. Есть возможность изменения всех входящих параметров в любое время имитационного процесса.

Выполненная модель позволяет проводить различные эксперименты, изменяя исходные параметры. Но каждый эксперимент проводится в случайном режиме, т.е. все случайные величины задаются генераторами случайных чисел и выходные данные получаются разные с большой вариацией. Для интерпретации результатов и влияния параметров на эти результаты необходимо иметь и сравнивать средние показатели.

Крайне важным является вопрос, сколько экспериментов следует провести, чтобы можно было доверять полученным характеристикам. Если экспериментов недостаточно, то характеристика недостоверна. Обычно исследователь задает доверительную вероятность, то есть вероятность, с которой он готов доверять снятым характеристикам. Чем больше будет задана доверительная вероятность, тем больше экспериментов потребуется сделать.

Оценка основывалась на центральной предельной теореме, утверждающей, что сумма (или среднее) случайных величин есть величина неслучайная. При достаточно большом количестве экспериментов, эмпирические характеристики будут стремиться к теоретическим.

Для расчета использовалась формула, основанная на обратной функции Лапласа. Необходимо 50 прогонов, чтобы с вероятностью более 90 % сказать, что экспериментальная величина с доверительным интервалом 0,1 попадет в теоретическую область. Модельное время с одного года было увеличено до 50 лет и соответственно, показатели, в которых идет расчет суммы, разделены на 50, средние показатели остались в неизмененном виде.

Работа модели сравнивалась с реальными статистическими данными работы отделения в 2016 - 2018 годах. Учитывая то, что в течение этих лет менялась структура поступающих пациентов, показатели работы имитационной модели, с коррекцией структуры входящего потока, полностью соответствовали реальным данным.

По мнению различных авторов, в числе основных показателей, отражающих интенсивность деятельности ОРИТ, должен быть показатель занятости реанимационной койки. Если взять за основу экономический подход, среди функциональных задач оперативного управления руководства анестезиолого-реанимационной службы одной из ведущих можно считать задачу обеспечения интенсивного использования реанимационной койки. С учетом специфики организационных требований (сохранение резервных коек для срочной госпитализации, приоритет реанимационной асептики и др.) нормативными можно считать ритм работы реанимации общего профиля с занятостью койки 280 – 320 дней в году. Низкие показатели могут говорить о неэкономичном использовании реанимационных коек, превышение данного показателя говорит о высокой загруженности отделения, о больших нагрузках на персонал, о возможных проблемах, связанных с дальнейшей инфекционной безопасностью.

Согласно публикациям, Н. Н. Моисеева, медицинская система, является нерефлекторной сложной системой, и поиск оптимальных решений на основе принципа максимума – невозможен. В работе использовалось «квазиоптимальное управление», предложенное авторами статистического имитационного моделирования по версии Маслова – Димова.

Произведено более 400 прогонов модели (имитаций годовой работы отделения реанимации). Смоделированы различные варианты работы отделения, которые мы не смогли бы осуществить при настоящем эксперименте над реальным процессом. Данные, полученные при моделировании, анализировались с помощью интеллектуальных средств, таких как Deductor Studio, версия 5.3.

На основание проделанной работы можно сделать следующие выводы:

- Количество пролеченных пациентов, а также общая летальность, средняя длительность пребывания в реанимации и оборот койки зависит от контингента пациентов, которые находятся в реанимации. Использование данных показателей для оценки работы отделений реанимаций не целесообразно. Как описывал автор, для оценки и сравнения работы и экономические расчеты должны проводиться по «Средней занятости койке в году».
- В результате испытания модели можно предположить: для оптимального использования реанимационных коек необходимо создать высокий поток, в результате которого неизбежно появятся пациенты, которые не смогут попасть на лечение в данную реанимацию из-за отсутствия мест. Необходимо другое реанимационное подразделение для лечения данных пациентов. *Экономически оптимально будет использовать несколько 12 коечных, специализированных реанимаций, чем отделения свыше 20 коек.* Например, несколько 12 коечных специализированных реанимаций с разнородными потоками пациентов смогут на время взять на лечение «отказных» пациентов, а затем перераспределить по профилю. Для доказательства данного утверждения необходимо знать весь контингент поступающих пациентов в стационар и затраты на содержание реанимационной койки и создание модели всей реанимационной службы.

- «Коэффициент прогноза занятости койки» можно использовать для прогнозирования средней занятости койки в году в текущем режиме. *Количество занятых коек по форме №7, их среднее число за определенный период, разделенное на число развернутых коек, умноженное на число дней в году.* Можно предположить, что данный коэффициент можно использовать для прогноза работы всего стационара, необходимы исследования для уточнения данных возможностей. «Коэффициент прогноза занятости койки» можно «встроить» в медицинские информационные системы стационара, а также в городские экстренные службы для оперативного перераспределения потока реанимационных пациентов.
- Зависимость и уравнение зависимости прогнозирования «Числа пролеченных пациентов», которые были найдены на основе модельных данных методом линейной регрессии, является уникальным инструментом в планировании работы службы, как непосредственно заведующим отделением, так и администрацией всего стационара, и руководителем службы всего города или области. Испытание данной модели и сравнение с реальными статистическими показателями работы отделения показало высокую эффективность работы модели (формулы).

Анализируя данную формулу, для увеличения числа пролеченных пациентов за год, необходимо обратить внимание на уменьшение средней длительности пребывания на реанимационной койке в большей степени, чем пытаться увеличить общий коечный фонд отделения. Вероятно, экономически и для всего стационара это будет более выгодно с учетом высоких затрат на содержание реанимационных коек.

В результате проделанной работы нам удалось изучить возможности работы Отделения реанимации и интенсивной терапии №2 Самарской областной клинической больницы им. В. Д. Середавина. Все пункты, изложенные выше, с большой вероятностью имеют отношение к любым подразделениям реанимаций, применение этих знаний на практике поможет правильно планировать и контролировать работу реанимационной службы, как администрации медицинского учреждения, так и руководителям отдельных реанимационных подразделений, что в свою очередь повысит эффективность их работы.

Разработанные алгоритмы (моделирующий алгоритм, формулы по расчету «коэффициента прогноза занятости коек» и «числа пролеченных пациентов за год» можно встроить в медицинскую информационную систему, как отделения, так и стационара, и оперативных служб города или области. Полученные модели могут стать основой для разработки систем помощи в принятии решений. Определено дальнейшее направление для исследований в данной области.

Системный подход представляет собой концептуальный базис науки управления, для конкретного применения в оперативном управлении требуется его производная — системный анализ. Являясь, в сущности, методологией обоснования управленческих решений, системный анализ помогает руководи-

телю в сфере здравоохранения на любом уровне строго объективно подходить к оценке возможных вариантов решений, прогнозировать и оценить результаты управленческих решений с помощью медицинских, экономических и других критериев.

ОПТИМИЗАЦИЯ КОГНИТИВНОГО РЕСУРСА ПРИ ДИАГНОСТИКЕ НЕОТЛОЖНЫХ СОСТОЯНИЙ

[1] Куликовских И.М., [2] Коновалов С.Е., [3] Прохоров С.А.

([1] ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России, [2] СГКБ № 1 им. Н.И. Пирогова, [3] Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева)

Цифровизация медицинской отрасли вносит свои коррективы в организацию рабочих процессов в лечебных учреждениях различного уровня. Рост цифровых технологий приводит к росту потока информации, который требует своевременной обработки для оказания качественной медицинской помощи. При этом повышается нагрузка на медицинские информационные системы, усложняется логика их организации и функционирования. Это приводит к нестабильности их работы, и, как следствие, повышает уровень неопределенности информации, на основе которой нужно принимать решение.

Ввиду роста информационного потока время на принятие решения увеличивается, что в сложившейся ситуации приводит к повышению ответственности и когнитивной перегрузке. Как результат, наблюдается повышение уровня профессионального выгорания и нехватка медицинских кадров. Для разрешения проблемной ситуации требуется формировать цифровые компетенции как у специалистов первичного звена, так и вторичного.

Адаптация под практическое здравоохранение является ключевой задачей цифровой кафедры, реализуемой на базе ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России. Обучение нацелено на поддержание оптимальной когнитивной нагрузки на медицинского работника в условиях цифровизации отрасли.

Диагностика неотложных состояний

Для сбора практических кейсов при цифровой кафедре создается НИЛ диагностики неотложных состояний на базе ГБУЗ им. Пирогова. Неотложные состояния представляют собой совокупность симптомов или синдромов, характеризующихся тяжелыми расстройствами жизненно значимых функций и требующих оказания срочной медицинской помощи. Такие состояния угрожают жизни пациента или могут привести к необратимым нарушениям здоровья, таким как различные виды шоков, острые заболевания внутренних органов, инфаркты, ишемические нарушения и т. п. Порядок правильных диагностических и лечебных действий при неотложных состояниях, не связанных с явной наружной травмой или повреждением, представляет определенные трудности, т. к. цена ошибки при этом очень высока. Следовательно, именно при решении

данного типа практико-ориентированных кейсов наиболее остро ощущается недостаточная сформированность цифровых компетенций.

Формирование цифровых компетенций с учетом оптимизации когнитивного ресурса требует алгоритмизации процесса принятия решения и декомпозиции описания кейса на составляющие: диагнозы, синдромы/комплексные состояния и наиболее значимые параметры. Процесс принятия врачебного решения включает следующие последовательные этапы:

– выбор наиболее значимых параметров описания объекта из общего перечня возможных параметров;

– сборка образа пациента из выбранных параметров, т. е. параметрическое описание;

– сборка образа пациента надпараметрического уровня, т. е. синдромное описание и дифференциальный диагноз;

– отнесение образа пациента к одному из классов нозологических форм.

При этом группы наблюдений формируют близкие по основному состоянию, но отличающиеся по другим параметрам семейства, объединенного одним диагнозом или одним методом лечения. Реальная клиническая практика при неотложных состояниях может отличаться от классической схемы постановки клинического диагноза.

Цифровой инструмент для оптимизации когнитивного ресурса

Диагностика неотложных состояний часто сопряжена с высоким уровнем неопределенности ввиду избытка/недостатка информации, ее противоречивости и субъективности ее интерпретации, которая может привести к недооценке/переоценке отклонений анализируемых параметров. Для оптимизации когнитивного ресурса и снижения уровня неопределенности разработан цифровой инструмент в виде колоды карт, где зеленые карты предполагают владение цифровыми компетенциями, а синие – медицинскими (см. рис. 1).

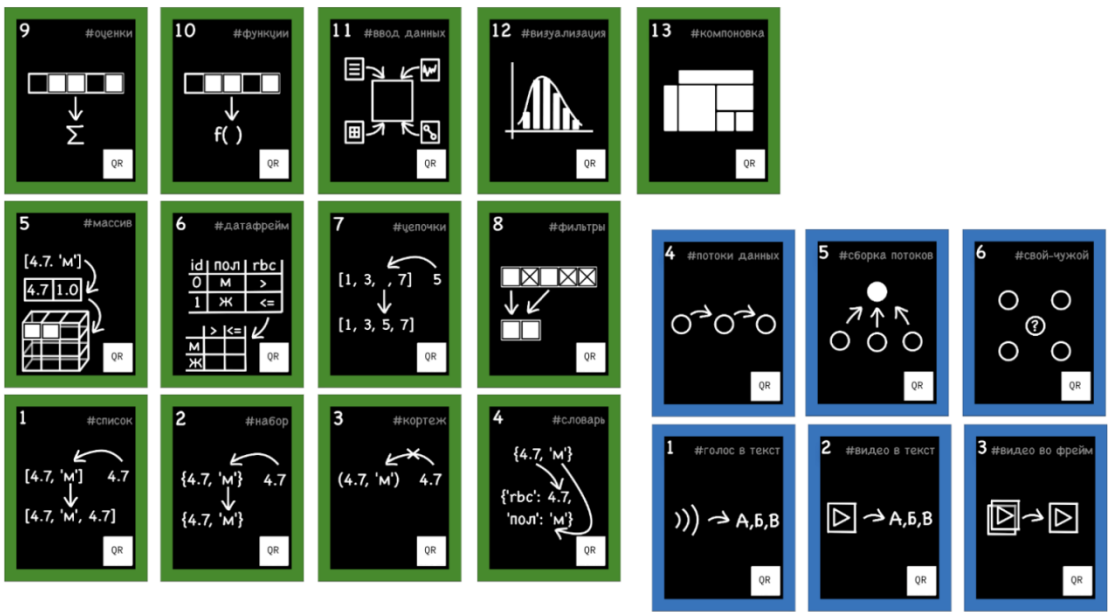


Рис. 1. Цифровой инструмент для оптимизации когнитивного ресурса

На рис. 2 приведен пример сборки образа пациента при формировании первичного клинического диагноза. Каждая карта содержит qr-код, сканирование которого инициирует запуск программы для манипуляции с доступными в описании кейса данными. Раскладывание карт в определенной последовательности позволяет формировать эффективные программные модули для разрешения противоречий, снижения временных затрат на анализ информации и формирование навыков клинического/алгоритмического мышления.

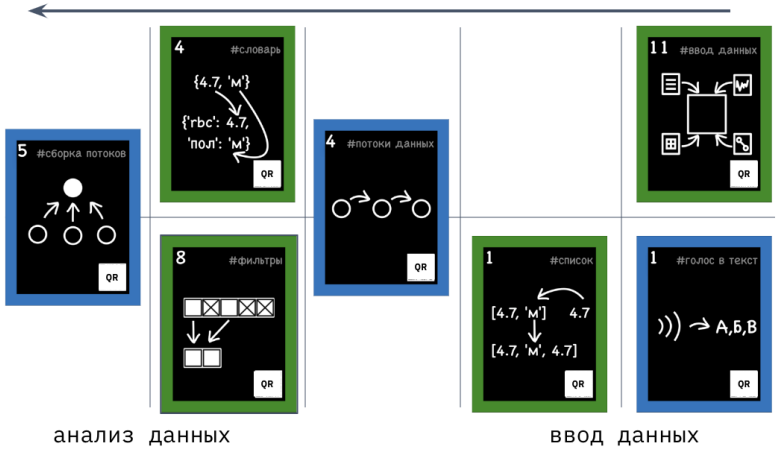


Рис. 2. Пример сборки образа пациента на картах

Применение инструмента на практике

Типы практических кейсов, которые могут быть решены с помощью предлагаемого цифрового инструмента:

1. Управление ЛПУ, анализ объемных и производственных показателей:
   – оценка данных работы ЛПУ;
   – сравнение показателей с показателями за предшествующий период;
   – вычисление производных показателей (оборот койки, оперативная активность и т.д.)
2. Поддержка цифрового принятия решений по этапам:
   – заполнение общей и электронной мед документации;
   – оценка пациента и его тяжести состояния;
   – опрос пациента по стандартной схеме врачебного опроса (жалобы, анамнез жизни, анамнез болезни);
   – осмотр пациента по стандартной схеме врачебного осмотра (по системам органов);
   – дифференциальный диагноз;
   – формирование первичного клинического диагноза;
   – уточнение ведущего синдрома и предварительного диагноза.
3. Поддержка цифрового принятия решений при неотложных состояния:
   – описание кейса: почечная колика, аневризма аорты и т д

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РИСКОВ ПРИ ОПУХОЛЕВОЙ ТОЛСТОКИШЕЧНОЙ НЕПРОХОДИМОСТИ

Пирюшов А.С., Зеленко Л.С.

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева)

Кишечная непроходимость – дефект прохода содержимого по кишечному тракту, который происходит в связи с закупоркой его просвета, сдавлением, спазмом и расстройствами, она проявляется импульсивными болями в животе, рвотой, задержкой стула. При лечении применяется как консервативная тактика; так и хирургическое вмешательство для регенерации прохода содержимого по кишечнику или резекция нежизнеспособного участка кишки. Случай с хирургическим вмешательством является крайне нежелательным. К тому же степень риска экстренного хирургического вмешательства намного выше планового. Поэтому важно понимать шансы каждого пациента излечиться, не прибегая к первичной резекции [1].

До настоящего времени лечение обтурационной толстокишечной непроходимости опухолевого генеза (ОТКН) остаётся крайне сложной проблемой ургентной хирургии. Основным методом лечения ОТКН, обусловленной раком ободочной кишки, является экстренное хирургическое вмешательство. Летальность остается высокой: 25%. Это связано с тяжестью самого онкологического заболевания, преклонным возрастом большинства пациентов, отсутствием единой рациональной хирургической тактики. При ОТКН достаточно сложно выбрать хирургическую тактику, так как нет чётких критериев для определения общего состояния больного и степени опухолевого заболевания [2].

Для постановки клинического диагноза, исключения сложностей в отношении выбора хирургической тактики, получения сведений об общем состоянии здоровья, предотвращения послеоперационных осложнений и уменьшения риска летального исхода в момент хирургического вмешательства необходима первичная диагностика пациента. Ее можно реализовать в виде простого анкетирования (получение анамнеза), включив в анкету все основные факторы, влияющие на проявление опухолевой толстокишечной непроходимости (они имеют свои нормы в зависимости от пола и возраста пациента).

Для решения этой задачи необходимо разработать веб-приложение, с помощью которого можно будет определить риски первичной резекции кишки по результатам опроса пациента, сформулировать рекомендации по выбору тактики лечения, а также собрать необходимую статистику о пациентах.

Для реализации приложения была выбрана клиент-серверная двухуровневая архитектура с толстым клиентом и протоколом передачи данных HTTP. На рисунке 1 приведена структурная схема системы.

В состав клиентской части системы входят следующие подсистемы:

– подсистема «Пациент» включает в себя следующие подсистемы:

1) подсистема прохождения анкетирования, которая отвечает за контроль заполненности анкеты и выбор ответа пациента на определённый вопрос;

2) подсистема регистрации, которая отвечает за корректность введённых данных пользователя при регистрации;

3) подсистема вычисления результата и выдачи рекомендации, которая отвечает за вычисление общего количества баллов, исходя из ответов пациента на вопросы анкеты и за автоматическое составление рекомендации пациента на основе результата прохождения анкетирования;

– подсистема «Врач» включает в себя следующие подсистемы:

1) подсистема просмотра статистики состоит из следующих подсистем:

− подсистема настройки параметров выборки осмотров, которая отвечает за вычисление статистических данных, отображаемых на графике;

− подсистема отображения статистических графиков, которая отвечает за отображение зависимостей данных в виде графика;

2) подсистема формирования медицинской карты, которая отвечает за создание и наполнение карты пациента, в которой будет информация о пациенте и его приёмах;

3) подсистема ручного составления направления и рекомендации, которая отвечает за составление врачом соответствующих элементов пациента вручную;

4) подсистема вывода на печать, которая отвечает за распечатывание медицинской карты пациента;

– подсистема «Администратор» включает в себя следующие подсистемы:

1) подсистема работы со справочниками, которая отвечает за ведение справочников с должностями и отделениями (добавление названия, редактирование, удаление);

2) подсистема работы с врачами, которая отвечает за добавление, редактирование, удаление информации о враче, а также за назначение пациента определённому врачу;

3) подсистема формирования анкеты, которая отвечает за создание анкеты (добавление, редактирование, удаление вопросов);

– справочная подсистема;

– подсистема авторизации, которая отвечает за корректность введённых данных зарегистрированного пользователя (логин пользователя и пароль);

– подсистема взаимодействия с серверной частью, которая отвечает за передачу и получение данных от сервера.

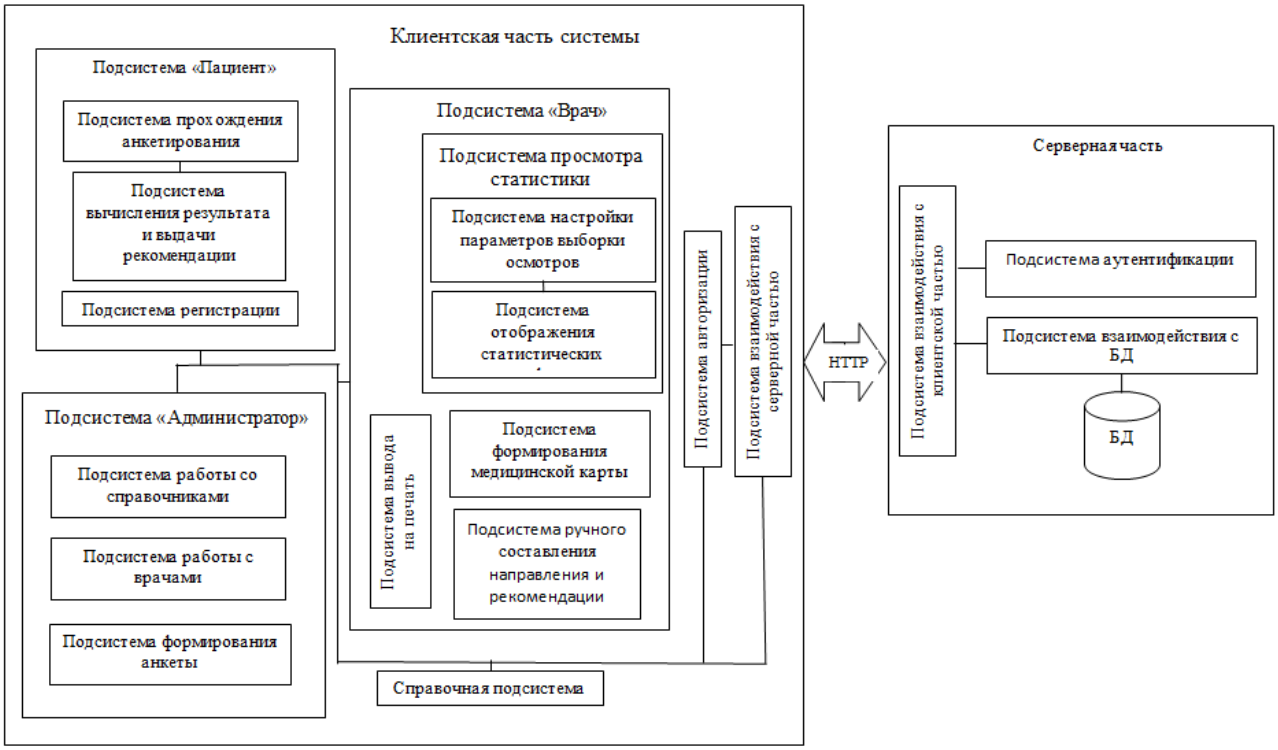


Рис. 1. Структурная схема системы

Серверная часть состоит из следующих подсистем:

− подсистема взаимодействия с клиентской частью, которая отвечает за передачу и получение данных от клиента;

− подсистема аутентификации, которая отвечает за проверку подлинности введенных существующим пользователем данных;

− подсистема взаимодействия с базой данных, которая отвечает за связь сервера с базой данных.

Вся информация, необходимая для работы системы, хранится в базе данных на сервере. Логическая модель данных приведена на рисунке 2.

В системе реализовано три роли пользователей:

– администратор, который отвечает за: составление и редактирование анкеты для опроса пользователей, работу с пациентами и врачами (добавление, изменение данных, удаление записей);

– врач, который отвечает за работу с пациентами: просматривать результаты прохождения анкетирования, выдавать направления для дальнейшего лечения, просматривать статистику по различным признакам (пол/возраст);

– пациент, который может пройти анкетирование и просмотреть рекомендации врача.

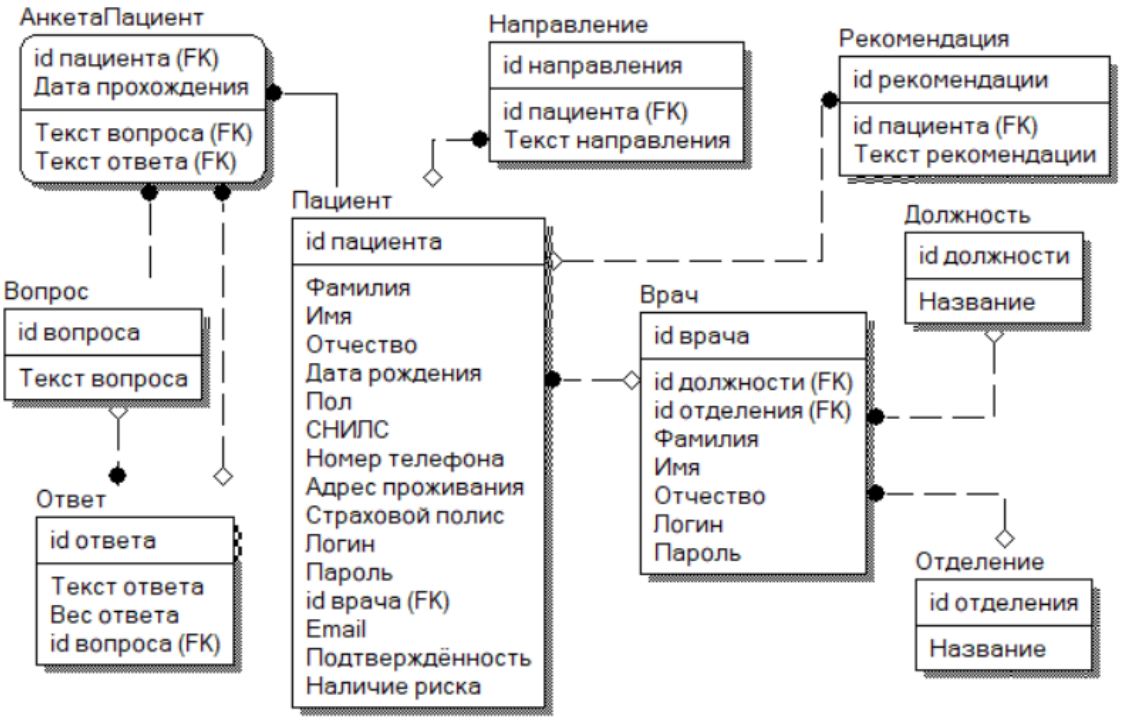


Рис. 2. Логическая модель данных

Кроме того имеется возможность пройти анкетирование без регистрации в системе.

Так как система реализована в виде веб-приложения, то каждая страница содержит в верхней части и в нижней части группу навигационных средств для переходов на страницу справочной информации и на главную страницу.

Анкетирование начинается с выбора пола и возрастной группы (см. рисунок 3).

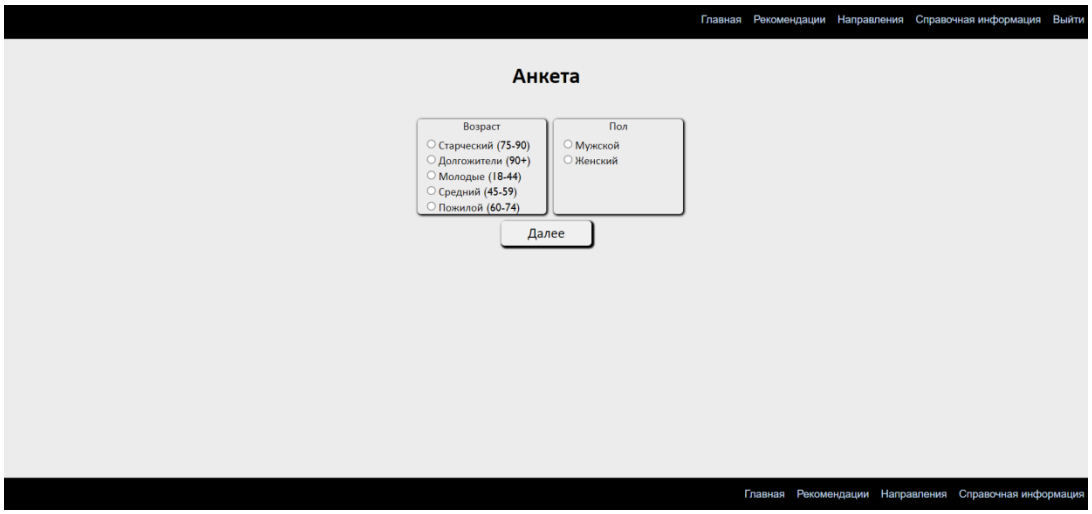


Рис. 3. Главная страница для пациента

Далее открывается страница с оставшимися вопросами анкеты (рисунок 4).

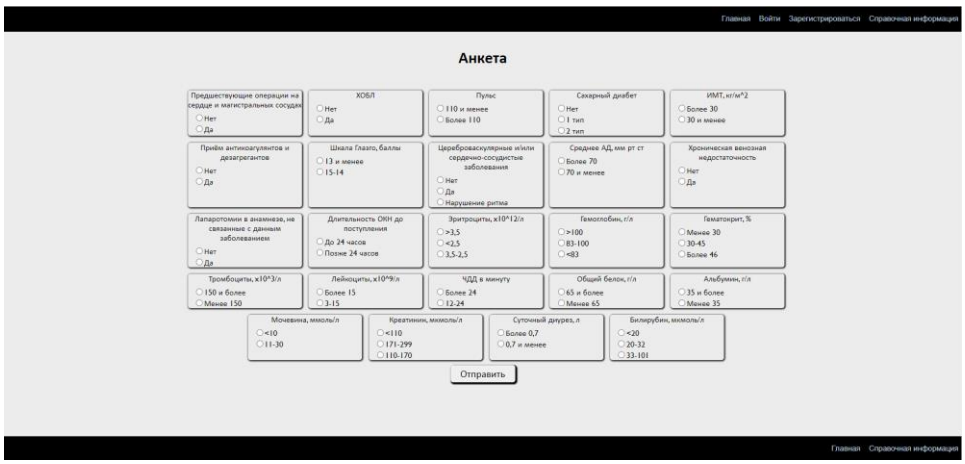


Рис. 4. Страница процесса прохождения анкетирования

Если пациент ответит не на все вопросы анкеты, то система выдаст предупреждающее сообщение. Каждому вопросу анкеты (показателю) поставлен в соответствие балл (фрагмент анкеты приведен на рисунке 5), которые суммируются и в зависимости от диапазона поученного значения система выдает рекомендацию о тактике дальнейшего лечения (рисунок 6).

7 Шкала Глазго, баллы	7.1 15-14	-1
	7.2 13 и менее	+2
8 Среднее АД, мм рт ст	8.1 Более 70	-2
	8.2 70 и менее	+2
9 Пульс	9.1 Более 110	0
	9.2 110 и менее	0

Рисунок 5 – Фрагмент анкеты пациента

Приложение разработано на языке JavaScript с использованием среды выполнения JavaScript NodeJS, фреймворка Express и библиотеки React и функционирует под управлением операционных систем Windows 7/8/10.

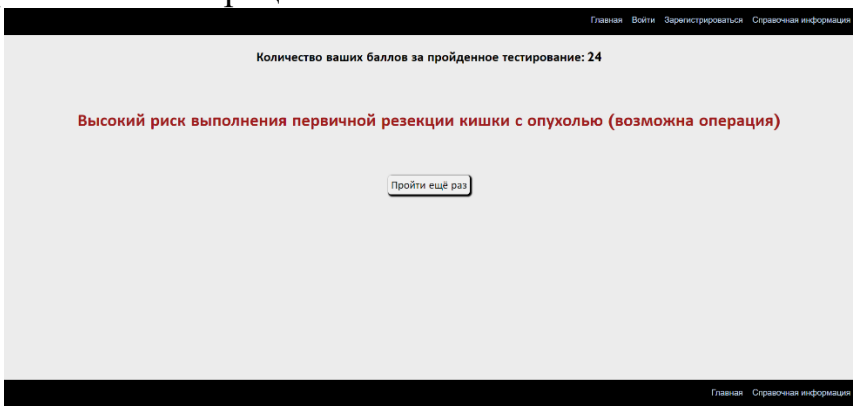


Рис. 5. Первичная рекомендация по результатам прохождения анкетирования

Разработанное веб-приложение охватывает широкий круг пользователей и является простым в освоении и использовании. Самое главное – веб-приложение является доступным и бесплатным для каждого человека.

Литература

1 Острая кишечная непроходимость опухолевой этиологии у взрослых [Электронный ресурс]. URL: https://oncology-association.ru/wp-content/uploads/2020/09/ostraya_kishechnaya_neprokhodimost_opukholevoy_etiologii_u_vzroslykh.pdf (дата обращения: 10.05.2023).

2 Классификация обтурационной толстокишечной непроходимости опухолевого генеза. Колопроктология [Электронный ресурс]. URL: https://www.gnck.ru/pdf/Content_3_29_2009.pdf (дата обращения: 10.05.2023).

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОКАЗАНИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ СОТРУДНИКАМ БАНКА

Пирюшов М.С., Зеленко Л.С.

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева)

Психотерапия возникла сравнительно недавно, поэтому люди мало ей доверяли, а некоторые до сих пор считают, что никто их не знает лучше, чем они сами. Как и с любой болезнью, избегание или самолечение только усугубляет ситуацию и продлевает время выздоровления. Широкое распространение онлайн-психотерапия получила во время пандемии, когда люди попали в новые для них условия, которые очень сильно повлияли на их психологическое состояние, а также сам факт того, что нельзя выходить их дома только подтолкнул людей к использованию онлайн сервисов. В частности, её используют компании, чтобы поддержать сотрудников на удалёнке [1].

Из-за того, что каждый человек по-своему уникален и реагирует на различные ситуации в жизни по-разному, то самой тяжелой в психологическом плане по праву считается работа с людьми. Из числа работодателей чаще обращаются представители компаний из отраслей с фокусом на человеческий капитал: IT, консалтинг, финансы [1].

Одной из таких компаний является ПАО Сбербанк. Сбербанк – один из самых востребованных банков среди розничных клиентов, его услугами пользуется большинство жителей России (101,5 млн. активных частных клиентов). Такое большое количество клиентов необходимо обслуживать соизмеримым количеством сотрудников. На данный момент количество сотрудников приблизительно равно 276 тыс. человек. Всем им в той или иной степени нужна психологическая поддержка. Прежде чем предлагать помощь специалиста-психолога, необходимо выявить и конкретизировать проблему [2].

Для решения этой задачи необходимо разработать автоматизированную систему оказания психологической помощи сотрудникам банка, которая предназначена для психологов, начальников отделов банка, а также для самих сотрудников. Психологи смогут назначать сотрудникам банка программы психо-

логической поддержки, анализировать результаты психологического тестирования, давать рекомендации к прохождению тестов, формировать отчеты по разным параметрам. Начальники отделов смогут видеть рекомендации по прохождению программ для своих сотрудников. Сотрудники смогут проходить диагностики, видеть свои результаты, рекомендации и даты прохождения диагностик и программ психологической поддержки.

Задача разработки такой системы является актуальной, так как она позволит оценить психологическое состояние сотрудника банка и выдать рекомендации сотрудникам, работающим с клиентами банка. Необходимо, чтобы они находились в оптимальном психологическом состоянии, это позволит им принимать верные и качественные решения, которые повысят доверие со стороны клиентов к банку.

Система реализована в виде веб-приложения, построенного по двухуровневой клиент-серверной архитектуре с тонким клиентом и протоколом передачи данных HTTP. На рисунке 1 приведена структурная схема системы.

В состав клиентской части системы входят следующие подсистемы:

– подсистема взаимодействия с серверной частью;

– подсистема авторизации, которая отвечает за корректность введённых данных (табельный номер сотрудника и пароль);

– подсистема тестирования, которая отвечает за сбор, проверку на корректность ответов пользователя при прохождении тестов;

– подсистема работы со справочником программ, которая отвечает за добавление, удаление и редактирование программ психологической поддержки;

– подсистема работы с сотрудником, которая отвечает за добавление сотрудника в систему, установку даты прохождения программы и даты посттренинга;

– подсистема настройки параметров для файла отчетности, которая отвечает за ввод психологом критериев, по которым будет формироваться файл в формате *.xlsx.

Серверная часть состоит из следующих подсистем:

– подсистема аутентификации, которая отвечает за проверку подлинности учетных данных пользователей;

– подсистема работы с результатами тестирования, которая отвечает за обработку результатов тестирования по ответам сотрудников;

– подсистема формирования файла отчетности, которая создает файл отчета по введенным параметрам и сохраняет данные в формате *.xlsx;

– подсистема взаимодействия с базой данных, которая отвечает за связь сервера с базой данных.

Вся информация, необходимая для работы системы, хранится в базе данных на сервере. Логическая модель данных приведена на рисунке 2.

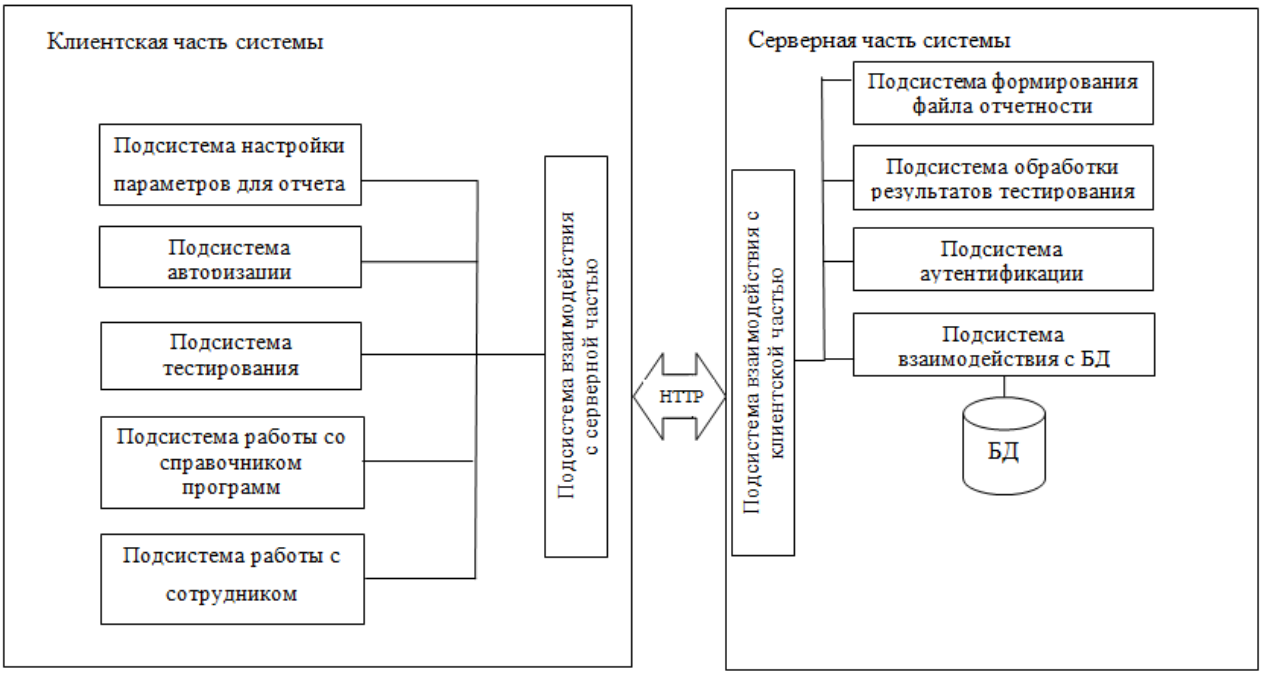


Рис. 1. Структурная схема системы

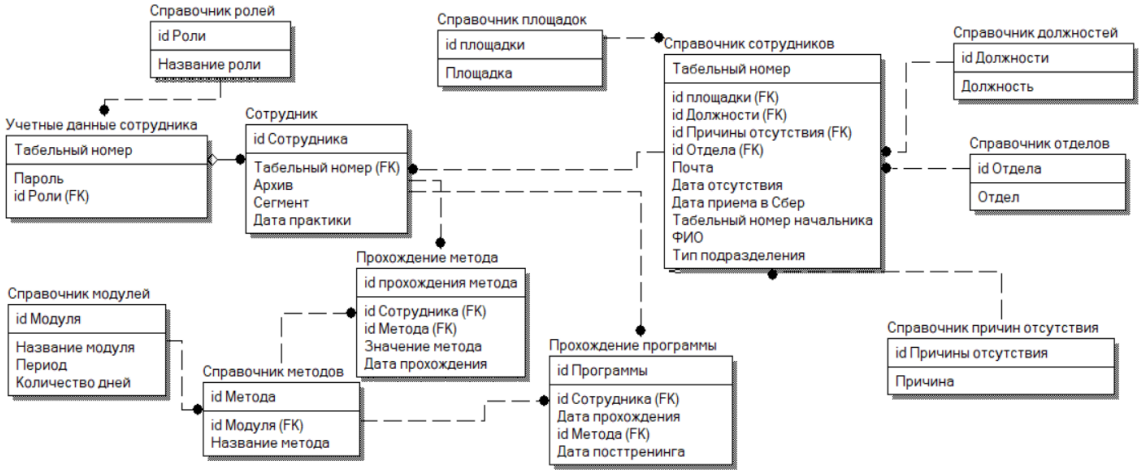


Рис. 2. Логическая модель данных

Разработанная система используется в повседневной практике психологов компании ПАО Сбербанк, она позволяет контролировать уровень психологического состояния всех сотрудников банка.

Литература

1 Больше не выгораем: как оказать психологическую поддержку сотрудникам [Электронный ресурс] // СберБизнес.Live: [сайт]. URL: https://sberbusiness.live/publications/bolshe-ne-vygoraem-kak-okazat-psikhologicheskuiu-podderzhku-sotrudnikam?ysclid=l8h6ozfchy398560566 (дата обращения: 10.05.2023).

2 История Сбера [Электронный ресурс] // СберБанк: [сайт]. URL: https://www.sberbank.com/ru/about/history (дата обращения: 10.05.2023).

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НЕЙРОРОБОТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЧЕРЕЗ РЕКОНСТРУКЦИЮ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ КАРТЫ СПАЙКОВЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Фокин Д.А., Мостовой И.Л., Баннов В.М., Стецуков Г.Д., Куликовских И.М.

(Самарский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации)

В основе искусственных нейронных сетей лежит принцип коннективизма, который заключается в том, что механизм функционирования нейронной сети формируется соединениями между ее элементами. Взаимодействие совокупности процессорных блоков, реализующих группы элементов сети, удобно для представления на графических процессорах, что объясняет их широкую популярность.

С другой стороны, искусственные нейронные сети используют для передачи информации все содержащиеся в них нейроны и оперируют вещественными числами. Такой принцип организации делает их слабо интерпретируемыми в терминах нейрофизиологических процессов, а, следовательно, и генерируемых такими сетями результатов.

Спайковые нейронные сети оперируют единичными импульсами, возникающими в заданное время и имитирующими работу нервной системы. Так как задействуются лишь активные в конкретный момент времени нейроны, данный тип сетей обеспечивает значительную экономию ресурсов при их обучении и применении. Таким образом, использование спайковых нейронных сетей для реализации нейроробототических систем является более приоритетным.

Целью данной работы является выявление механизма управления в таких системах, который бы позволил повысить адаптивность в незнакомой среде без внешнего сигнала подкрепления.

Методы исследования

Для достижения поставленной цели была собрана роботическая система AlphaBot2-Ar на базе Uno Plus, оснащенная ультразвуковым датчиком расстояния HC-SR04, инфракрасным фотоэлектрическим датчиком для объезда препятствий ST188 и датчиками звука (см. Рис. 1). Более детальную информацию о функциональных возможностях комплектации робота можно найти на официальной странице [1]. В качестве системы управления робота была выбрана модель коннектома Caenorhabditis elegans, состоящего из 302 нейронов и 7600 синаптических связей между ними [2], реализованного в виде спайковой нейронной сети. Морфология клеток, пути их дифференциации и связи хорошо изуче-

ны [3, 4]. В связи с этим коннектом нематоды C. elegans является уникальной моделью, на которой можно изучать процессы как на уровне отдельных клеток, так и целых нейронных сетей.

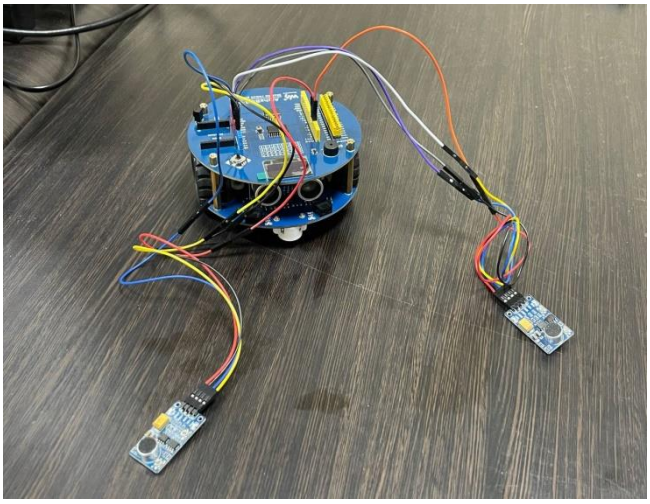


Рис. 1. Реализуемая нейроробототическая система

Последние исследования показали, что простые организмы как нематоды могут принимать сложные решения [4]. Следовательно, важно выявить механизм, который позволил бы: 1) объяснить принципы их поведения; 2) оптимизировать энергоэффективность нейроробототической системы, построенной на основе выявленных принципов. В данном исследовании с этой целью реконструируется функциональная карта, выделяющая группы связанных нейронов, активированных в заданный момент времени, как импульс от входного воздействия.

Результаты исследования

Были проанализированы два типа моторных нейронов: те, что перемещаются от спинного мозга к мышце и называются нижними двигательными нейронами (группа А), и те, что перемещаются между головным и спинным мозгом – верхние двигательные нейроны (группа Б) [5, 6]. На рис. 2 представлен атлас коннектома нематоды, реконструированный в нейроробототической системе, на котором отмечены нейроны группы Б, имеющие практически идентичную картину активации (см. графические зависимости). Совокупность подобных зависимостей групп активных нейронов от различных входных воздействий реконструирована в виде функциональной карты, визуализация которой приведена на рис. 3 для всех моторных нейронов групп А и Б. Представленная карта может использоваться как независимый инструмент для повышения адаптивности роботической системы без внешнего сигнала подкрепления.

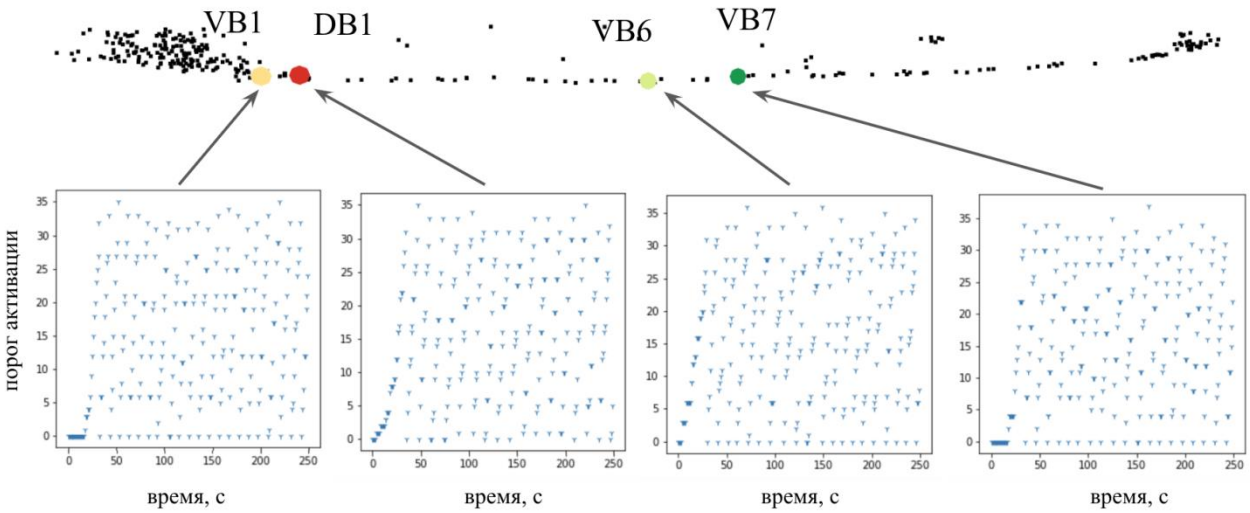


Рис. 2. Реконструкция функциональной карты группы моторных нейронов

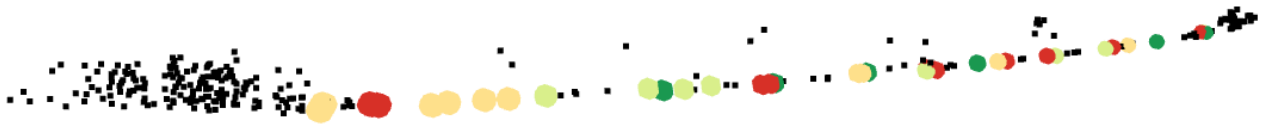


Рис. 3. Функциональная карта всех моторных нейронов, реконструированная в нейроробототической системе

Литература

1. AlphaBot2-Ar. – URL: https://www.waveshare.com/wiki/AlphaBot2-Ar (дата обращения – 27.05.2023)

2. White J. G. et al. The structure of the nervous system of the nematode Caenorhabditis elegans //Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. – 1986. – Т. 314. – №. 1165. – С. 1-340.

3. Cook S. J. et al. Whole-animal connectomes of both Caenorhabditis elegans sexes //Nature. – 2019. – Т. 571. – №. 7763. – С. 63-71.

4. Quach K. T., Chalasani S. H. Flexible reprogramming of Pristionchus pacificus motivation for attacking Caenorhabditis elegans in predator-prey competition //Current Biology. – 2022. – Т. 32. – №. 8. – С. 1675-1688. e7.

5. Kerk S. Y. et al. Diversification of C. elegans motor neuron identity via selective effector gene repression //Neuron. – 2017. – Т. 93. – №. 1. – С. 80-98.

6. Armakola M., Ruvkun G. Regulation of Caenorhabditis elegans neuronal polarity by heterochronic genes //Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2019. – Т. 116. – №. 25. – С. 12327-12336.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ТРАНСПОРТЕ

МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА УЧЕБНОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИ ЦЕЛЕВОЙ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРНОВ-ТЕХНОЛОГОВ В СРЕДЕ УЧЕБНОГО ВИРТУАЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Воронин В.Н., Черепашков А.А.,

(Самарский государственный технический университет)

Современного цифровое производство базируется на использовании достаточно известных и хорошо отработанных за несколько десятилетний плодотворного развития технологий и систем автоматизированного проектирования (САПР , в англоязычном описании CAD/CAM/CAE/CAPP …/ CA”x” – технологий) которые в настоящее время объединяются в единое информационное пространство (ЕИП) или интегрированную информационную среду (ИИС) предприятия [1].

Для ускорения адаптации проектного персонала и развития у пользователей САПР умений и навыков практической работы в ИИС для учебных заведений и центров подготовки и переподготовки кадров, которые стали появляется в крупных корпорациях и производственных объединениях, целесообразно создавать специализированные учебно-исследовательские виртуальные предприятия (УИВП) [2]. Кроме того, УИВП могут использоваться как своеобразный макет (электронный двойник) интегрированных систем, реализующих парадигму управления жизненным циклом изделий, предназначенный для отработки новых цифровых технологий в проектах внедрения комплексных САПР.

Прототипом при создании УИВП может выступать конкретное промышленное предприятие или обобщенная модель предприятий из определенной отрасли экономики. В обоих случаях с использованием средств обеспечения комплексных автоматизированных систем формируется ИИС, имитирующая реальную проектно-производственную среду. Для пользователя основным рабочим инструментом такого системного решения является автоматизированное рабочее место PDM (Product Datae Management – система управления инженерными данными).

Функционал PDM играет решающую роль при создании УИВП.

Основным программно-техническим блоком PDM выступает встроенная система управления базами данных, с помощью которой формируется хранилище (электронный архив) всей информации по изделиям и технологическим процессам. Учебный электронный архив, в отличие от «боевого», может быть

существенно сокращен и должен содержать лишь типовые представители продуктовой линейки.

Вторым по важности, с точки зрения организации учебного процесса, модулем PDM представляется подсистема управления потоком работ (Work Flow) которая обеспечивает выдачу учебных проектах заданий и контроль их прохождения по определенной методологической схеме.

Методологическая схема учебного автоматизированного проектирования (УАПР) может быть разработана на основании стандартов и технологических инструкций, принятых на предприятии.

В качестве примера, можно выделить следующие типовые этапы и содержание основных стадий учебного автоматизированного машиностроительного проектирования, в среде УИВП. Согласно стандартам ЕСКД на первом этапе конструкторской подготовки производства (КПП) должно быть разработано и согласовано техническое задание на проектирование (ТЗ). В учебных целях ТЗ, составленное экспертом - методистом, выбирается из сборника, входящего в специализированное методическое обеспечение (МтО) УИВП. Несмотря на свою краткость и неполноту, а зачастую и противоречивость, ТЗ уже можно считать первичным информационным описанием объекта проектирования – D_1, разработанным на первой стадии УАПР – $\{ pk_1 \}$.

Далее в соответствии с принятом на предприятии регламентом могут выполняться: техническое предложение (ПТ) - описание D_2 на стадии $\{ pk_2 \}$;. эскизный проект $\{ pk_3 \} – D_3$; технический проекта (ТР) $\{ pk_4 \} – D_4$; рабочий проект (РП) $\{ pk_5 \} – D_5$.

На конкретном предприятии стадийность КПП может быть и иной. В общем случае: $\{ pk_i \} – D_i$, $(i = 1,n)$, где n число стадий КПП. Например, стадия ПТ не является обязательной даже по ЕСКД.

Аналогично стадиям КПП можно формализовать стадии технологической подготовки производства (ТПП):

– На первом этапе ТПП, как правило выполняется отработка изделия на технологичность $\{pt_1 \}$ и соответственно, при традиционной последовательности технологического проектирования формируемся описание D_6;

– На втором этапе традиционной ТПП разрабатывается общая структура технологического процесса $\{ pt_2 \}$ – описание D_7;

– На последующих стадиях традиционной схемы ТПП предусмотрено проведение технологических расчетов и выполнение материального и трудового нормирования $\{ pt_3 \}$ – описание D_8;

– На итоговой стадии ТПП производится оформление технологической документации $\{ pt_4 \}$ – описание D_9.

В общем случае ТПП: $\{ pt_j \} – D_j$. , $j = 1,m)$, где m число стадий технологической подготовки производства.

Следует заметить, что полный перевод технического документооборота в электродную форму неизбежно влияет как на число, так и на последовательность стадий и содержательное наполнение информационных описаний. Осо-

бенно это обстоятельство проявляется именно при автоматизации технологической подготовки производства.

В случае учебного виртуального предприятия суммарное количество стадий конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП) $L = n+m$ может существенно отличаться от прототипа, но в каждом конкретном решении, определяемом условиями предприятия и спецификой объектов проектирования, оно всегда является счетным.

Информационная модель процесса учебного автоматизированного проектирования, в которой должны представлены как последовательность, так и результаты проектных работ на каждой проектной стадии, может быть описана как определённое и конечное множество описаний:

$$D = \{ D_1 , D_2 , D_3 ,\ldots, D_i , \ldots, D_j \quad D_L \} .$$

Каждое из описаний включает в себя множества: электронных конструкторских $\{ emk_i \}$ и технологических $\{ emt_j \}$ моделей; электронных документов различного типа; расчетных данных и т.д. На конечной стадии УАПР $\{ pt_L \}$ формируется описание $\{D_L\}$, например документ контрольной приемки. Анализ контрольных данных позволяет выявить возникшие ошибки и недоработки проекта. При исполнении проектных итерации, проводятся необходимые для улучшения проекта изменения в содержании описаний, которые могут быть повторены, начиная с любого этапа как конструкторской $\{ pk_i \}$, так и технологической подготовки производства $\{ pt_j \}$.

При этом методологическая схема УАПР может быть представлена в виде ориентированного графа (рис. 1). Что принципиально важно для успешности обучения, схема включает циклические возвраты на предшествующие этапы, с целью их повторения и оптимизации.

Ключевой стадией КТПП, своеобразным водоразделом КПП и КТП, выступает одна из самых сложных как в техническом, так и учебном планах – отработка изделия на технологичность $\{ pt_1 \}$.

В зависимости от целей обучения отдельные стадии УАПР выполняются с различной степенью подробности и с использованием разных проектных стратегий. Так, в случае целевого обучения инженеров технологов конструкторские этапы КТПП могут быть существенно сокращены, а описания $D_2 — D_5$,заимствованы из уже готового МтО УИВП, содержащегося в соответствующих разделах электронного хранилища PDM, соответствующих составу изделий, выпускаемых на предприятии.

В рамках продолженной схемы УАПР возможно использование как традиционных, так и перспективных стратегий проектирования («Нисходящая», «Восходящая», «Разветвленная» и пр.).

На стадиях технологической подготовки производства широко используются типовые технологические решения, представленные в форме конструкторско-технологических элементов, заложенных в интегрированную САПР ТП (Например, САРР «Вертикаль», входящая Комплекс АСКОН) [3]. В этом слу-

чае на этапах D_6 — D_7 целесообразна восходящая стратегия. А на завершающем этапе D_8 — D_9 , при выполнении технологических расчетов и оформлении технологической документации снова – нисходящая.

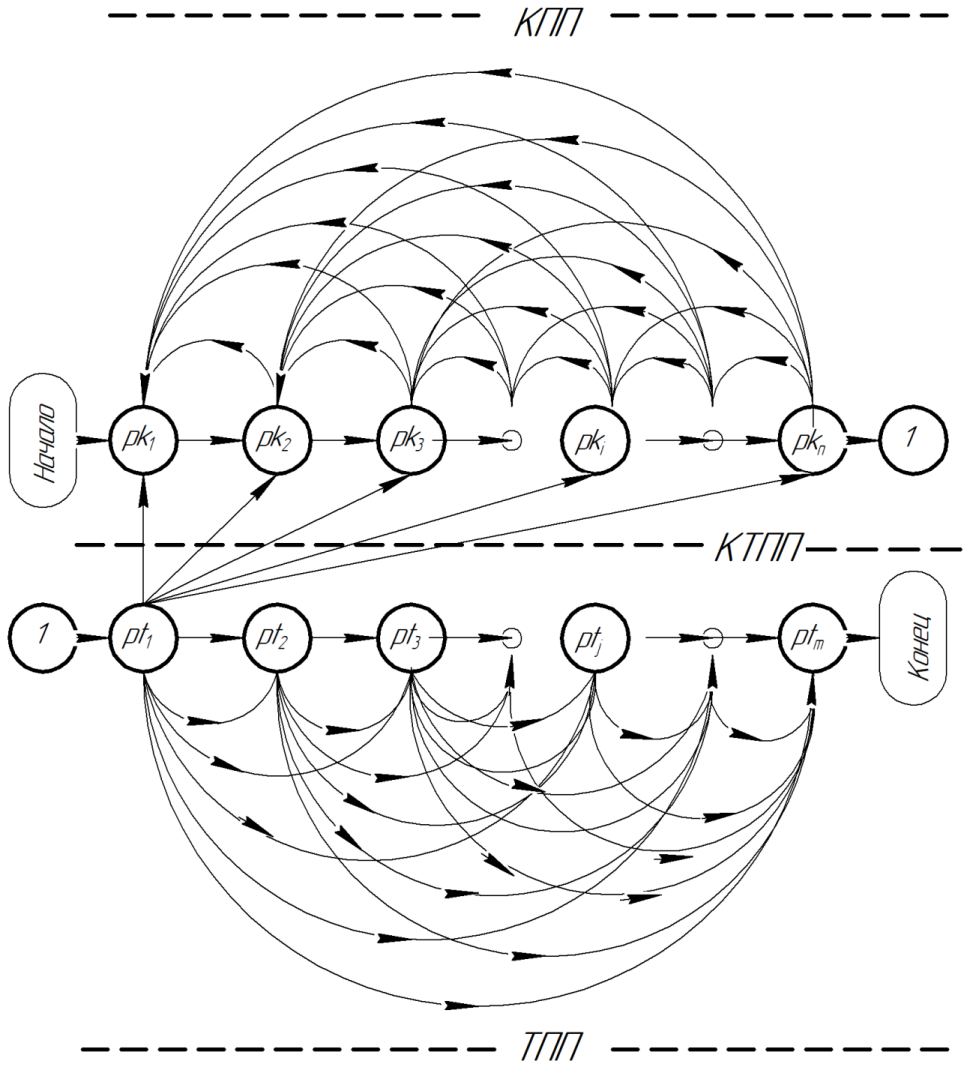


Рис. 1. Методологическая схема технологического УАПР в среде УИВП

В настоящее время ведущие вендоры САПР в методологических приемах организации проектных работ видят существенный резерв повышения эффективности разработки новых изделий. Это качество проявляете именно при комплексной автоматизации и практически может быть освоено проектировщиками в только в среде УИВП.

Таким образом, в рамках разработанной модели УАПР можно предложить достаточно большое количество различных маршрутов исполнения проектных работ, обеспечивающих достижение дидактических целей, связанных с развитием «навыковых» компонент профессиональных инженерных компетенций.

Литература

1. Черепашков, А.А. Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении : учеб для вузов. / А. А. Черепашков, Н. В. Носов.- СПб., Проспект Науки, 2018.- 591 с.
2. Черепашков, А.А. Методы и средства обучения автоматизированному проектированию в машиностроении: дис. д-ра техн. наук: 05.13.12. – Самара, 2014. – 434 с.
3. Воронин В.Н. Автоматизированное проектирование технологических процессов / А. А. Черепашков, В.Н. Воронин . – Самар. гос. техн. ун-т, 2011. – 119 с.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО РАСПОЛОЖЕНИЮ ПАРКОВОК СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ

Головнин О.К., Игонина А.А.

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева)

В настоящее время транспортные системы даже крупных городов не совершенны. Жителям, не имеющим личного транспорта, приходится преодолевать большие расстояния до остановок общественного транспорта. В последние года особенной популярностью пользуются средства индивидуальной мобильности (СИМ), в том числе растет арендный парк самокатов [1]. Решающим фактором при использовании СИМ, определяющим эффективность и удобство этого вида транспорта, является расположение парковок СИМ. Решению данного вопроса посвящена данная работа.

Разработана система поддержки принятия решений по выбору расположения парковок СИМ. Система строит решения на основе поставленной оптимизационной задачи с учетом геомаркетинговых данных [2, 3]. Построена математическая модель объекта исследования и сформулирована постановка задачи оптимизации. Система реализована как настольное приложение для рабочих станций под управлением операционных систем класса Windows. Разработка велась на языке программирования C# в среде разработки Visual Studio 2022. В качестве СУБД выбрана PostgreSQL 9.8 и геопространственное расширение PostGIS 3.1.1.

Разработанная система позволяет подобрать наилучшее расположение парковки СИМ на заданном участке с учетом пользовательских параметров. Возможен вариант поиска нескольких мест размещения парковок. Кроме решения задачи размещения в системе представлена возможность отображения слоев с различными видами объектов на электронной карте, что дает возможность пользователю провести дополнительный анализ данных, а также облегчает восприятие результата работы.

В процессе разработки системы построена диаграмма вариантов использования, изображенная на рис. 1. Пользователь может настроить параметры поиска – выбрать их вручную или загрузить из файла, сохранить параметры поиска в файл. В число настраиваемых параметров поиска входят: зона на карте, вид размещаемого объекта, количество размещаемых объектов, классы объектов на карте, которые будут включены в оптимизационную задачу, шаг разбиения карты, шаг построения матрицы корреспонденций, временной промежуток, на основании которого будут строиться изохроны доступности [4]. Также пользователь может настраивать параметры отображения слоев на электронной карте, выбрав один или несколько пунктов: «Остановки», «Объекты спроса», «Матрица корреспонденций» и др.

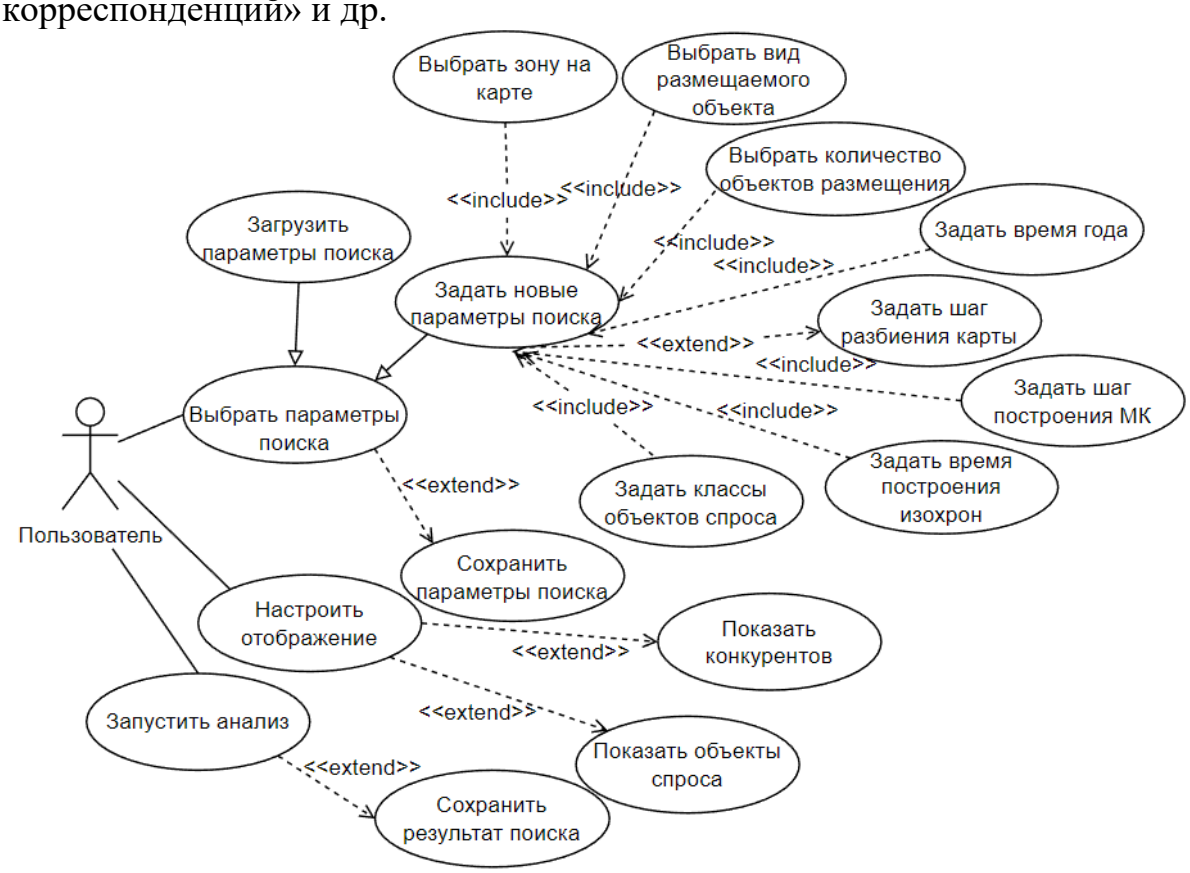


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования системы

Главное окно системы, с которым работает пользователь, представлено на рис. 2. На электронной карте отображаются результаты работы подсистемы оптимизации: маркером в виде самоката обозначено местоположение, рекомендуемое для размещения парковки с выбранными характеристиками.

В процессе системы исследована эффективность ее работы. Эксперименты проводились с фиксированными параметрами. График зависимости времени поиска решения от шага разбиения карты представлен на рис. 3. Синим цветом обозначены значения, относящиеся к эксперименту на участке 1000×1000 м, а красным – на участке 1500×1500 м.

Ожидается, что применение разработанной системы позволит эффективно определять наиболее подходящие расположения парковок СИМ в целях по-

вышения общегородской мобильности с учетом транспортных потребностей граждан.

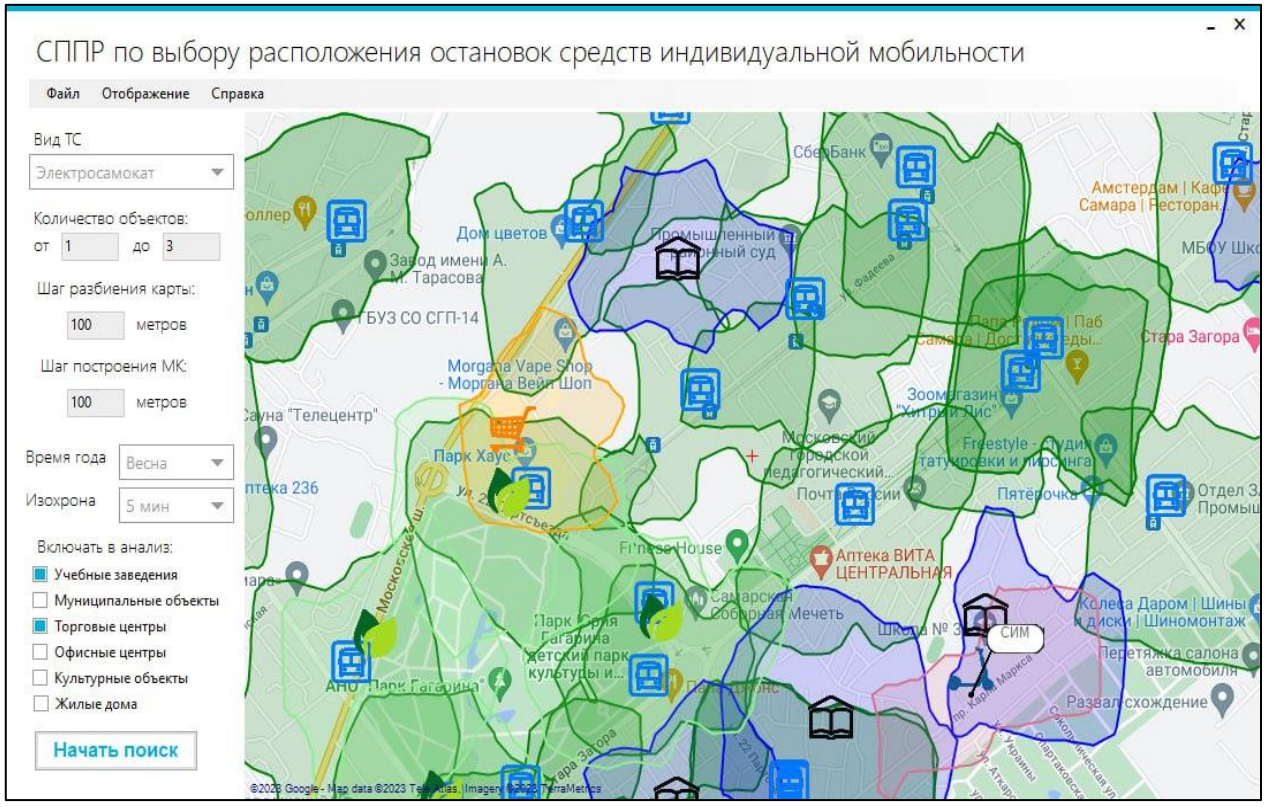


Рис. 2. Главное окно системы, демонстрирующее результат работы

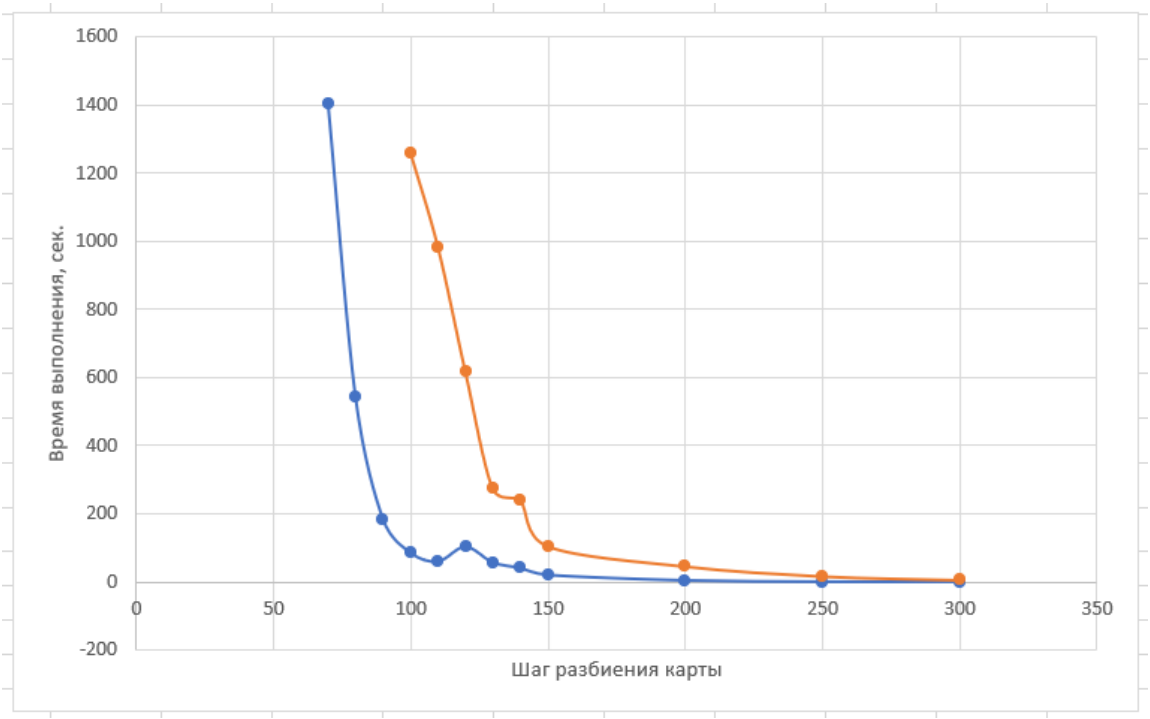


Рис. 3. Время работы алгоритма оптимизации для различных вариантов разбиения карты

Литература

1. Департамент транспорта и развития дорожно-транспортной инфраструктуры города Москвы, официальный сайт [Электронный ресурс] / transport.mos.ru – URL: https://transport.mos.ru/mostrans/all_news/108222 (дата обращения: 25.12.2022).
2. Головнин, О.К. Оптимизация схемы размещения торговых объектов на основе математико-картографической модели / О. К. Головнин, А. А. Игонина // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2021. – № 2(38). – С. 115-129.
3. Golovnin, O.K. Decision support system for location selection of convenience stores and retail facilities using optimization techniques and GIS / O.K. Golovnin, A.A. Igonina // Journal of Physics: Conference Series. – Vol. 2134. – № 1. – P. 012015.
4. Черепанов, Б.В. Методика комплексной оценки территории города по транспортным критериям / Б.В. Черепанов // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния: материалы V Международной конф. – Екатеринбург: 1999. – С. 34-38.

ОБНАРУЖЕНИЕ И РАЗЛИЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

Головнин О.К., Ярмов Р.В.

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева)

Средства компьютерного зрения для обнаружения и различения дорожных знаков все чаще и чаще применяются как в личных транспортных средствах, так и в специализированных дорожных лабораториях [1, 2]. В работе представлена разработанная система обнаружения и различения технических средств организации дорожного движения на основе методов компьютерного зрения, предназначенная для проведения инвентаризации автодорог [3]. Система разработана на языке программирования Python. В процессе разработки системы для решения задачи обнаружения и классификации объектов использованы библиотеки Keras, OpenCV и TensorFlow.

Система функционирует на основе подхода, предложенного в [4]. В первую очередь, выделяются объекты на видеозаписи, для чего считывается один кадр с интервалом в несколько кадров, на нем анализируются области, в которых ожидается появление технических средств организации дорожного движения. Далее выполняется классификация обнаруженных объектов на следующие классы: дорожный знак, светофор, линия дорожной разметки. Разработана нейронная сеть для классификации объектов (рис. 1).

```
model = tf.keras.models.Sequential([
    tf.keras.layers.Conv2D(128, (3, 3), activation='relu', input_shape=(48, 48, 3)),
    tf.keras.layers.MaxPooling2D(2, 2),
    tf.keras.layers.Conv2D(128, (3, 3), activation='relu'),
    tf.keras.layers.MaxPooling2D(2, 2),
    tf.keras.layers.Conv2D(128, (3, 3), activation='relu'),
    tf.keras.layers.MaxPooling2D(2, 2),
    tf.keras.layers.Conv2D(128, (3, 3), activation='relu'),
    tf.keras.layers.MaxPooling2D(2, 2),
    tf.keras.layers.Flatten(),
    tf.keras.layers.Dropout(0.5),
    tf.keras.layers.Dense(512, activation='rmsprop'),
    tf.keras.layers.Dense(42, activation='softmax')
])
```

Рис. 1. Модель свёрточной нейронной сети, применяемая в системе

Нейросеть использует сверточную архитектуру с входным, тремя сверточными, тремя пуллинговыми слоями, слоем прореживания и одним выходным слоем. На вход подается изображение, считанное с видеозаписи, которое попадает в слой свертки. Выходной слой состоит из нескольких нейронов, каждый из которых связан с нейронами предыдущего слоя и отвечает за определенный объект.

Суммарный набор обучающей выборки составил 14243 изображений, тестовой выборки – 10512 изображения. Все входные фотографии имеют формат PNG. Примеры изображений, использованных для обучения нейросети, представлены на рис. 2.



Рис. 2. Примеры изображений обучающей и тестовой выборок

Для работы с разработанной системой предусмотрены три роли пользователей:

– оператор – ведет учет классифицированных объектов;

– полевой работник – загружает видеозаписи с дорожных лабораторий;

– системный администратор – задает параметры настройки нейросети.

Пример интерфейса разработанной системы при работе с дорожными объектами представлен на рис. 3.



Рис. 3. Информация об объекте

Для проверки эффективности классификатора системы выбраны метрики accuracy и val_accuracy. Метрика accuracy отвечает за отношение ожидаемого результата обучающей выборки к сумме всех результатов, а val_accuracy – за отношение ожидаемого результата тестовой выборки к сумме всех результатов. Начиная с 9 этапа обучения результаты практически не меняются и остаются на уровне 0,97, то есть дальнейшее его обучение не требуется (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты обучения классификатора

Номер эпохи	Вероятность на обучающей выборке	Вероятность на тестовой выборке
1	0,4412	0,6018
2	0,8594	0,8832
3	0,8995	0,9099
4	0,9412	0,9576
5	0,9321	0,9482
6	0,9388	0,9428
7	0,9515	0,9508
8	0,9628	0,9606
9	0,9717	0,9887
10	0,9641	0,9734
11	0,9656	0,9627

12	0,9546	0,9622
13	0,9594	0,9626
14	0,9477	0,9606
15	0,9554	0,9608
16	0,9564	0,9619
17	0,9685	0,9793
18	0,9589	0,9607
19	0,9559	0,9609
20	0,9566	0,9611

Таким образом, разработанная автоматизированная система позволяет решать задачи обнаружения и классификации технических средств организации дорожного движения на основе анализа видеопотока и предназначена для использования в организациях обслуживания автодорог при выполнении инвентаризации.

Литература

1. Смольянинов, В.А. Программный комплекс обнаружения и распознавания дорожных знаков / В.А. Смольянинов, С.С. Гришунов, Ю.С. Белов // E-Scio. – 2021. – № 1(52). – С. 343-352.

2. Алпатов, Б.А. Подходы к обнаружению и оценке параметров движущихся объектов на видеопоследовательности применительно к транспортной аналитике / Б.А. Алпатов, П.В. Бабаян, М.Д. Ершов // Компьютерная оптика. – 2020. – Т. 44. – №. 5. – С. 746-756.

3. Ярмов, Р.В. Инвентаризация технических средств организации дорожного движения в интеллектуальной системе анализа видеопотока / Р.В. Ярмов // НИТ-2022: материалы конф. – Рязань: РГРТУ, 2022. – С. 92-94.

4. Golovnin, O.K. Universal Convolutional Neural Network for Recognition of Traffic Lights and Road Signs in Video Frames / O. K. Golovnin, R. V. Yarmov // Smart Innovation, Systems and Technologies. – 2022. – Vol. 272. – P. 459-468.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МАКРОСКОПИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ ДЛЯ УМНОГО ГОРОДА

Коноплева А.Н., Головнин О.К.

(Университет ИТМО)

Одной из ключевых технологий при создании «Умных городов» являются используемые средства прогнозирования развития процессов, происходящих в городе, в том числе транспортных процессов [1, 2]. В данной статье представлена разработанная интеллектуальная система прогнозирования макроскопических характеристик транспортных потоков для использования в составе систем «Умного города».

Прогнозирование макроскопических характеристик транспортных потоков в разработанной системе осуществляется в несколько этапов (рис. 1).

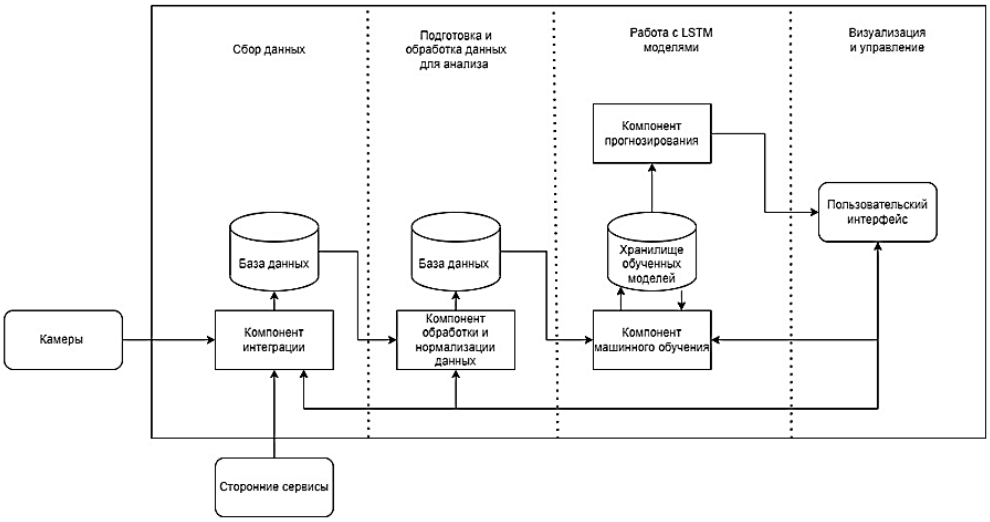


Рис. 1. Процесс функционирования системы

Первый этап – сбор данных. Для прогнозирования используются данные с камер видеонаблюдения и радарных детекторов, данные глобальных систем позиционирования и данные внешних источников о погоде и событиях в городе.

Система использует следующие данные с камер видеонаблюдения:

- номер и адрес камеры;
- дата фиксации автотранспорта;
- тип автотранспорта: грузовой, легковой, пассажирский;
- принадлежность автотранспорта к региону: местные, иногородние, СНГ, иностранные;
- количество зафиксированного автотранспорта;
- направление движения автотранспорта: на въезд, на выезд.

В процессе разработки и тестирования системы использовались обезличенные данные, поступающих с камер видеонаблюдения на дорогах Самарской области. Для получения информации о погодных условиях использовался сервис OpenWeatherMap [3]. Для получения информации о проводимых мероприятиях использовался портал Афиша Самары [4].

На втором этапе происходит подготовка и обработка собранных данных для последующего анализа: сглаживание; нормализация; удаление дубликатов; заполнение пропущенных значений; преобразование единиц измерения; выделение признаков. На этом шаге используются библиотеки и инструменты Python: Pandas, Numpy, Scikit-learn. Обработанные данные загружаются в хранилище, которое используется для дальнейшего обучения модели прогнозирования.

Третий этап – работа с моделями прогнозирования. Для анализа и прогнозирования временных рядов используется модель рекуррентной нейронной сети LSTM. Сети на основе LSTM показывают хорошие результаты

в такого рода задачах [5]. Модель обучается на основе предварительно подготовленных данных. Обученные модели сохраняются в хранилище обученных моделей. В дальнейшем обученные модели используются в компоненте прогнозирования системы. Компонент прогнозирования системы выполняет следующие действия:

1. Загрузка модели LSTM;
2. Предсказание значений временного ряда путем последовательного прогнозирования значений на каждом временном шаге в тестовом наборе;
3. Оценка качества прогноза с помощью метрик: средняя абсолютная ошибка, средняя квадратичная ошибка и т.д.;
4. Прогнозирование на входных данных, состоящих из последовательности временных отрезков, соответствующих прогнозируемому временному интервалу.

Последний этап работы системы – визуализация. Система обеспечивает реализацию следующих функций:

- отображение результатов прогнозирования макроскопических характеристика: скорость, плотность, интенсивность (поток) и др.;
- предоставление доступа к исходным данным;
- оповещение об аномалиях, например, при неожиданных пиках или спадах интенсивности, скорости, плотности транспортного потока;
- взаимодействие с другими системами для получения данных, используемых в процессе прогнозирования, и для передачи данных прогнозирования через механизм API.

Пользовательский интерфейс, в который поступают результаты прогнозирования, представлен на рис. 2.

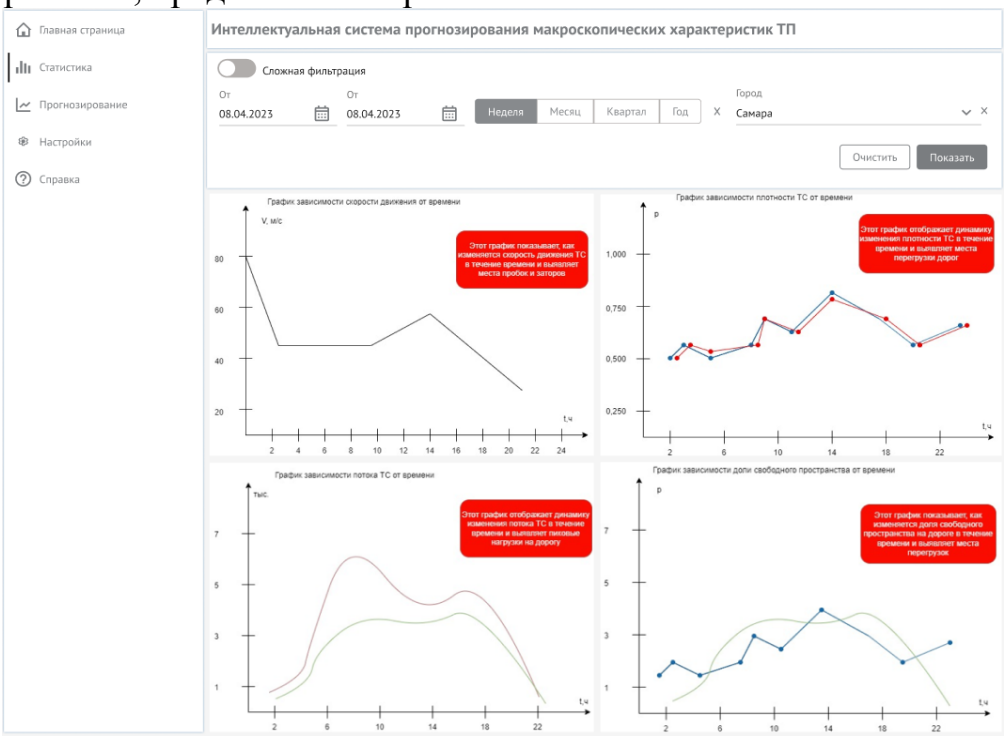


Рис. 2. Фрагменты интерфейса системы

Таким образом, представленные в системе прогнозы могут быть использованы в решениях класса «Умный город» для планирования дорожных работ и мероприятий, а также для принятия решений в области управления дорожным движением.

Литература

1. Королев, А. С. Smart city: теории и практики создания умного города / А. С. Королев // Управление городом: теория и практика. – 2015. – № 4(19). – С. 19-23.

2. Головнин, О. К. Предсказательная модель выявления возможных угроз безопасности функционирования транспортной системы на основе интеллектуального анализа федеративных данных Smart City / О. К. Головнин // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2020) : Труды Международной научно-технической конференции, Самара, 21–22 апреля 2020 года / Под редакцией С.А. Прохорова. – Самара: Самарский научный центр РАН, 2020. – С. 248-250.

3. OpenWeatherMap. – URL: http://api.openweathermap.org/.

4. Афиша Самары. – URL: https://samara.afisha.ru/.

5. Прокопцев, Н.Г. Использование сверточных нейронных сетей для прогнозирования скоростей транспортного потока на дорожном графе / Н. Г. Прокопцев, А. Е. Алексеенко, Я. А. Холодов // Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: интеллектуальные транспортные системы и ситуационные центры : Материалы V Международной научно-практической конференции, Казань, 27–28 февраля 2018 года / Под общей редакцией Р.Н. Минниханова. Том Часть 2. – Казань: Центр инновационных технологий, 2018. – С. 271-275.

6.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ В ИТСГИС УПРАВЛЕНИЯ ГЕООБЪЕКТАМИ

Михеева Т.И., Михеев С.В., Алексеев С.А.

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Научно-производственный центр «Интеллектуальные транспортные системы»)

В интеллектуальной транспортной геоинформационной системе «ITSGIS» (ИТСГИС) реализовано постоянное усложнение дорожно-транспортных условий с непрерывным совершенствованием методов и средств управления дорожным движением с визуализацией интерактивной картой с управлением множества геообъектов. ИТСГИС обеспечивает сбор, хранение и обработку информации о транспортных потоках (ТрП), состоянии улично-дорожной сети (УДС) и оптимизирует управление дорожным движением.

В ИТСГИС актуальной является проблема создания гибкой технологии, обеспечивающей проведение компьютерных экспериментов в плагине «Орга-

низация дорожного движения», и имеющей эффективную реализацию в современной вычислительной среде, легко адаптирующейся к задачам проектирования плагинов. Эта проблема связана с использованием методов и инструментальных средств, позволяющих разрабатывать технологии автоматизированного проектирования и компьютерного исследования с полным учетом свойств плагинов и профессионального кругозора исследователя.

Задача предоставления в распоряжение пользователя методов проектирования моделей, средств автоматизации программирования моделей и методов проведения эксперимента на имитационных моделях решена в рамках САПР системы управления дорожным движением.

Использование объектно-ориентированной интеллектуальной транспортной геоинформационной технологии позволило разработать ИТСГИС, обладающую следующими качествами:

- гибкий предметно-ориентированный языковый интерфейс проектировщика;
- единый стиль представления информации;
- гибкая среда проектирования, обеспечивающая спецификацию моделей, простоту их модификации;
- гибкая имитационная среда, допускающая расширение спектра исследовательских задач;
- обеспечение адаптивного характера процесса управления;
- визуализация статической геоинформации, динамических характеристик процесса имитации.

Ядром САПР ИТСГИС является комплекс программных средств, служащих основой для построения подсистем с включением следующих компонентов:

- единое хранилище семантических данных в СУБД *MS SQL Server*;
- оцифрованная интерактивная карта городов и районов России на базе геоинформационной системы. На карту нанесены объекты (модели УДС, ТрП, модели технических средств управления дорожным движением (ТСОДД), другие вспомогательные объекты и тематические типы карты более 200 слоев);
- система генерации отчетов;
- система обработки данных (система моделирования, экспертная система, система вычисления различных параметров и выражений);
- сервер приложений (*GaiAppServer*) – многокомпонентная система, реализованная как набор COM-объектов.

Исходя из функций службы дорожной инспекции и организации дорожного движения городов России, выделены приоритетные задачи, требующие автоматизации. Некоторые из перечисленных ниже задач находятся в настоящее время в процессе решения, другие используются в работе.

1. Мониторинг геообъектов и оперативной информации:

- задачи учета и контроля эксплуатационного состояния УДС и ТСОДД;

- учет и анализ дорожно-транспортных происшествий (ДТП) – анализ безопасности УДС, выявление мест концентрации ДТП и причин их возникновения;
- мониторинг разнотипной оперативной информации.

2. Задачи экспертизы:
- контроль дислокации и режимов работы ТСОДД;
- моделирование управления транспортными потоками на УДС.

3. Задачи управления транспортными потоками:
- расчет параметров локального управления;
- расчет параметров координированного управления;
- адаптивное управление.

4. Задачи логистики:
- проектирование маршрутов движения общественного, грузового транзитного, оперативного, транспорта, перевозящего опасные грузы;
- поиск оптимальных путей по заданным критериям (временному, пространственному, смешанному, с учетом дислокации ТСОДД).

Все инструменты собраны в единую функциональную оболочку и имеют общий пользовательский интерфейс ИТСГИС. Все разрабатываемые программные средства реализуют объектно-ориентированное представление компонентов и поддерживают их интерпретацию в инструментальной компьютерной среде.

Расчет длительности геообъектов светофорного цикла

В плагине ИТСГИС определение длительности цикла и основных тактов регулирования основано на сопоставлении фактической интенсивности движения на подходах к перекрестку и пропускной способности (потокам насыщения) этих подходов.

Как интенсивность, так и потоки насыщения рассматриваются для каждого направления движения данной фазы. Число фаз регулирования определяет количество основных и промежуточных тактов. Основной такт является частью цикла регулирования, пропорционально фазовому коэффициенту, расчетное значение которого соответствует максимальному отношению интенсивности к потоку насыщения для различных подходов к перекрестку в данной фазе.

Поток насыщения для данной полосы движения определяется по формуле

$$\mathbf{M}_{\mathbf{H}_{ijk}} = \frac{300}{\mathbf{n}}\left(\frac{\mathbf{m}_1}{\mathbf{t}_1} + \frac{\mathbf{m}_2}{\mathbf{t}_2} + \ldots + \frac{\mathbf{m}_n}{\mathbf{t}_n}\right),$$

где $\mathbf{M}_{\mathbf{H}_{ijk}}$ – поток насыщения для данной полосы в данной фазе и данном направлении движения, ед/ч; $\boldsymbol{n}$ – число замеров; $\boldsymbol{m}$ – число приведенных транспортных единиц, прошедших через стоп-линию за время $\boldsymbol{t; t_1, t_2, \ldots, t_n}$ – показания секундомера, с; $\boldsymbol{j}$ – номер направления движения; $\boldsymbol{k}$ – номер полосы.

Для случая движения в прямом направлении по дороге без продольных уклонов поток насыщения рассчитывают по эмпирической формуле, которая связывает этот показатель с шириной проезжей части, используемой для движения транспортных средств в данном направлении рассматриваемой фазы ре-

гулирования. $\mathbf{M_{Н_{ij}прямо}} = \mathbf{525}\ \mathbf{B_{Пр4асти}}$, где $\mathbf{M_{Н_{ij}прямо}}$ – поток насыщения, ед/ч; $\mathbf{B_{Пр4асти}}$ – ширина проезжей части в данном направлении данной фазы регулирования, м. Данная формула применима при ширине проезжей части не менее 5,4 м и не более 18 м.

Для случая движения транспортных средств прямо, а также направо и (или) налево по одним и тем же полосам движения, если интенсивность лево- и правоповоротного потоков движения составляет более 10% от общей интенсивности движения в рассматриваемом направлении данной фазы, поток насыщения, полученный по предыдущей формуле, корректируют:

$$\mathbf{M_{Н_{ij}}} = \mathbf{M_{Н_{ij}прямо}}\ \frac{\mathbf{100}}{\mathbf{a + 1{,}75b + 1{,}25c}},$$

где ***a, b*** и ***c*** – интенсивность движения транспортных средств соответственно прямо, налево и направо в процентах от общей интенсивности рассматриваемого направления данной фазы регулирования.

Для право- и левоповоротных потоков, движущихся по специально выделенным полосам, поток насыщения определяется в зависимости от радиуса поворота. Радиус поворота может быть определен по плану перекрестка, вычерченного в масштабе.

Фазовые коэффициенты определяют для каждого из направлений движения на перекрестке в данной фазе регулирования: $\mathbf{y_{ij}} = \frac{\mathbf{N_{ij}}}{\mathbf{M_{Н_{ij}}}}$, где y_{ij} – фазовый коэффициент данного направления; N_{ij} и $Мн_{ij}$ – соответственно интенсивность движения для рассматриваемого периода суток и поток насыщения в данном направлении данной фазы регулирования, ед/ч.

За расчетный (определяющий длительность основного такта) фазовый коэффициент y_i принимается наибольшее значение y_{ij} в данной фазе. Меньшие значения могут быть использованы в дальнейшем для определения минимально необходимой длительности разрешающего сигнала в соответствующих этим коэффициентам направлениям движения.

При пофазном регулировании и пропуске какого-либо транспортного потока в течение 2 фаз и более для него отдельно рассчитывают фазовый коэффициент, который независимо от значения не принимают в качестве расчетного. Однако этот фазовый коэффициент должен быть не более суммы расчетных фазовых коэффициентов тех фаз, в течение которых этот поток пропускается. Если это условие не соблюдается, то один из расчетных фазовых коэффициентов, входящих в эту сумму, должен быть искусственно увеличен.

В соответствии с назначением промежуточного такта его длительность должна быть такой, чтобы автомобиль, подходящий к перекрестку на зеленый сигнал со скоростью свободного движения, при смене сигнала с зеленого на желтый смог либо остановиться у стоп-линии, либо успеть освободить перекресток (миновать конфликтные точки пересечения с автомобилями, начинающими движение в следующей фазе). $tn_i = t_{рк} + t_m + t_i - t_{i+1}$, где tn_i - длительность

промежуточного такта в данной фазе регулирования, с; $t_{рк}$ – время реакции водителя на смену сигналов светофора, с; t_m – время, необходимое автомобилю для проезда расстояния, равного тормозному пути, с; t_i – время движения автомобиля до самой дальней конфликтной точки, с; t_{i+1} – время, необходимое для проезда от стоп-линии до дальней конфликтной точки автомобилю, начинающему движение в следующей фазе, с. Так как составляющие формулы $t_{рк}$ и t_{i+1} в большинстве случаев по значению близки друг к другу, на практике их обычно исключают из расчетов. С учетом этого обстоятельства, а также предположения о постоянном замедлении при торможении автомобиля перед стоп-линией формулу для определения длительности промежуточного такта можно представить в следующем виде: $tn_i = v_a / (7{,}2\ a_m) + 3{,}6\ (Li + La)/ v_a$, где v_a – средняя скорость транспортных средств при движении на подходе к перекрестку и в зоне перекрестка без торможения, км/ч; a_m – среднее замедление транспортного средства при включении запрещающего сигнала (для практических расчетов a_m = 3-4 м/с^2); Li – расстояние от стоп-линии до самой дальней конфликтной точки, м; La – средняя длина транспортных средств, наиболее часто встречающихся в потоке, м.

В простейшем случае при равномерном прибытии транспортных средств к перекрестку (через равные интервалы времени) минимальная длительность цикла может быть определена из следующих соображений. Транспортные средства, которые прибывают к перекрестку в *j*-ом направлении за период, равный циклу регулирования $T_ц$, покидают перекресток в течение основного такта *i*-й фазы с интенсивностью, равной потоку насыщения $Мн_{ij}$. Тогда справедливо соотношение $N_{ij}\ T_ц = Мн_{ij}\ t_{oi}$. Отсюда длительность основного такта

$$t_{oi} = N_{ij}\ T_ц / Мн_{ij} = T_ц.$$

Так как в данном случае фаза будет полностью насыщенной, то $y_{ij} = y_i$.

С учетом этого замечания, подставляя в формулу значение t_{0i}, определенное по формуле, получаем: $T_ц = y_1 T_ц + t_{n1} + y_2 T_ц + t_{n2} + \ldots + y_n T_ц + t_{nn}$.

Обозначив $\sum_1^n y_i = Y$ и $\sum_1^n t_{пi} = T_п$, после преобразования получим: $T_ц = T_п/(1-Y)$.

На практике равномерное прибытие транспортных средств к перекрестку является весьма редким случаем. Чаще для изолированного перекрестка характерным является случайное прибытие.

Случайному прибытию транспортных средств соответствует формула цикла $T_ц = (1{,}5\ T_п + 5) / (1-Y)$, предложенная английским исследователем Ф. Вебстером на основе минимизации транспортной задержки.

Длительность основного такта t_{oi} в *i*-й фазе регулирования пропорциональна расчетному фазовому коэффициенту этой фазы. Поэтому, если сумма основных тактов равна $T_ц - T_п$, *то* $t_{oi} = [(T_ц - T_п)\ y_i] / Y$.

Задержка на регулируемых перекрестках зависит в основном от режима работы светофорной сигнализации и возникает на второстепенной и главной

дорогах в силу действия запрещающего сигнала. Она оценивается средней задержкой одного автомобиля в рассматриваемом направлении движения.

Для изолированного перекрестка, не имеющего связи с соседним по потоку и управлению, прибытие автомобилей является случайным. Это учитывает формула для определения задержки Ф. Вебстера, получившая широкое распространение в практике управления дорожным движением в России и других странах:

$$t_{\Delta p} = \frac{T_ц (1-\lambda)^2}{2(1-\lambda x)} - \frac{x^2}{2N(1-x)},$$

где λ – отношение длительности разрешающего сигнала к циклу ($\lambda = t_0/T_ц$); N – интенсивность движения транспортных средств в рассматриваемом направлении, ед/с.

Первая составляющая данной формулы позволяет определить задержку при регулярном прибытии автомобилей к перекрестку. Вторая составляющая учитывает случайный характер прибытия. Она получена на основе теории массового обслуживания и позволяет определить среднею задержку в данном направлении перекрестка, который представляется одноканальной системой ИТСГИС обслуживания, куда поступает поток заявок с постоянной интенсивностью.

Литература

1. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS. Ядро / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин, А.В. Сидоров, Е.А. Савинов. – Самара : Интелтранс, 2016. – Т.1. – 171 с.

2. Головнин, О.К. Метод синтеза системы зонального сетецентрического управления транспортными процессами / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 18, № 4 (4). – С. 799–807.

3. Методика оценки и расчета нормативов социально-экономического ущерба от дорожно-транспортных происшествий / Под ред. И.А. Венгерова // Р-031121990505-00. – М.: Трансконсалтинг, 2001. – 44 с.

4. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс [Текст] / С. Хайкин. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.

5. Saprykin, O. Recognition of urban transport infrastructure objects via hyperspectral images / O. Saprykin, A. Fedoseev, T. Mikheeva // VEHITS 2016 - 2nd International Conference on Vehicle Technology and Intelligent Transport Systems, Proceedings : 2, Rome, 23–24 апреля 2016 года. – Rome, 2016. – P. 203-208.

6. Михеева Т.И., Михеенков И.Е. Программная таксономия – основа для создания гипермедийных обучающих программ // Информационные технологии, 1998. №8. – С. 40-43.

7. Михеева Т.И., Михеев С.В., Богданова И.Г. Модели транспортных потоков в интеллектуальных транспортных системах – // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6; URL: www.science-education.ru/113-11808.

8. Михеева, Т.И. Разработка и исследование плагина ИТСГИС с применением нейронных сетей для паспортизации дорог на электронной карте / Т.И. Михеева, А.М. Смолев, Н.М. Клепиков // IT & Transport / ИТ & Транспорт: Сборник научных статей / Под редакцией Т.И. Михеевой. Том 19. – Самара : Интелтранс, 2022. – С. 39-51.

9. Михеева Т.И., Сапрыкин О.Н. Идентификация зависимостей в пространственно-распределенных данных с использованием нейросетевых технологий // Вестник Самарск. гос. техн. ун-та. Серия «Технические науки». 2007, №1(19). С. 40–47.

10. Михеева Т.И., Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин // Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: интеллектуальные транспортные системы : материалы IV Международной научно-практической конференции (Казань, 25–26 февраля 2016 г.). – Казань : ГБУ «Научный центр безопасности жизнедеятельности», 2016. – С. 362–368. – ISBN 978-5-85247-837-5.

ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫЕ ПРОИСШЕСТВИЯ В ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ «ITSGIS»

Михеева Т.И., Михеев С.В., Чугунов А.И., Золотовицкий А.В.

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Научно-производственный центр «Интеллектуальные транспортные системы»)

В интеллектуальной транспортной геоинформационной системе «ITSGIS» с информационно-аналитической всеобщей компьютеризацией представляется быстро и правильно принятие управленческих решений в конкретных областях городов и районов деятельности с использованием автоматизированной интерактивной карты. Автоматизация деятельности инспекции безопасности дорожного движения (ДД) затрагивает все большие ее аспекты.

Вопросами разработки автоматизированной системы ITSGIS с организацией дорожного движения специалисты занимаются давно. С 1993 года прошлого столетия под ITSGIS подразумевались в основном системы управления дорожными знаками, светофорными объектами, паспортизации дорог и еще много (более 200 типов карты). За эти годы было спроектировано и реализовано более тысячи поселений на интерактивных картах системы ITSGIS. С развитием информационных технологий стало очевидно представлять собой сложный программно-аппаратный комплекс, позволяющий на основании заложенных в ITSGIS алгоритмов, управлять техническими средствами организации ДД и принимать управленческие решения или давать рекомендации пользователям системы. В состав ITSGIS автоматизированного управления ДД входят юридически средства сбора и обработки данных, моделирования транспортных потоков (ТрП), мониторинга различных видов оперативной информации. Наиболее

удобным способом представления и отображения наблюдаемых распределенных данных является интерактивная электронная карта, лежащая в основе системы. Задача мониторинга ТрП и состояния улично-дорожной сети (УДС) является важнейшей в ITSGIS.

Объектом управления ТрП имеется ряд особенностей:

- нестационарность – колебания характеристик потоков, по крайней мере, в трех циклах: суточном, недельном и сезонном;
- стохастичность – характеристики потоков допускают прогноз с определенной степенью вероятности;
- неполная управляемость, суть которой состоит при наличии у системы управления полной информации о транспортных потоках и возможности доведения управляющих воздействий до каждого водителя, воздействия в ряде случаев в принципе могут носить рекомендательный характер;
- множественность критериев качества управления;
- сложность и даже невозможность замера практически всех характеристик качества управления.

Необходимость комплексного подхода к анализу ТрП, с одной стороны, и объективная сложность его как объекта управления, с другой, делает необходимым использование широкого спектра моделей, построенных с использованием строгих математических выкладок, и единой информационной базы данных с большим объемом разнообразной информации, в составе автоматизированной системы ITSGIS.

Диспропорция между темпами развития УДС и ростом количества автотранспорта, наблюдающаяся в последние годы, приводит к ухудшению условий движения, транспортным задержкам, социальному дискомфорту, ухудшению экологической обстановки и, как следствие, к повышению вероятности возникновения дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Приносят значительный социально-экономический ущерб ДТП, вызывающие гибель и ранения людей, потери материальных ценностей. Большое количество ДТП приводит к необходимости хранения и обработки огромного объема информации, что затруднительно делать вручную. В этой связи актуальной становится задача создания автоматизированной информационно-аналитической системы обработки данных о ДТП.

В ITSGIS разработаны плагины, позволившие решать следующие задачи:

- автоматизировать деятельность службы дорожной инспекции и организации движения ГИБДД, проводившуюся до настоящего времени с использованием «бумажных» технологий;
- оперативно выявлять очаги концентрации ДТП для последующей разработки, своевременного внедрения мероприятий по стабилизации аварийности и повышению уровня безопасности дорожного движения;
- обеспечить совершенствование существующей организации ДД, повышение эффективности применения технических средств регулирования;

- обеспечить оптимальную расстановку сил и средств дорожно-патрульной службы ГИБДД для принятия эффективных мер по снижению вероятности возникновения ДТП.

При заполнении базы данных ITSGIS является непротиворечивость и целостность информации. Эта проблема особенно ярко вырисовывается при обмене информацией между различными модулями системы. Использование технологии *IDEF* при проектировании системы позволило дополнять ее практически любыми модулями без перепрограммирования ее основного ядра.

Автоматизированный информационно-аналитический плагин ITSGIS «Учет дорожно-транспортных происшествий» предоставляет пользователю возможность занесения сведений обо всех ДТП на обслуживаемой территории, включая сведения о происшествиях, повлекших причинение материального ущерба. Это дата и время происшествия, район, улица, ориентир, число погибших и раненых, вид и причины ДТП.

Для удобства пользования и увеличения скорости ввода информации в компьютер предусмотрен ряд справочников: наименование улиц, районов, видов и причин ДТП, список организаций-пользователей. При этом улицы сгруппированы в районы согласно адресного плана.

Предусмотрено разграничение прав доступа для защиты информации от несанкционированного использования в ITSGIS. Помимо традиционных функций ввода и редактирования данных существует возможность сортировки и фильтрации данных практически по любому виду информации. Процесс выявления очагов аварийности является особым видом анализа (фильтрации), т.е. участков УДС, на которых за определенный период времени произошло более двух ДТП. Сложность такого анализа заключается в том, что ДТП могут быть зафиксированы не только на перекрестках, но и на участках улиц, имеющих некоторый произвольный, не формализованный ориентир.

В ITSGIS проанализированы причины и условия ДТП с выявлением основных тенденций возникновения конфликтных ситуаций. На основе полученной информации разработан комплекс предложений и программ по совершенствованию организации ДД, реконструкции УДС, установке технических средств регулирования. Отфильтровано данные с топографическим анализом очагов концентрации ДТП, связанных с наездами на пешеходов. На основе полученных данных разработан типовой общегородской план специальных мероприятий ГИБДД, направленный на стабилизацию аварийности и предупреждение данного вида ДТП.

Литература

1. Михеев, С.В. Модели наследования в системе управления дорожным движением / Т.И. Михеева, С.В. Михеев // Информационные технологии, 2001. № 8. С. 50-54.

2. Методика оценки и расчета нормативов социально-экономического ущерба от дорожно-транспортных происшествий / Под ред. И.А. Венгерова // Р-031121990505-00. – М.: Трансконсалтинг, 2001. – 44 с.

3. Чугунов, И.А. Автоматизированная информационная система «Улично-дорожная сеть города» / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, И.А. Чугунов // В кн. Безопасность транспортных систем – Самара, 2002. – С. 265-268.

4. Гвоздев, В.Е. Проблемы информационного обеспечения систем анализа и состояния природно-технических объектов на основе математико-геоинформационного моделирования / В.Е. Гвоздев, Б.Г. Ильясов, С.В. Павлов, И.У. Ямалов // Проблемы управления и моделирования в сложных системах. – Самара, ИПУСС РАН. –2000. – С. 335-337.

5. Михеева, Т.И. Метод синтеза системы зонального сетецентрического управления транспортными процессами / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 18. – № 4-4. – С. 799-807.

6. Михеева, Т.И. Разработка и исследование плагина ИТСГИС с применением нейронных сетей для паспортизации дорог на электронной карте / Т.И. Михеева, А.М. Смолев, Н.М. Клепиков // IT & Transport / ИТ & Транспорт: Сборник научных статей / Под редакцией Т.И. Михеевой. Том 19. – Самара : Интелтранс, 2022. – С. 39-51.

7. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS. Ядро / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин, А.В. Сидоров, Е.А. Савинов. – Самара : Интелтранс, 2016. – Т.1. – 171 с.

УЛИЧНО-ДОРОЖНЫЕ СЕТИ ГОРОДОВ НА ИНТЕРАКТИВНОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ КАРТЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Михеева Т.И., Чекина Е.В., Михеев С.В., Чугунов А.И.

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Научно-производственный центр «Интеллектуальные транспортные системы»)

Интеллектуальная транспортная геоинформационная систем ITSGIS (ИТСГИС) с управлением дорожным движением на улично-дорожных сетях городов разрабатывается на интерактивных электронных картах и включает в себя ряд модулей, одним из которых является модуль расчета жесткого координированного управления транспортными потоками на улично-дорожной сети. Работа плагина ITSGIS построена на ряде моделей, позволивших не только удачно структурировать большие объемы информации, но ускоряется процесс получения и обработки этой информации.

Для всех российских интерактивных карт характерна тенденция создания городов и регионов с высокой концентрацией населения, поэтому основная масса автомобилей сосредотачивается в пределах территорий, вызывая огромные трудности в организации дорожного движения и обеспечении его безопасности. Резкое снижение скорости движения, острый дефицит городских площа-

дей для организации кратковременной и длительной стоянки автомобилей, загрязнение окружающей Среды, транспортный шум и, наконец, рост количества дорожно-транспортных происшествий – вот основные негативные последствия интенсивной автомобилизации, характерные для многих городов. Рассмотрим некоторые аспекты жесткого координирования. Координированным управлением называется согласованная работа ряда светофорных объектов с целью сокращения задержки транспортных средств улично-дорожных сетей.

Непрерывного совершенствования методов и средств управления движением требуется постоянное усложнение дорожно-транспортных условий в ИТСГИС. Автоматизация управления дорожным движением геообъектами в плагинах занимает одно из ведущих мест. Комплекс мероприятий, направленных на решение задачи обеспечения нормального функционирования современного города в условиях повышенной автомобилизации, реализован. ИТСГИС обеспечивает автоматизированный сбор, хранение и обработку информации о транспортных потоках, состоянии улично-дорожной сети (УДС) и оптимизированное управление дорожным движением.

В ИТСГИС присутствует отделение дорожной инспекции дорожного надзора, основными задачами которого являются контроль, надзор и разрешительные функции в области обеспечения безопасности дорожного движения:

- контроль за ведением дорожных и аварийных работ в условиях дорожного движения;
- контроль за установкой и эксплуатацией технических средств организации дорожного движения;
- контроль за размещением вблизи дороги объектов сервиса, торговых точек, рекламных средств;
- осуществление контроля за соблюдением юридическими, должностными и физическими лицами правил, стандартов и технических норм в области обеспечения безопасности дорожного движения, которыми устанавливаются требования к проектированию, строительству, реконструкции и эксплуатационному состоянию дорог, улиц, дорожных сооружений, линий городского электрического транспорта, а также к установке и эксплуатации технических средств организации дорожного движения;
- использование специальных технических средств для контроля за состоянием дорог и улиц;
- изучение условий дорожного движения, принятие мер по совершенствованию организации движения транспортных средств и пешеходов;
- распределение транспортных потоков на УДС городов.

Принцип координации заключается во включении на последующем перекрестке, по отношению к предыдущему, зеленого сигнала с некоторым сдвигом, длительность которого зависит от времени движения транспортных средств между этими перекрестками.

Все эти задачи диктуют необходимость разработки автоматизированной системы управления дорожным движением на интерактивной карте любого города и района. В ИТСГИС авторы видят информационную систему, описывающую улично-дорожную сеть города с нанесенными на нее объектами, такими как технические средства организации дорожного движения, объекты сервиса, реклама и т.д. ИТСГИС позволяет автоматизировать работы, ведущиеся в отделе дорожного надзора. Кроме информационной составляющей в ИТСГИС содержит инструменты, обеспечивающие анализ установки с управлением дорожным движением на улично-дорожных сетях с выдачей соответствующих рекомендаций.

Первый этап проектирования в ИТСГИС посвящен разработке модели реляционной базы данных, описывающей объекты улично-дорожной сети (участки дорог, дорожные объекты, строения, колодцы и т.д.) и их взаимосвязи. На основе этой модели разрабатываются дополнительные прикладные программы, автоматизирующие или упрощающие деятельность учреждений ИТСГИС по сбору и обработке информации. Для организации координированного управления необходимо выполнение следующих условий: наличие не менее двух полос для движения в каждом направлении; одинаковый (или кратный) цикл регулирования на всех перекрестках, входящих в систему координации; расстояние между соседними перекрестками не должно превышать 800 метров.

Проведены исследования предметной области перед построением модели. Технические и информационные требования потенциальных пользователей выявлены к функционированию ITSGIS. На их основе создано обобщенное неформальное описание создаваемой базы данных – инфологическая модель данных. При проектировании базы данных используется трехуровневая архитектура (инфологический, даталогический и физический уровни) с применением методологии быстрой разработки приложений RAD (Rapid Application Development). Архитектура позволяет обеспечить независимость хранимых данных от использующих плагинов. Это обеспечивает возможность развития системы баз данных без разрушения существующих приложений. При разработке даталогической и физической модели базы данных использовалось CASE-средство ErWin. Эта среда проектирования баз данных обеспечивает моделирование данных по методу IDEF и генерацию схем баз данных (на языке SQL) для наиболее распространенных систем управления базами данных. Для реализации клиентской части применялась объектно-ориентированная среда ITSGIS. Данная среда является оптимальной по причине ее ориентации на создание Windows-приложений, а также на работу с базами данных всех наиболее популярных типов. Работа с базами данных осуществляется на платформе системы управления базами данных, что позволяет использовать, как распределенную. Данное средство выбрано как одно из самых популярных средств быстрого программирования и из-за возможности адаптации на любую операционную платформу.

По методу IDEF построены функциональная и информационная модели данных, эквивалентные реляционной модели в третьей нормальной форме. При проектировании произведена нормализация структуры базы данных. Важность нормализации состоит в том, что она позволяет разбить большие отношения, как правило, содержащие большую избыточность информации, на более мелкие логические единицы, группирующие только данные, объединенные по природе.

При разработке данной ITSGIS решалось две основные задачи: строгая формализация правил установки геообъектов (например, знаков) на дороге, определяемых ГОСТ, и последующая их запись в терминах алгебры отношений. В виде реляционного запроса позволил представить каждое правило существующий подход, выполняющегося над отношениями, описывающими математическую модель дорожной сети. По существу, каждое правило представляет собой сложную псевдобулевую функцию, аргументами которой является набор признаков, описывающих данный участок улицы, связанные участки или всю улицу, наличие свободного места для установки и направление движения, в котором предполагается установить знак. Результатом такой функции является булево значение, разрешающее или запрещающее установку конкретного знака на конкретном участке дороги.

Сами правила хранятся в базе данных в виде шаблонов реляционных запросов. При работе ITSGIS выбранное правило динамически связывается с конкретным участком дороги. Значения аргументов заполняются конкретными значениями признаков данного участка. Происходит формирование SQL запроса и его исполнение на базе данных участков улиц. Если результатом запроса явился выбранный участок, то считается, что он удовлетворяет правилам установки данного знака.

Основываясь на этом результате, разработчик ITSGIS принимает окончательное решение по установке геообъектов на интерактивной карте. В случае если система запретила установку конкретного знака на конкретном участке автодороги, пользователю предоставляется возможность узнать, какие конкретные пункты и правила ГОСТа не выполняются.

Разработанная ITSGIS установки дорожных геообъектов выполняет следующие основные функции:

- контроль правильности установки новых геообъектов;
- контроль правильности установки уже действующих дорожных геообъектов;
- оптимизация всей системы проекта организации дорожного движения ITSGIS с целью устранения избыточных и противоречащих друг другу геообъектов.

Компьютерные методы расчета программ координации. Описанный графоаналитический метод в ITSGIS получил широкое распространение благодаря его сравнительной простоте и наглядности. Однако, для расчета большого числа программ координации этот метод малоэффективен в силу его высокой трудоемкости. Кроме того, основой графоаналитического метода является максимизация ширины ленты времени.

Сущность компьютерных расчетов заключается в направленном переборе вариантов, в результате чего находят управляющие параметры, соответствующие минимуму (или максимуму) принятого в расчете критерия эффективности. В качестве последнего, как правило, выбирают транспортную задержку. Показателем эффективности служит коэффициент безостановочной проходимости $\beta = (N–Z) / N$, где N – интенсивность движения через перекресток в данном направлении, ед/ч; Z – число остановившихся транспортных средств на этом перекрестке в этом же направлении, ед/ч. Координированное управление считается эффективным, если $\beta \geq 0.8$.

Исходными данными для расчета координированного управления являются:

- расчетная скорость для каждого перегона;
- интенсивность транспортных потоков, прибывающих к каждому перекрестку;
- число перекрестков и расстояния между ними;
- потоки насыщения для прямого и пересекающего направлений;
- ширина проезжих частей, пересекаемых пешеходами на каждом перекрестке.

На основе исходных данных рассчитывают для каждого перекрестка цикл регулирования с проверкой основных тактов на пропуск пешеходов. Находят максимальный цикл, который принимают в качестве расчетного для всей магистрали. Поиск оптимального сдвига осуществляется путем минимизации суммарной задержки для двух соседних перекрестков. Аналогичные расчеты ведутся для каждого перегона магистрали.

Информационная система ITSGIS, разрабатываемая в рамках интерактивных карт Российской Федерации более тысячи карт, позволяет автоматизировать работы по контролю за соблюдением правил, стандартов и технических норм в области обеспечения безопасности дорожного движения. В настоящее время некоторые модули информационной системы проходят тестирование в отделе интеллектуальной транспортной геоинформационной системы.

Литература

1. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения: Справочник. Пер. с англ. / В.У. Рэнкин, П. Клафи, С. Халюерт и др. – М.: Транспорт, 1981. – 592 с.

2. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных. Пер. с англ. – К.: Диалектика, 1998. – 784 с.

3. Кременец, Ю.А. Технические средства организации дорожного движения / Ю.А. Кременец // – М.: Транспорт, 1999. – 255 с.

4. Михеева, Т.И. Метод синтеза системы зонального сетецентрического управления транспортными процессами / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 18. – № 4-4. – С. 799-807.

5. Saprykin, O. Recognition of urban transport infrastructure objects via hyperspectral images / O. Saprykin, A. Fedoseev, T. Mikheeva // VEHITS 2016 - 2nd International Conference on Vehicle Technology and Intelligent Transport Systems, Proceedings : 2, Rome, 23–24 апреля 2016 года. – Rome, 2016. – P. 203-208.

6. Михеева, Т.И. Разработка и исследование плагина ИТСГИС с применением нейронных сетей для паспортизации дорог на электронной карте / Т.И. Михеева, А.М. Смолев, Н.М. Клепиков // IT & Transport / ИТ & Транспорт: Сборник научных статей / Под редакцией Т.И. Михеевой. Том 19. – Самара : Интелтранс, 2022. – С. 39-51.

7. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS. Ядро / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин, А.В. Сидоров, Е.А. Савинов. – Самара : Интелтранс, 2016. – Т.1. – 171 с.

8. Mikheeva, T. Recognition of Urban Transport Infrastructure Objects Via Hyperspectral Images / T. Mikheeva, O. Saprykin, A. Fedoseev // In Proceedings of the 2nd International Conference on Vehicle Technology and Intelligent Transport Systems (VEHITS-2016). Rome, Italy: SCITEPRESS, 2016. – Pp. 203-208.

9. Михеева, Т.И. Система мониторинга дислокации знаков дорожного движения / Т.И. Михеева, Н.А. Калугин, А.Н. Калугин // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. Сер. «Актуальные проблемы радиоэлектроники» - Самара: СГАУ. – 2003. С. 35-39.

10. Михеева, Т.И. Интеллектуальная дислокация дорожных знаков на электронной карте / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, А.В. Сидоров // М.: Мир дорог.– 2003. № 72. – С. 44-47.

РАСПОЗНАВАНИЕ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ С ИЗОБРАЖЕНИЕМ НА ИНТЕРАКТИВНОЙ КАРТЕ «ITSGIS»

Михеева Т.И., Измайлов В.А., Смолев А.М.

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Научно-производственный центр «Интеллектуальные транспортные системы»)

Распознавание дорожных знаков на фото- и видеоизображениях является распространенной задачей в различных областях, таких как дорожное и хозяйство, при паспортизации и оценке состояния дорог, а также в автомобилях, управляемых без участия человека.

Знаки дорожного движения подразделяются на следующие типы:

- предупреждающие знаки;
- знаки приоритета;
- запрещающие знаки;

– предписывающие знаки;
– знаки особых предписаний;
– информационные знаки;
– знаки сервиса;
– знаки дополнительной информации (таблички).

Типы знаков «знаки особых предписаний» и «информационные знаки» содержат в себе знаки, в которых возможно использовать нестандартное оформление с помощью текстовых надписей и стрелок. Такие знаки называются знаками индивидуального проектирования. Сложность их распознавания связана с тем, что один и тот же знак отличается текстом, изображенным на нем, также он может состоять из нескольких строк или содержать в себе стрелки, указывающие разное направление.

Для детектирования знака на изображении нужно использовать нейронную сеть, так как остальные методы, например, детектирование по цветовым признакам, или детектирование по форме и контуру, не смогут эффективно справится с этой задачей.

К тому же, в последнее время использование нейронных сетей довольно тесно вошло в нашу привычную жизнь.

Обычно, для распознавания стандартных знаков на изображении используется двухэтапный подход: сначала находятся области, которые могут содержать знаки (этап сегментации), а затем в каждой из этих областей происходит распознавание самого знака (этап идентификации).

Но при распознавании знаков индивидуального проектирования на этапе идентификации могут возникнуть ошибки, связанные с тем, что знак по внешнему виду и цвету знак относится к одному типу, но в зависимости от текста на знаке, они будут относится к разным типам. На рисунках 1 и 2 изображены знаки, которые очень похожи, но относятся к разным типам. Первый знак к типу 5.25, а второй к типу 6.11.



Рис. 1. Знак 5.25. Начало населенного пункта [1]



Рис. 2. Знак 6.11. Наименование объекта [1]

По этой причине для точного распознавания типа знака нужно распознать и текст этого знака.

В ITSGIS в работе предлагается использование плагина, который последовательно решает задачу распознавания дорожных знаков индивидуального проектирования. Алгоритм плагина включает в себя предварительную подго-

товку изображений с помощью, распознавание текста знака при помощи встроенной библиотеки ITSGIS и распознавания типа знака при помощи сверточной нейронной сети [2]. Для обучения и проверки алгоритма использовался набор автоматически подготовленных изображений знаков.

Обучающий набор данных

В качестве основы для обучения нейронной сети был взят искусственно сгенерированный набор дорожных знаков индивидуального проектирования. Среди них выделяем группы знаков, разделенные по соответствующим типам в таблице 1. Изначально в каждом типе содержалось примерно по 160 изображений знаков.

Таблица 1

5.23.1	5.24.1	5.25	5.26	6.11	6.11
САРАНСК	САРАНСК	САРАНСК	САРАНСК	ул. ВЯТСКАЯ	р. ИПУТЬ

Для увеличения выборки мы производим различные манипуляции со знаками:

- добавление фона;
- поворот на некоторый угол;
- перемещение на несколько пикселей в сторону;
- добавление шума на изображение.

Пример преобразования изображения представлен на рисунке 3. После выполнения этого шага получили по 2238 изображений каждого типа.



Рис. 3. Знак 5.25. Начало населенного пункта «р. АНАДЫРЬ»

Реализация свёрточной нейронной сети на Keras

Свёрточные сети (Convolutional Neural Networks или CNN) – это тип специализированных нейронных сетей, которые используют свертку вместо обычного матричного умножения по крайней мере в одном из своих слоев. Иными словами, свёрточная нейронная сеть (CNN) является типом искусственной нейронной сети, которая используется для обработки и распознавания изображений, и специально разработана для обработки пиксельных данных.

При изучении свёрточных нейронных сетей одним из важных аспектов является определение «разделяемых» весов. Это означает, что определенная часть нейронов в одном из слоев сети возможно использует одинаковые весовые коэффициенты. После нахождения, такие нейроны, использующие одина-

ковые веса, объединяются в карты признаков. Каждый нейрон в карте признаков признаков связан с частью нейронов предыдущего слоя, поскольку используется входящая карта признаков [3].

При помощи библиотеки создается модель нейронной сети. Добавляем 2 свёрточных слоя с функцией активации relu, 2 слоя подвыборки для уменьшения размерности пространства карт признаков и полносвязные слои, в которых выходной слой полносвязный.

После задания архитектуры модель была скомпилирована со следующими параметрами:

– метод оптимизации – adam;
– функция потерь – categorical_crossentropy.

В результате изображения из выборки были приведены к единому размеру 128x256 пикселей, а также нормализовано значение тензор от 0 до 1.

Распознавание дорожных знаков индивидуального проектирования

Для распознавания дорожного знака индивидуального проектирования нужно преобразовать изображение к размеру 128x256 пикселей. Следующим шагом, распознаем текст на изображении знака, а для распознавания текста используем модель обученной нейронной сети на прошлом этапе.

Для увеличения точности распознавания типа знака, реализован дополнительный алгоритм, который получает на вход тип знака и его текст. После анализа текста на изображении, алгоритм принимает решение, правильно ли нейронная сеть распознала тип знака. Результат распознавания дорожного знака индивидуального проектирования изображен на рисунке 4.



Рис. 4. Результат распознавания знака индивидуального проектирования [5]

На вход нейронной сети подается изображение знака индивидуального проектирования, после чего распознается текст знака и тип знака, находящегося на изображении. Время распознавания знака составило 35 миллисекунд. Текст и тип знака распознаны корректно.

Литература

1. ГОСТ Р 52290-2004. Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования. Введен 01.01.2006. – М.: Изд-во стандартов, 2006. – 151 с.

2. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS. Ядро / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин, А.В. Сидоров, Е.А. Савинов. – Самара : Интелтранс, 2016. – Т.1. – 171 с.

3. Смолев, А.М. Разработка и исследование плагина ИТСГИС с применением нейронных сетей для паспортизации дорог на электронной карте / Т.И. Михеева, А.М. Смолев, Н.М. Клепиков // IT & Transport / ИТ & Транспорт : Сборник научных статей / Под редакцией Т.И. Михеевой. Том 19. – Самара : Интелтранс, 2022. – С. 39-51.

4. Михеева, Т.И. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS. Паспортизация / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, А.М. Смолев и др. – Самара : Интелтранс, 2022. – Т.3. – 111 с.

5. Михеева, Т.И. Система мониторинга дислокации знаков дорожного движения / Т.И. Михеева, Н.А. Калугин, А.Н. Калугин // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. Сер. «Актуальные проблемы радиоэлектроники» - Самара: СГАУ. – 2003. С. 35-39.

6. Михеева, Т.И. Идентификация зависимостей и пространственно-распределенных данных с использованием нейросетевых технологий / Т.И. Михеева, О.Н. Сапрыкин // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2007. № 1 (19). С. 40-47.

7. Михеева, Т.И. Модели транспортных потоков в интеллектуальных транспортных системах / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, И.Г. Богданова // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6, URL: www.science-education.ru/113-11808.

8. Головнин, О.К. Метод синтеза системы зонального сетецентрического управления транспортными процессами / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 18, № 4 (4). – С. 799–807.

9. Михеева Т.И. Системный анализ объектов транспортной инфраструктуры в геоинформационной среде // Программные продукты и системы. – 2018. – № 1 (31). – С. 12–18.

10. Михеева, Т.И. Интеллектуальная дислокация дорожных знаков на электронной карте / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, А.В. Сидоров // М.: Мир дорог.– 2003. № 72. – С. 44-47.

11. Satoshi, S. Topological structural analysis of digitized binary images by border following [Текст] / S. Satoshi // Computer Vision, Graphics, and Image Processing. – 1985. – Vol. 30. – P.25-46.

ВЫБОР НАИЛУЧШЕЙ АРХИТЕКТУРЫ СВЁРТОЧНОЙ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НА ВИДЕОПОТОКЕ НА ИНТЕРАКТИВНОЙ КАРТЕ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ «ITSGIS»

Михеева Т.И., Клепиков Н.М.

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Научно-производственный центр «Интеллектуальные транспортные системы»)

Архитектуры обнаружения объектов

Обнаружение объектов считается подмножеством компьютерного зрения, которое автоматически находит интересные объекты на заданном изображении. Другими словами, обнаружение объектов направлено на определение местоположения объектов на изображениях [1, 2]. Основное ключевое различие между классификацией и обнаружением заключается в создании карты признаков всего изображения при классификации. Напротив, при обнаружении объектов создание признаков основано на региональном уровне изображения с помощью нарисованной ограничивающей рамки вокруг объектов, как показано на рисунке 1, который иллюстрирует классификацию и расположение объектов на изображении. Идентификация объектов и их локализация с помощью глубокого обучения является сложной задачей в области компьютерного зрения. В последнее время многие методы используются для решения этих проблем с использованием *CNN*. В этом разделе обсудим некоторые основные алгоритмы обнаружения объектов [3].

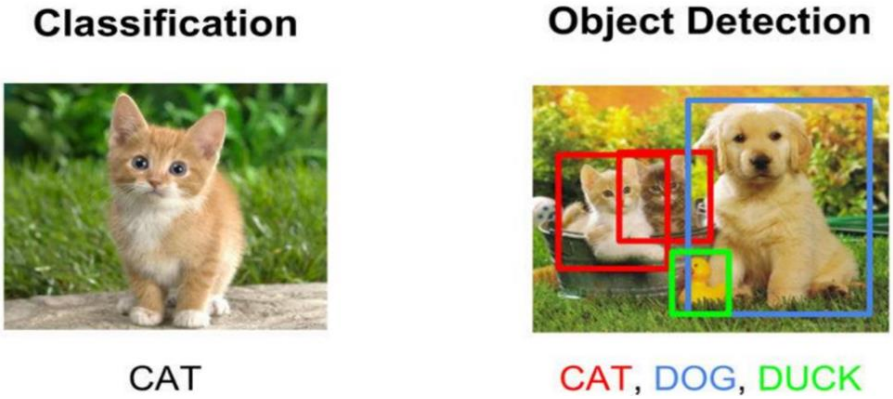


Рис. 1. Сравнение между классификацией и обнаружением

Region-based CNN

Region-based CNN CNN (R-CNN), предложенный Россом Гиршиком в 2013 году для обнаружения объектов, как показано на рисунке 2. Сеть RCNN состоит из трех модулей. Первый – это модуль региональных предложений, R-CNN, который использует жадный алгоритм, который также называется алгоритмом выборочного поиска, для генерации около двух тысяч предложений по регионам. Предложения регионов – это просто небольшие области изображений с высокой вероятностью содержания объектов [4].

Второй модуль – это модуль извлечения функций. Это предложение модуля определяется подходом выборочного поиска, переданным в CNN (обычно используется предварительно обученная сеть). Выбранная сеть CNN используется для извлечения карт характеристик каждого предложения региона. Кроме того, все предложения регионов, которые отличаются по масштабу и соотношению, оборачиваются как размер входного слоя CNN.

Наконец, третий модуль – это модуль классификации, в котором каждый регион после прохождения через CNN классифицируется несколькими бинарными классификаторами SVM на фон или класс. Все предложения по регионам, которые сильно перекрываются с полем истинности, классифицируются в этом классе, в то время как другие игнорируются.

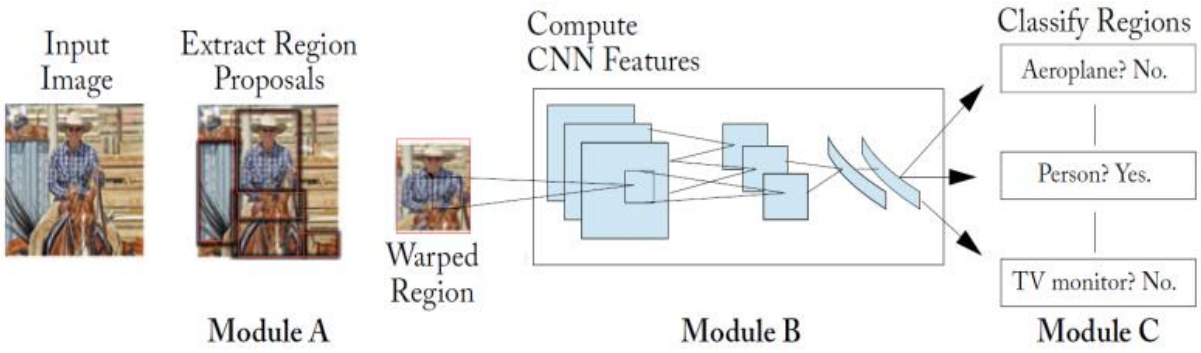


Рис. 2. Архитектура R-CNN

Fast Region-based CNN

Fast R-CNN принадлежит к семейству региональных *CNN (R-CNN),* которое решило некоторые проблемы *R-CNN*. Подход более быстрой *R-CNN* аналогичен *R-CNN*, но разница в том, что вместо того, чтобы помещать предложения регионов в *CNN*, все входное изображение напрямую передается в *CNN* для создания карты объектов. Затем идентифицируется область предложения, которая сгенерировала карту объектов, и заворачивается в квадраты фиксированного размера [5]. Основная функция слоя пула RoI заключается в преобразовании карт объектов в небольшой фиксированный размер ($X \times Y$), например (7×7), с использованием максимального пула. Где X и Y – гиперпараметры слоя. Область интереса (*RoI*) представляет собой прямоугольную рамку, которая продолжается из 4 значений (a, b, x, y), тогда как (a и b) – это верхний левый угол, а

(*x* и *y*) – высота и ширина. Наконец, вектор признаков слоя пула *RoI* предсказал его класс, используя слой *softmax*, а также значения смещения для ограничивающей рамки, как показано на рисунке 3.

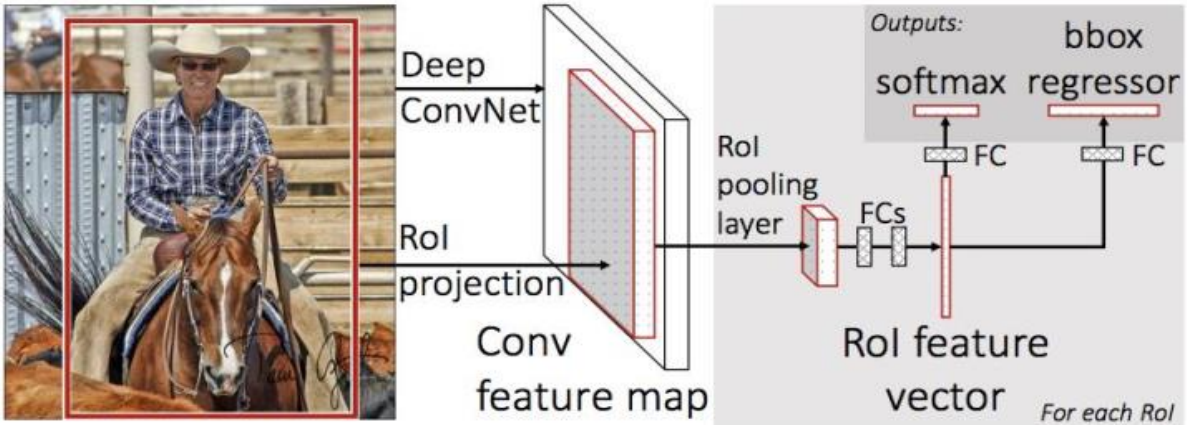


Рис. 3. Архитектура Fast R-CNN

Faster Region-based CNN

Faster R-CNN – это еще одна версия семейства *R-CNN*, похожая на *Fast RCNN*. Все изображение загружается в свёрточную сеть для извлечения карты признаков. Он использует отдельную сеть вместо использования алгоритма выборочного поиска. Основное различие между ними заключается в использовании выборочного поиска быстрой *R-CNN* для создания интересующих регионов, в то время как Faster *R-CNN* использует подсеть, называемую сетью *Region Proposal Network (RPN)* и якорем. Целью *RPN* является создание набора предложений. Каждое из этих предложений имеет степень вероятности для объекта и его класса. *RPN* генерирует *k* блоков привязки с разными раз-мерами и соотношением, перемещая окно по каждой карте функций. Эти предложения проходят через два полностью связанных слоя, один из этих слоев использует регрессию ограничивающей рамки, а другой используется для классификации ограничивающей рамки [6, 7].

Блоки привязки считаются одним из наиболее важных понятий, используемых *Faster R-CNN*. Якорные рамки представляют собой набор ограничивающих рамок, используемых для прогнозирования местоположений объектов для *RPN*. Эти ограничивающие рамки отвечают за определение конкретных классов объектов с масштабом и соотношением сторон. Эти ограничивающие рамки обычно выбираются в зависимости от размеров объекта в обучающем наборе данных, поскольку они охватывают разные типы объектов. Кроме того, уровень объединения *RoI* используется для изменения формы предложений прогнозируемой области, а также используется для классификации изображения с предполагаемой областью. Слой пула *RoI* используется для прогнозирования значений смещения для ограничивающих рамок, как показано на рисунке 4.

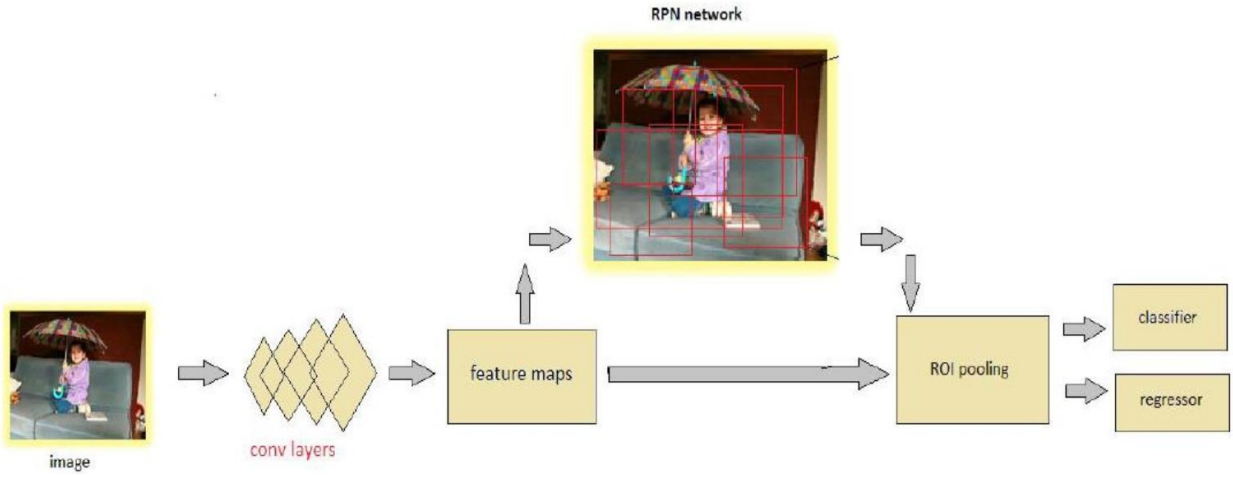


Рис. 4. Архитектура Faster R-CNN

You Only Look Once (YOLO v1)

YOLO – самый популярный алгоритм обнаружения объектов, появившийся на сцене компьютерного зрения в 2015 году, предложенный Джозефом Редмоном. *YOLO* использовал совершенно другой подход, чем тот, который использовался в *CNN*, потому что он использовал умную свёрточную нейронную сеть (*CNN*). Кроме того, этот алгоритм использовал одну сеть для всего изображения. Кроме того, *YOLO* может достигать высокой точности при применении в режиме реального времени. *YOLO* делит входное изображение на сетку ячеек *S x S*, и каждая из этих сеток, в которую попадает центр объекта, будет отвечать за обнаружение объекта на изображении. Кроме того, каждая ячейка сетки предсказывает B ограничивающих прямоугольников и вероятности класса C [8]. Каждая ограничивающая рамка состоит из 5 компонентов (*x*, *y*, *w*, *h*, достоверность). (*x*, *y*) являются центром ограничивающей рамки и ограничены от 0 до 1. Кроме того, (*w*, *h*) являются размерами ограничивающей рамки, а ее значение составляет долю ширины и высоты всего изображения в диапазоне от 0 до 1. Подробнее см. рисунок 5.

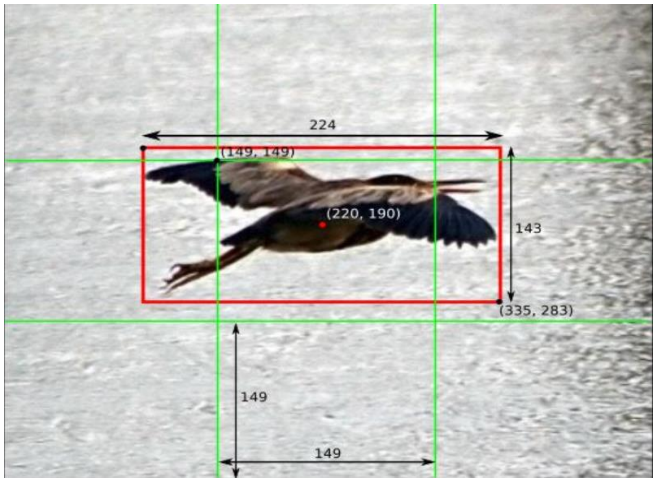


Рис. 5. Пример связанной коробки

Достоверность вычисляется по формуле 1:

$$C = P(O) \times IoU(P, T), \quad (1)$$

где $P(O)$ – вероятность объекта, P – ограниченный прямоугольник предсказания, а T – ограниченный прямоугольник истинности [9].

Если в ячейке сетки нет объектов, показатель достоверности этой ячейки будет равен нулю. Напротив, когда ячейка сетки содержит объект, необходимо предсказать вероятности класса. Наконец, добавление вероятностей класса в выходной вектор, чтобы быть тензором $S \times S \times (B \times 5 + C)$ в качестве вывода. Подробнее см. рисунок 6.

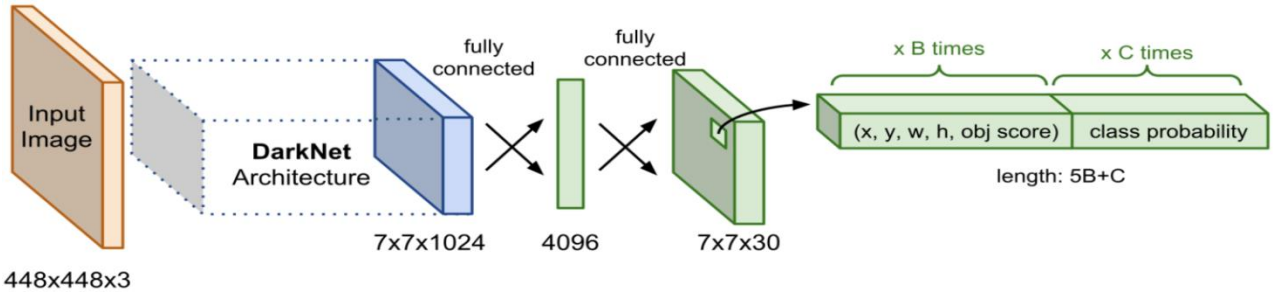


Рис. 6. Архитектура *YOLO*

You Only Look Once (YOLO v2)

YOLOv2 – это еще одна версия *YOLO*, предложенная Джозефом Редмоном в 2016 году. Она направлена на повышение точности и увеличение скорости сети за счет использования некоторых новых методов. Эти методы включают слои пакетной нормализации после каждого свёрточного слоя и используют блоки привязки [10]. Кроме того, *YOLO v2* использует классификатор высокого разрешения, что означает обучение сети на изображениях размером 224×224. Далее применяется классификационная сеть на изображении размером 448×448 перед обучением обнаружению. Это улучшает фильтры, чтобы лучше работать с изображениями с более высоким разрешением. *YOLOv1* может обнаруживать только один объект на ячейку сетки. Чтобы решить эту проблему, *YOLO v2* использовал блок привязки вместо полносвязного слоя, такого как тот, который используется в семействе *CNN* на основе регионов, как показано на рисунке 7.

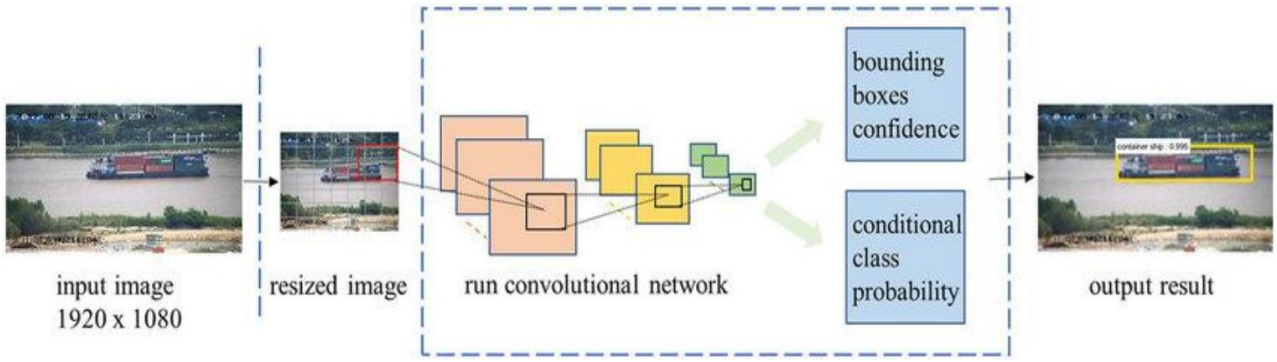


Рис. 7. Пример архитектуры YOLO v2

Блок привязки позволяет ячейке сетки обнаруживать более одного объекта. Тем не менее, *YOLOv2* предсказывает координаты ограничивающей рамки для каждой рамки привязки, которая относится к ее расположению в ячейке сетки. *YOLO v2* использует функцию логистической активации для вычисления координат, лежащих в диапазоне от 0 до 1. Подробнее: для каждого процесса прогнозирования в этом исследовании указывается соответствующая ячейка сетки. Первоначально *YOLOv2* определяет ячейку верхнего левого угла поля привязки, которая принадлежит (c_x, c_y), и размер привязки (p_w, p_h). Затем для этого поля привязки исследование прогнозирует смещения (t_x, t_y, t_w, t_h) с показателем достоверности (t_o). Наконец, предсказанный блок ограничивается соответствующей ячейкой сетки, ограничивая координаты центра блока к центру местоположения, применяя сигма-функцию. Смещения предсказания ограничивающей рамки могут быть вычислены как по следующим формулам:

$$\mathrm{b_x} = \sigma(t_x) + c_x,\ \ \mathrm{b_y} = \sigma(t_y) + c_y,\quad \mathrm{b_w} = \mathrm{p_w} e^{t_w},\quad \mathrm{b_h} = \mathrm{p_h} e^{t_h},$$

$$Pr(object) \times IoU(b, object) = \sigma(t_0),$$

где (t_x, t_y, t_w, t_h) – предсказание *YOLO v2*, (c_x, c_y) в верхнем левом углу ячеек сетки якоря, (p_w, p_h) – ширина и высота якоря, $\sigma(t_0)$ – показатель достоверности блока, а (b_x, b_y, b_w, b_h) – прогнозируемый связанный блок. Для простой реализации см. рисунок 8.

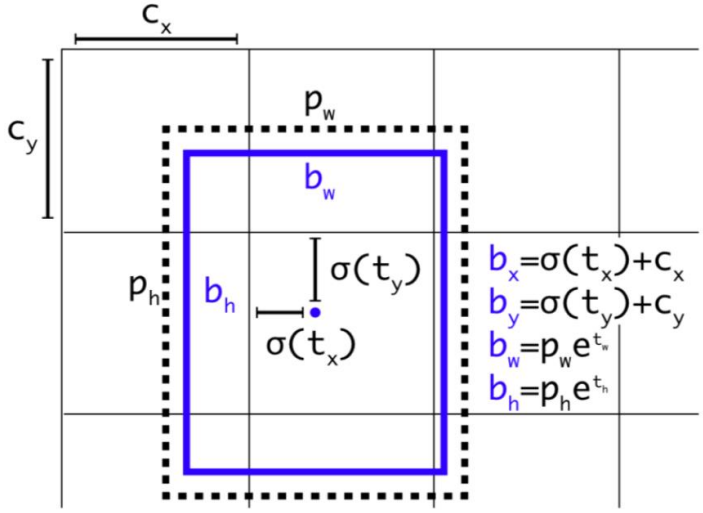


Рис. 8. Визуализация процесса предсказания связанного ящика

You Only Look Once (YOLO v3)

Улучшенная версия (*YOLO v2*) привела к повышению точности, и классификация известна как *YOLO v3* для обнаружения объектов в режиме реального времени. В *YOLO v3* использовалась логистическая регрессия, чтобы дать оценку каждому предсказанию ограничительной рамки, а также использовались логистические классификаторы для каждого класса вместо *softmax*, который используется в *YOLOv2*. Более того, *YOLOv3* использовал якорь для захвата определенного объекта с разным соотношением сторон. Основное различие между *YOLOv3* и *YOLOv2* заключается в том, что *YOLOv3* использует тот же подход, что и в *Feature Pyramid Networks* (*FPN*), который позволяет *YOLOv3*

обнаруживать объекты разных размеров, как показано на рисунке 9. Кроме того, *YOLOv3* сделал 3 шкалы прогнозов для каждой позиции на входном изображении, и каждый из этих прогнозов использовался для извлечения карты признаков [11, 12].

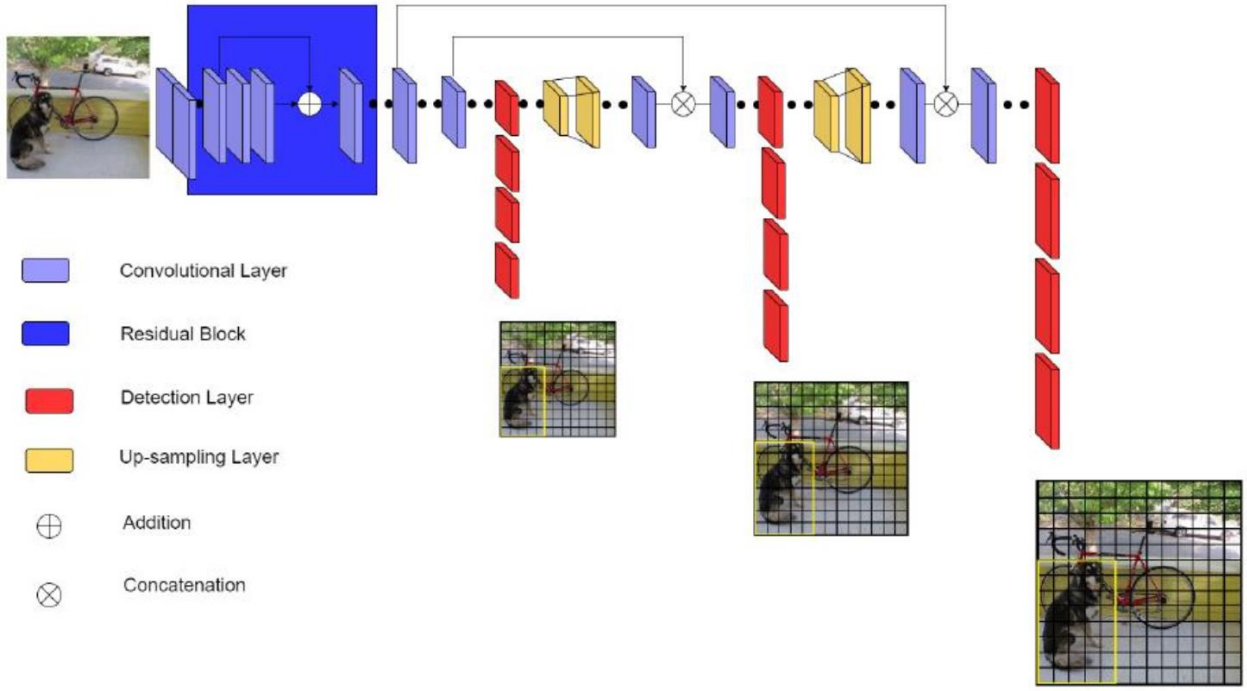


Рис. 9. Архитектура YOLO v3

Выбор наилучшей архитектуры

В качестве наилучшей архитектуры выбрана *YOLOv3* благодаря высокой скорости, точности и специфичности классов. *YOLOv2* использовал *Darknet*-19 в качестве экстрактора основных функций, а *YOLOv3* теперь использует *Darknet*-53. *Darknet*-53 – это основа, реализованная создателями *YOLO* Джозефом Редмоном и Али Фархади. *Darknet*-53 имеет 53 свёрточных слоя вместо предыдущих 19, что делает его более мощным, чем *Darknet*-19, и более эффективным, чем конкурирующие магистрали (*ResNet-101* или *ResNet-152*).

YOLOv3 является быстрым и точным с точки зрения значений средней точности (*mAP*) и пересечения по объединению (*IOU*). Он работает значительно быстрее, чем другие методы обнаружения с сопоставимой производительностью (отсюда и название – Вы смотрите только один раз). Кроме того, вы можете легко найти компромисс между скоростью и точностью, просто изменив размер модели без необходимости повторного обучения.

Литература

1. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс [Текст] / С. Хайкин. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.

2. Клепиков Н.М. Методы распознавания дорожных знаков в среде «ITSGIS» [Текст] / Н.М. Клепиков, Т.И. Михеева // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2021). – Самара, 2021. – С. 470-476.

3. Zhang, Z. CNN Optimization and its application in traffic signs recognition based on GRA [Текст] / J. Residuals // Science Technology. – 2016. – №3. – P. 23-35.

4. Михеева, Т.И. Метод синтеза системы зонального сетецентрического управления транспортными процессами / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 18. – № 4-4. – С. 799-807.

5. Saprykin, O. Recognition of urban transport infrastructure objects via hyperspectral images / O. Saprykin, A. Fedoseev, T. Mikheeva // VEHITS 2016 - 2nd International Conference on Vehicle Technology and Intelligent Transport Systems, Proceedings : 2, Rome, 23–24 апреля 2016 года. – Rome, 2016. – P. 203-208.

6. Клепиков, Н.М. Исследование алгоритмов распознавания дорожных знаков [Текст] / Н.М. Клепиков, Т.И. Михеева // IT & Transport. – 2021. – №14. – С. 46-57.

7. Михеева, Т.И. Разработка и исследование плагина ИТСГИС с применением нейронных сетей для паспортизации дорог на электронной карте / Т.И. Михеева, А.М. Смолев, Н.М. Клепиков // IT & Transport / ИТ & Транспорт: Сборник научных статей / Под редакцией Т.И. Михеевой. Том 19. – Самара : Интелтранс, 2022. – С. 39-51.

8. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS. Ядро / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин, А.В. Сидоров, Е.А. Савинов. – Самара : Интелтранс, 2016. – Т.1. – 171 с.

9. Mikheeva, T. Recognition of Urban Transport Infrastructure Objects Via Hyperspectral Images / T. Mikheeva, O. Saprykin, A. Fedoseev // In Proceedings of the 2nd International Conference on Vehicle Technology and Intelligent Transport Systems (VEHITS-2016). Rome, Italy: SCITEPRESS, 2016. – Pp. 203-208.

10. Михеева, Т.И. Система мониторинга дислокации знаков дорожного движения / Т.И. Михеева, Н.А. Калугин, А.Н. Калугин // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. Сер. «Актуальные проблемы радиоэлектроники» - Самара: СГАУ. – 2003. С. 35-39.

11. Головнин, О.К. Метод синтеза системы зонального сетецентрического управления транспортными процессами / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 18, № 4 (4). – С. 799–807.

12. Михеева, Т.И. Интеллектуальная дислокация дорожных знаков на электронной карте / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, А.В. Сидоров // М.: Мир дорог.– 2003. № 72. – С. 44-47.

ИЗМЕРЕНИЕ ШИРИНЫ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ ПРИ ПАСПОРТИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ «ITSGIS»

Михеева Т.И., Смолев А.М., Измайлов В.А.

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Научно-производственный центр «Интеллектуальные транспортные системы»)

Паспортизация автомобильных дорог подразумевает учет ее актуального технического состояния, включая объекты дороги и ее пространственные параметры, такие как продольные уклоны и радиусы кривых. Одним из таких дорожных параметров является ширина проезжей части (ПЧ). Вопросы, возникающие при оценке точности и производительности работ, касаются измерения этих параметров [1, 2].

Интеллектуальная транспортная геоинформационная система «ITSGIS» представляет собой сложную систему, поддерживающую работу со многими объектами транспортной инфраструктуры (дорожные знаки, светофоры, дорожная разметка, ограждения, камеры фотовидеофиксации, остановки общественного транспорта, и др.) и специализированные способы взаимодействия с ними (редактирование, поиск по адресу, создание отчетов, выборочный экспорт информации об объектах и т.д.). Данная система используется в этих целях в городах России [3, 4].

Некоторые параметры дороги – например, продольные уклоны – измеряются путем обработки результатов, полученных автотранспортом-лабораторией по ходу движения на мостах и дорогах. Однако ширину проезжей части на всем протяжении дороги гораздо эффективнее измерять с помощью обработки изображений, полученных методом дистанционного зондирования, с последующей визуализацией на интерактивной карте и расчетом на этой основе ширины полученных полигональных участков ПЧ дороги. Так как часто ширина ПЧ стандартизирована, применять дистанционное зондирование требуется не всегда [5]. Поэтому здесь будет рассматриваться второй этап измерения проезжей части дороги, реализованный в плагине «Паспортизация» геоинформационной системы ITSGIS.

Прежде чем приступить к измерению ширины проезжей части автодороги или улицы, необходимо создать ось паспорта с применением метода, описывавшегося ранее [6]. После того, как созданы ось паспорта и зона вхождения, необходимо определить, какие участки ПЧ относятся к текущей улице, а какие являются въездами или примыканиями к ней. Эти участки располагаются в дорожных слоях карты системы ITSGIS, в первую очередь, в слое «Дороги. Основные». Определение требуется, поскольку при расчете ширины примыкания учитываться не должны. Если улица короткая (до 500 метров) и в ней содержится считанное количество полигональных участков ПЧ, эту задачу можно

выполнить вручную, последовательно выбирая подходящие участки и в окне параметров проезжей части указывая «Основная ПЧ» (рис. 1). Однако в большинстве случаев используется автоматический алгоритм определения и расчета ширины ПЧ автодороги.

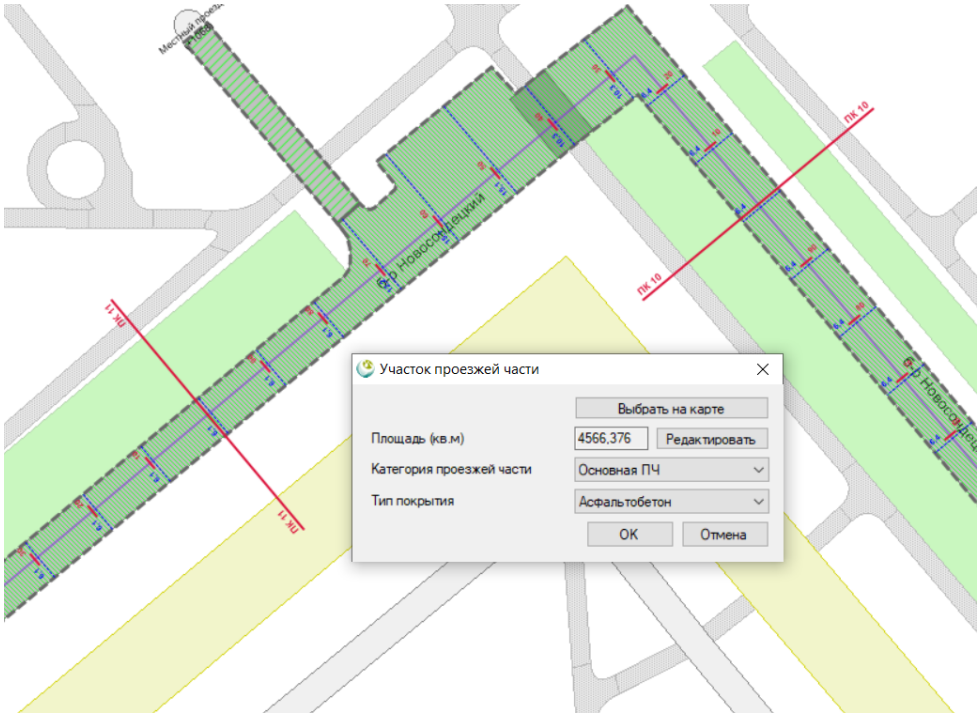


Рис. 1. Выбор участков основной ПЧ дороги

Опишем последовательность его этапов.

1. В пределах зоны вхождения объектов в паспорт определяются участки проезжей части, которые должны быть отнесены к текущей автодороге (улице). К таким участкам относятся те, которые разделяются осевой линией паспорта примерно поровну, а именно, выполняется условие: $0.25S_R \leq S_L \leq 4S_R$, где L и R – участки ПЧ слева и справа от оси паспорта соответственно.

2. Если условие, описанное в пункте 1, не выполняется, то участок дополнительно проверяется на возможность того, что он не пересекается с границами вхождения и приблизительно параллелен осевой линии паспорта. Это означает, что этот участок также относится к дороге и, скорее всего, на этом сегменте дороги посередине расположен островок безопасности. Такие участки также включаются во множество участков ПЧ данной дороги.

3. Каждые n метров, начиная от точки начала оси паспорта, находится перпендикуляр и затем вычисляется его пересечение со всеми принадлежащими к этой улице участками ПЧ. Здесь число n задается пользователем.

4. Для каждого значения пикета паспорта i ($i \in kn$; $k \in N$ и $k \in [0,L]$, где L – длина оси паспорта в метрах), находятся значения ширины по следующему принципу: если пересечение перпендикуляра со множеством ПЧ состоит из одного отрезка, то ширина ПЧ равна длине этого отрезка; если же оно состоит из нескольких отрезков, то ширина равна сумме только тех отрезков, соответ-

ствующие участки ПЧ которых не пересекаются с осью паспорта в местах, где пикет $j \neq i$. Такие участки существуют в местах крутого поворота дороги, где один и тот же участок ПЧ пересекается с перпендикуляром несколько раз, из-за чего простой подсчет суммы длин всех отрезков привел к неверному результату. Под пикетом паспорта подразумевается расстояние от его начала вдоль оси до точки, где производится измерение. Из полученной ширины строится последовательность значений $\{W_i\}$, отсортированная по расстоянию от начала оси паспорта.

5. Поскольку ширина ПЧ часто одинакова на больших промежутках автодороги, полученная на этапе 4 последовательность дополнительно преобразуется в сокращенный набор пар значений $\{W, i\}_j$. Для этого выполняется расчет усредненного значения W_{ia} для каждого следующего в последовательности i:

$$W_{ia} = \sum_{j=I_s, j=j+n}^{i} W_j \frac{n}{i - I_s}$$

Здесь I_s – начало сегмента, в котором рассчитывается средняя ширина ПЧ. Если полученное значение W_{ia} отличается от текущего W_i более, чем на 0,25 метра, то для данного i в набор $\{W, i\}_j$ значений ширины ПЧ записывается следующая пара – (W_{ia}, i), а за I_s принимается текущее значение i.

После выполнения вышеописанного алгоритма полученный набор параметров $\{W, i\}_j$ для рассматриваемой автодороги записывается в базу данных. В результате паспорт дороги на карте геоинформационной системы ITSGIS приобретает вид, показанный на рис. 2. Здесь значения ширины ПЧ отображаются каждые 10 м вдоль оси паспорта независимо от значения N, выбранного пользователем. В противном случае ширина указывалась слишком часто, и это приводило к снижению читаемости карты. Более точную информацию об изменении ширины ПЧ автодороги можно получить из графика зависимости в разделе «Параметры автодороги» окна редактирования проекта [1]. Выполнение алгоритма производится по нажатию кнопки «Рассчитать вхождения проекта» в окне редактирования проекта.

Полученная информация о ширине проезжей части дороги также заносится в таблицу параметров над схемой проекта ОДД, если соответствующий флажок установлен пользователем в окне экспорта проектов [7].

В некоторых случаях – например, когда необходимо измерить ширину одной полосы проезжей части либо измерить ширину ПЧ вне паспорта автодороги – может потребоваться установить соответствующие измерители на карте вручную. В связи с этим плагин «Паспортизация» расширен новой функциональностью – добавлена группа функций «Измерение ширины». Пользуясь инструментами добавления, копирования и редактирования, можно быстро установить измерители в тех местах, где это необходимо (рис. 3). Системой также обеспечивается возможность скрыть автоматически построенные либо вручную установленные обозначения ширины проезжей части.

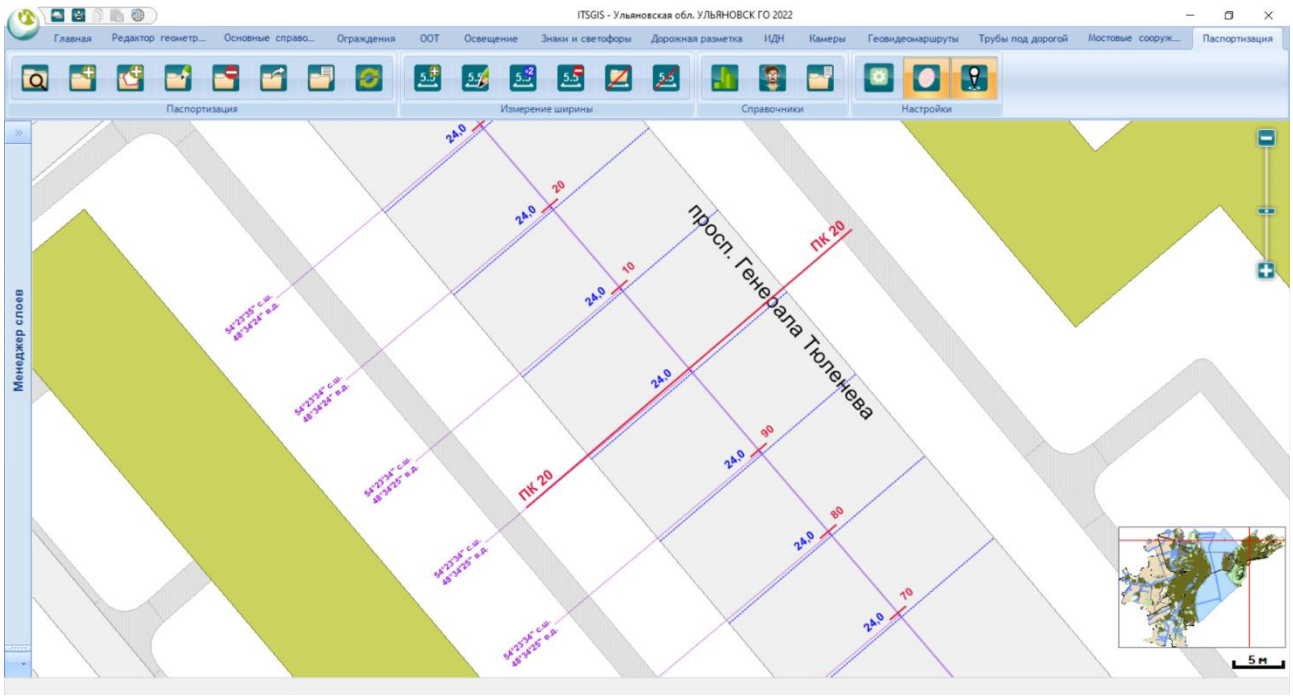


Рис. 2. Паспорт дороги с указанной шириной проезжей части и координатами

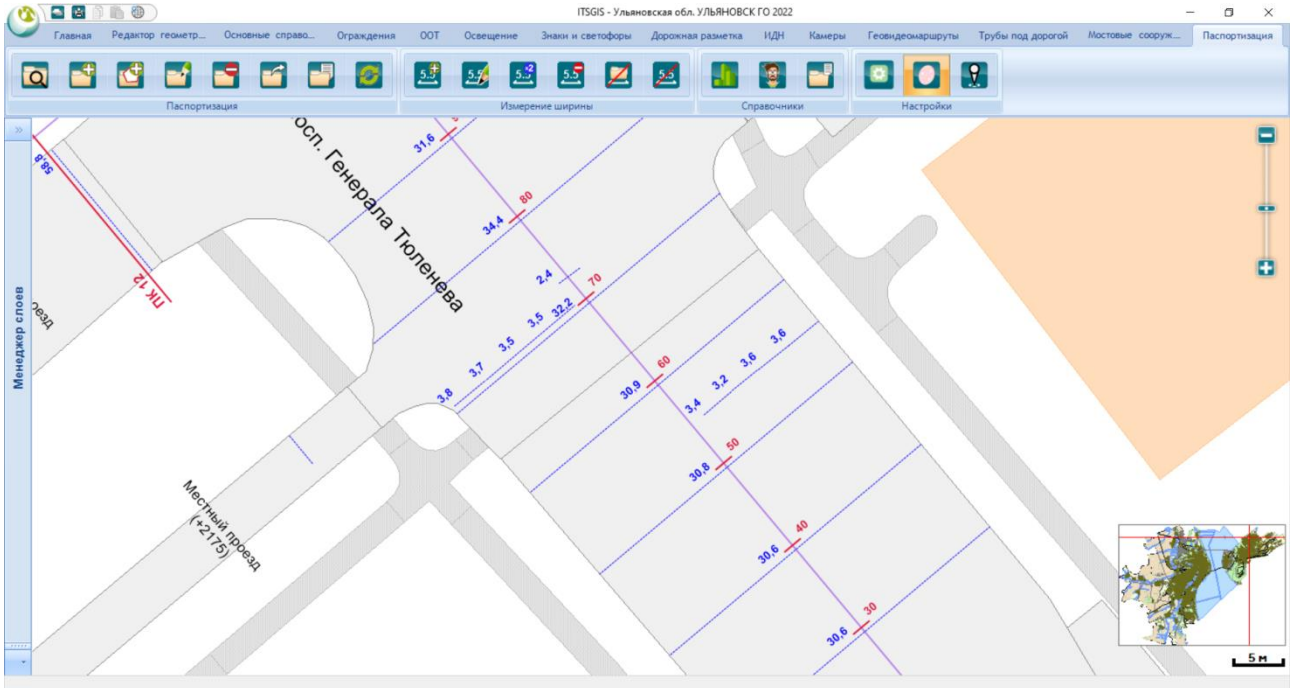


Рис. 3. Ширина отдельных полос проезжей части дороги

Рассмотренный плагин автоматизированного расчета ширины проезжей части, реализованный в интеллектуальной транспортной геоинформационной системе ITSGIS, позволяет ускорить процессы, связанные с паспортизацией и учетом параметров автодорог [8, 9]. Кроме того, расширенная функциональность плагина «Паспортизация» предоставляет возможность удобным для конечного пользователя образом отображать информацию о параметрах проезжей части.

Литература

1. Смолев, А.М. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS. Паспортизация / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, А.М. Смолев и др. – Самара : Интелтранс, 2022. – Т.3. – 111 с.

2. Ивонин, М.А. Современные технологии по учету и паспортизации автомобильных дорог / М.А. Ивонин, С.А. Чудинов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: материалы XVIII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции, Екатеринбург, 04–15 апреля 2022 года. – Екатеринбург: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный лесотехнический университет», 2022. – С. 413-417.

3. Михеева, Т.И. Разработка и исследование плагина ИТСГИС с применением нейронных сетей для паспортизации дорог на электронной карте / Т.И. Михеева, А.М. Смолев, Н.М. Клепиков // IT & Transport / ИТ & Транспорт: Сборник научных статей / Под редакцией Т.И. Михеевой. Том 19. – Самара : Интелтранс, 2022. – С. 39-51.

4. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS. Ядро / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин, А.В. Сидоров, Е.А. Савинов. – Самара : Интелтранс, 2016. – Т.1. – 171 с.

5. Головнин, О.К. Метод синтеза системы зонального сетецентрического управления транспортными процессами / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 18, № 4 (4). – С. 799–807.

6. Чекина, Е.В. Автоматизированная информационная система паспортизации транспортной сети / А.А. Гринблат, Т.И. Михеева, Е.В. Чекина // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2019) : Труды Международной научно-технической конференции, Самара, 24–26 июня 2019 года / Под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Самарский научный центр РАН, 2019. – С. 441-445.

7. Михеев, С.В. Использование паттернов проектирования в автоматизированной системе паспортизации автомобильной дороги / С.В. Михеев, О.К. Головнин, В.А. Ключников // IT & Транспорт: сб. науч. статей; под ред. Т.И. Михеевой. – Самара : Интелтранс, 2014. – Т. 1.– С. 66 – 73.

8. Mikheeva, T. Recognition of Urban Transport Infrastructure Objects Via Hyperspectral Images / T. Mikheeva, O. Saprykin, A. Fedoseev // In Proceedings of the 2nd International Conference on Vehicle Technology and Intelligent Transport Systems (VEHITS-2016). Rome, Italy: SCITEPRESS, 2016. – Pp. 203-208.

9. Михеева, Т.И. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин // Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: интеллектуальные транспортные системы : материалы IV Международной научно-практической конференции (Казань, 25–26 февраля 2016 г.). – Казань : ГБУ «Научный центр безопасности жизнедеятельности», 2016. – С. 362–368.

МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

Поляков М.С., Кушников В.А., Богомолов А.С., Иващенко В.А.

(ФГБУН ФИЦ СНЦ РАН)

Основные этапы построения модели

Для прогнозирования основных показателей безопасности целесообразным представляется использование аппарата системной динамики [2], неоднократно успешно примененного при моделировании различных видов сложных процессов и систем [4,5].

Для построения комплекса математических моделей необходимо выбрать переменные, характеризующие безопасность функционирования дорожно-транспортной системы согласно [1,3]; разработать граф причинно-следственных взаимосвязей между переменными системы и внешними воздействиями; построить уравнения системной динамики, решение которых позволит прогнозировать значения основных показателей дорожно-транспортной системы России на различных интервалах времени; построить функциональные зависимости между внутренними переменными модели, путем регрессионного анализа; решить численным методов систему нелинейных дифференциальных уравнений.

Разработка графа причинно-следственных связей переменных системы и внешних факторов

Для построения модели используется граф причинно-следственных связей (рис. 1). Между большинством характеристик безопасности существуют положительные и отрицательные связи, которые значительно влияют на поведение характеристик во времени. Вершины графа соответствуют переменным $X_1 - X_{17}$ и внешним факторам $E_1 - E_6$ [6], дуги определяют причинно-следственные отношения между ними.

Построение функциональных зависимостей между внутренними переменными модели

На основе графа причинно-следственных связей осуществляется построение функциональных зависимостей между переменными.

Выражения вида $f_{A,B}(X_B)$ обозначают функциональную зависимость переменной X_A от X_B, и определяются путем аппарата регрессионного анализа, методом наименьших квадратов. В качестве функциональных зависимостей будут выступать полиномы 2 степени.

В качестве примера проиллюстрируем две функциональные зависимости: общего кол-ва ДТП X_1 от кол-ва ДТП из-за нарушения ПДД пешеходами X_9, а также числа раненных в ДТП X_3 от кол-ва ДТП из-за нарушения ПДД водителями X_7 (рис. 2).

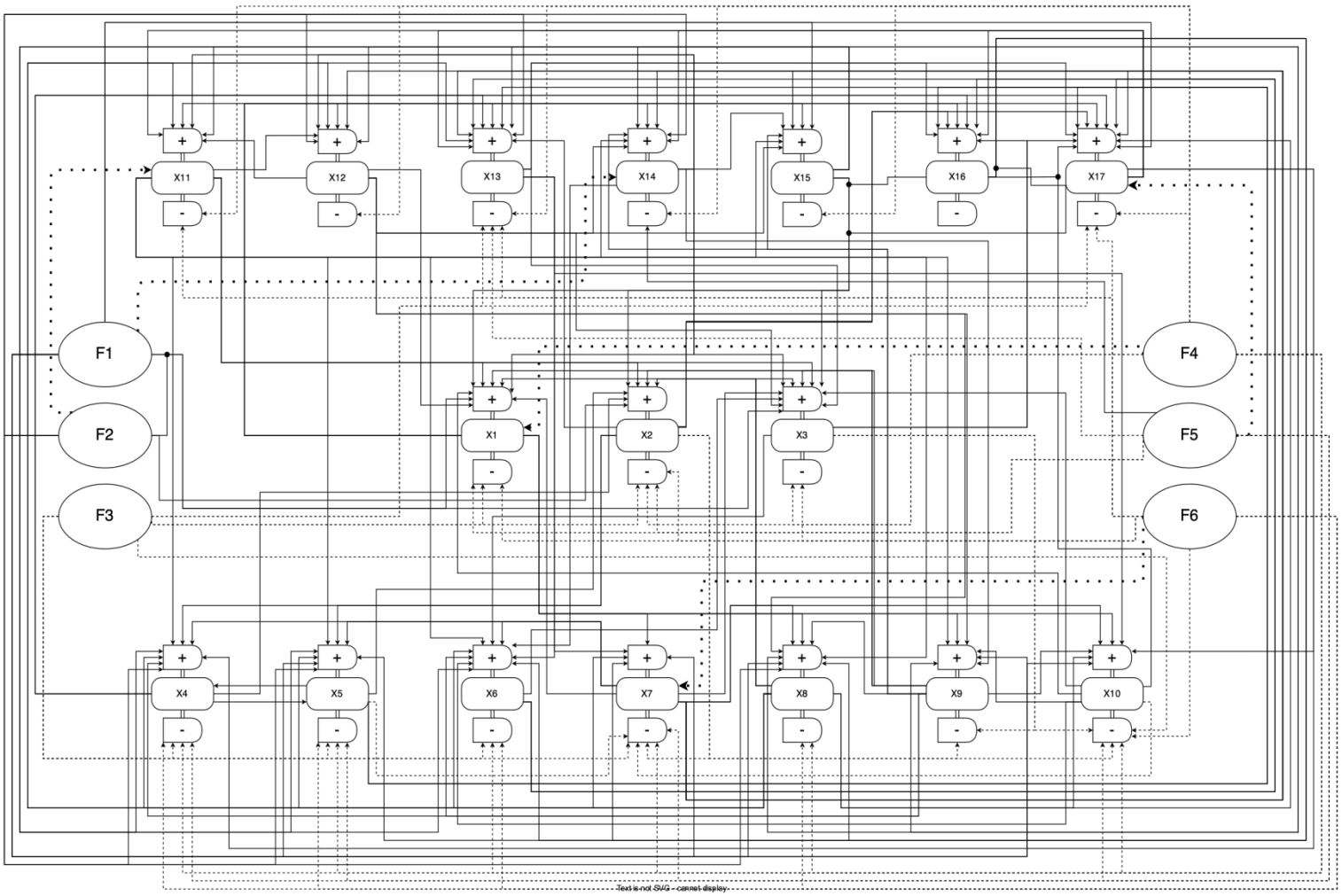


Рис. 1 Причинно-следственный граф показателей безопасности функционирования дорожно-транспортной системы

На рис. 2 приведены графики изменения данных зависимостей (оранжевая линия), а также соответствующие данные статистики (синяя линия). Для каждого полинома были подсчитаны некоторые характеристики, например для $f_{1,9}(X_9)$: среднеквадратичное отклонение = 0,044, дисперсия регрессии = 0,0029, стандартная ошибка регрессии = 0,12, критерий Пирсона: 0,91.

Критерий Пирсона в этом случае показывает величину достоверности аппроксимации.

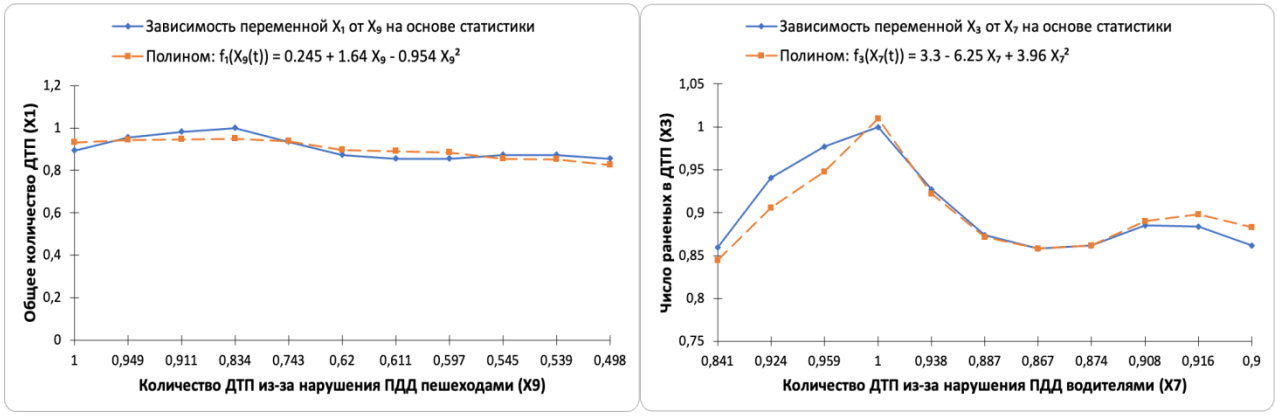


Рис 2. Графики функциональных зависимостей

Решение системы дифференциальных уравнений и сравнение результатов со статистическими данными

Завершающим этапом построения модели системной динамики является конкретизация множителей и слагаемых, входящих в систему уравнений на основе имеющейся статистики по факторам и основным переменным системы. После определения коэффициентов в уравнениях, полученная система уравнений решается методом Рунге–Кутты 4-го порядка точности.

Результирующие данные прогнозировались на статистике с 2004-2020 гг. Для примера проиллюстрируем как вела себя система с 2004-2010 гг. (рис. 3).

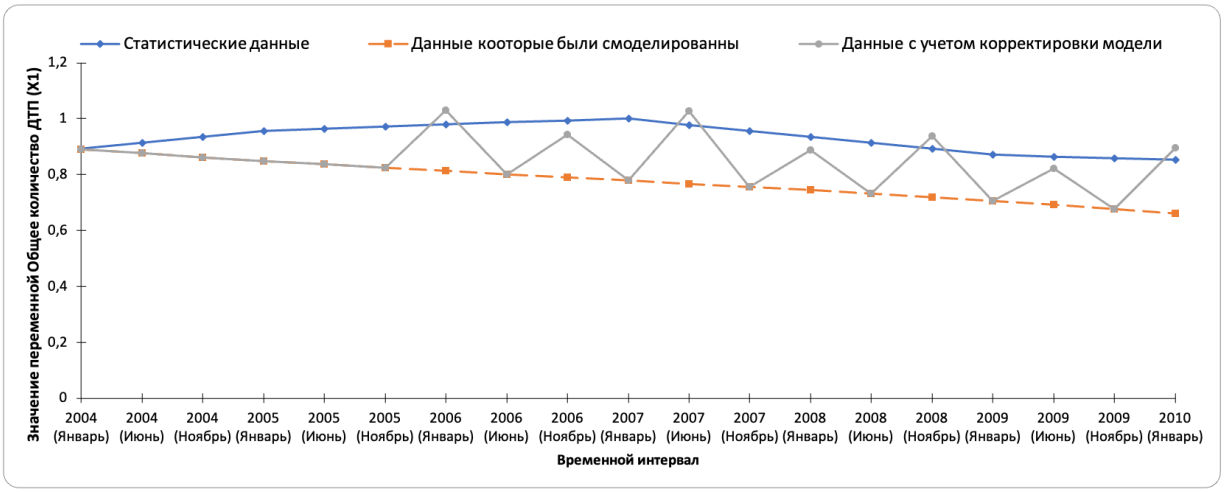


Рис 3. Коррекция модели на временном интервале с 2004 по 2010 гг.

Коррекция математической модели выполняется если разность между моделированными и статистическими данными превышает 10%. Из рисунка 3 следует, что с января 2004 года по июнь 2005 года корректировка модели не требовалась, на оставшемся промежутке модель корректировалась (ломанная линия).

На рисунке 4 представлен график, показывающий изменение во времени расчетных значений переменных модели на интервале времени с 2021-2024 гг. Результаты расчета сравнены с реальными статистическими данными по каждой переменной за указанный период.

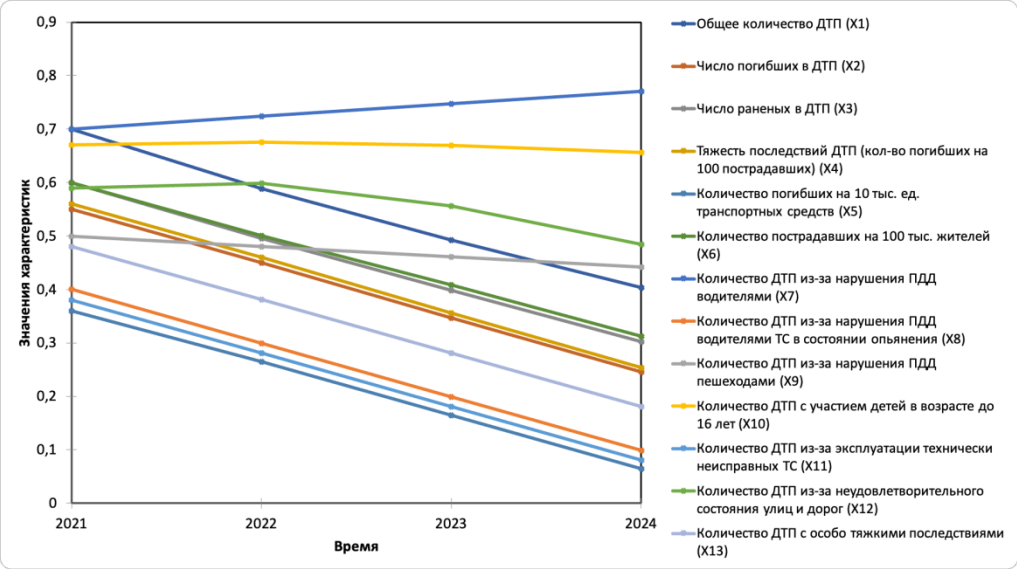


Рис 4. Прогноз основных показателей безопасности дорожно-транспортной системы за 2021 по 2024 гг.

На рисунке 5 приведены лепестковые диаграммы, характеризующие изменения основных показателей безопасности дорожно-транспортной системы на временном интервале 2021, 2023 годы. Предельные допустимые значения этих характеристик показаны красной линией.

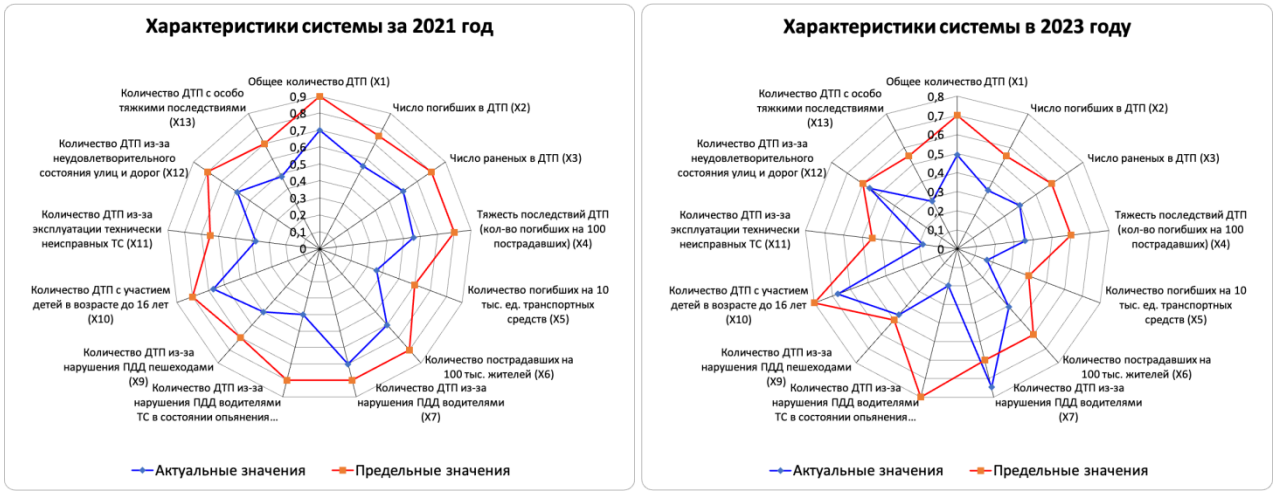


Рис 5. Изменения основных показателей безопасности за 2021 и 2023 годы.

Заключение

Разработан комплекс моделей системной динамики, позволяющий прогнозировать основные показатели безопасности дорожно-транспортной системы РФ. По предложенной методике построена система нелинейных дифференциальных уравнений, решение которой позволяет определить значения показателей безопасности на различных интервалах времени.

Литература

1. Сайт Госавтоинспекции МВД России, сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения. [Электронный ресурс]: http://stat.gibdd.ru/ (дата обращения: 17.04.2023).
2. Форрестер Д. Мировая динамика: пер. с англ. / Д. Форрестер. М.: ООО «Изд-во АСТ», 2003. 379 с.
3. Информационно-правовой портал Гарант, Федеральный закон от 10 декабря 1995 г. N 196-ФЗ "О безопасности дорожного движения". [Электронный ресурс]: http://base.garant.ru/10105643/ (дата обращения: 21.04.2023).
4. Моделирование последствий наводнений на основе причинно-следственных комплексов и системно-динамического подхода Форрестера / А. Ф. Резчиков, В. А. Кушников, В. А. Иващенко [и др.] // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2017. – Т. 13, № 4. – С. 13-20. – EDN ZDQEYR.
5. Forecasting characteristics of flood effects / M. V. Khamutova, A. F. Rezchikov, V. A. Kushnikov [et al.] // Journal of Physics: Conference Series, Tomsk, 17–20 января 2018 года. Vol. 1015, 5. – Tomsk: Institute of Physics Publishing, 2018. – P. 052012. – EDN URPAOE.
6. Анализ и прогнозирование безопасности дорожно-транспортной системы России на основе уравнений системной динамики / М. С. Поляков, В. А. Кушников, А. С. Богомолов [и др.] // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2022) : Труды Пятнадцатой международной конференции, Москва, 26–28 сентября 2022 года / Под общей редакцией С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. – Москва: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2022. – С. 793-798. – DOI 10.25728/mlsd.2022.0793. – EDN OFTYBK.

СРЕДСТВА РЕАЛИЗАЦИИ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Свирина А.Р., Орлов С.П.

(Самарский государственный технический университет)

Значительный успех в области компьютерного зрения обусловлен ростом вычислительной мощности компьютеров, а также появлением новых математических моделей и алгоритмов.

В настоящее время происходит развитие беспилотных транспортных средств, в их число которых входят грузовые средства. Компьютерное зрение используется в технологиях распознавания полосы движения и автопилотирования. Ключевым навыком автопилота является способность анализировать дорожные ситуации и принимать решения о тех или иных действиях на основе полученной информации.

Рассмотрим состав системы компьютерного зрения на физическом уровне, в который входит компьютер для обработки изображений и средства захвата изображений. В этом случае используются специальные программные средства. Для многих средств предусмотрена работа в удаленном режиме с облачными средствами, позволяющая масштабировать систему компьютерного зрения и централизовать ее управление.

При необходимости в систему встраиваются различные средства, обеспечивающие подсветку объектов. Данный метод позволяет увидеть мелкие делали и повысить четкость изображения. Особенно полезным считается применение оптической системы для увеличения эффективности работы и повышения безопасности, например, на дороге.

Для реализации систем компьютерного зрения применяются распространенные программные платформы. В их число входит достаточно популярный пакет OpenCV, оснащенный библиотекой алгоритмов для анализа изображений преимущественно на C++, но также предусмотрена возможность использования других языков программирования. Преимущество данного пакета состоит в открытом исходном коде и бесплатном доступе.

Обработку изображений в двумерном или трехмерном пространстве осуществляет пакет PCL, оснащенный алгоритмами специализирующихся на поиске соответствий на изображениях. Стоит так же отметить пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений MATLAB, с помощью которого проводится множество исследований и анализов в различных областях визуализации и внедрения различных моделей. В сфере робототехники используется платформа для разработки ROS, а для увеличения вычислительной производительности с помощью графических процессоров фирмы Nvidia применяется программно-аппаратная архитектура параллельных вычислений CUDA.

Существует понятие так называемого «классического» компьютерного зрения. Основная идея которого состоит в получении количественной информации об определенном объекте на изображении. Главным образом применяется для задач, связанных с разбиением на подзадачи.

Системы машинного обучения входят в другую группу алгоритмов и методов компьютерного зрения. Главная особенность заключается в том, что системы такого рода зачастую имитируют процесс восприятия изображения человеком, благодаря этому можно добиться значительных успехов в тех случаях, когда информация труднодоступна. В отличии от классических, эти сложные системы требуют основательного подхода к вычислительным ресурсам и объемам данных [1].

Операции обработки изображений подразделяются на группы в зависимости от поставленной задачи, например улучшение качества входного изображения или сбор информации для автоматической обработки. Некоторые операции выполняют создание нового изображения, в то время как другие выдают результаты в форме, отличной от изображения. При обработке изображений основной целью является изменение входного изображения. Распознавание об-

разов нацелено на получение результата от предоставленных входных данных. Процесс распознавания цветных объектов включает в себя фильтрацию изображения, методы математической морфологии, изменение гистограммы изображения.

Затем происходит выделение определенных частей изображения с помощью детектирования объектов и образов. Далее осуществляется поиск решений основных проблем. Выполняется поиск расположения предметов в пространстве и анализ их структуры, на основе последовательности выполненных передвижений объектом. Обработка выводов позволяет завершить процесс инициализации объектов на изображении. В зависимости от используемого программного обеспечения осуществляется загрузка уже имеющихся изображений или фото на камеру, сделанных в режиме реального времени.

Без алгоритмов сверхточных нейронный сетей не обходится анализ многих сетей компьютерного зрения. Сверточные нейронные сети являются одними из лучших при распознавании и классификации объектов на изображении. Стоит отметить способность нейронных сетей к самообучению, благодаря этому программирование беспилотного транспорта стало возможным.

Для реализации системы, позволяющей идентифицировать и классифицировать объекты необходимо специализированное программное обеспечение, а также наличие фото или видеокамеры для проведения сбора данных, выделения признаков и комбинации дальнейшей идентификации похожих объектов. Датчики в виде камер размещаются по всему корпусу автомобиля, что позволяет оперативно анализировать окружающую среду.

В настоящее время беспилотные автомобили (БПА), способные передвигаться без участия человека, представляют собой автоматизированные системы управления и роботизированные устройства. Благодаря БПА возможно создание безопасного и комфортного в управлении автомобиля.

Основу системы пилотирования и ориентации составляют устанавливаемые датчики, как лидар (LIDAR), радар (RADAR), видеокамера (video camera), датчик положения (position sensor), которые способствуют имитировать наличие водителя на уровне принятия решений о рулении и скорости [3]. На рисунке 1 представлено расположение датчиков на автомобиле.

Дистанционный компьютер формирует показатели вычислений, полученные с лидара, который отвечает за избежание чрезвычайных ситуаций и анализирует полученную информацию в соответствии с правилами дорожного движения.

С помощью радаров система может незамедлитено реагировать на любые происшествия на дорогах, что способствует повышению безопасности авто.

Спутниковая система навигации являются приемник GPS, модуль измерения инерции, датчик положения, которые определяют географические координаты, служат для определения местонахождения и позволяют отслеживать его движения. Алгоритм работы БПА заключается в том, что путем лидара формируется карта окружности и управляющий компьютер объединяет ее уже с содержащими данными в кэше. В зависимости от радаров, видеокамеры и из-

мерителей положения устанавливается состояние на автодороге, учитывая действия движения других транспортов. А затем компьютер, также реагируя на ситуацию на дороге, указывает траекторию беспилотного автомобиля. Пример представлен на рисунке 2.

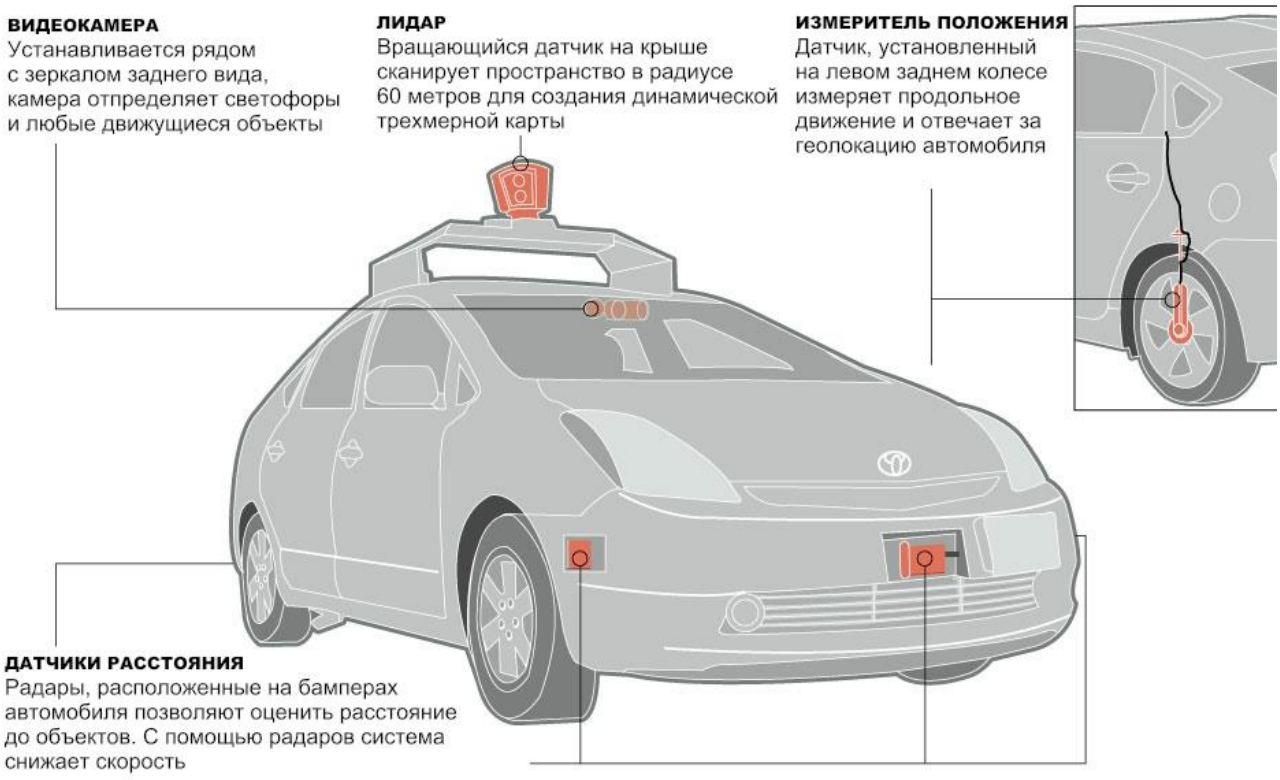


Рис. 1. Расположение датчиков



Рис. 2. Определение траектории движения

Современные технологии могут значительно облегчить перевозки товаров грузовых автомобилей вне зависимости от географического положения. Навыки искусственного интеллекта нашли применение в логистике, например, при осмотре груза современные технологии могут оперативно помочь в распознавании серьезных повреждений товара.

Для повышения безопасности и эффективности управления автономных грузовых транспортных средств необходима высокотехнологичная помощь при вождении. Процесс связанный непосредственно с перевозкой груза повлечет за собой изменения из-за вмешательства автопилота, связанные с процессом торможения.

Данные структуры интеллектуально управляются интерактивными компьютерами в процессе, позволяю организовать движение грузовых автомобилей в виде цепочки, в котором каждый авто следует за предыдущим. Польза представленного решения состоит в сокращении расхода топлива. В этом заинтересованы компании «Tesla», «Volkswagen», «Einride», которые заняты разработкой автономных решений.

Касательно логистических решений, особый вклад в продвижение современных технологий для продвижения отрасли внесло значительное число приложений для беспилотных авто.

Заключение. Таким образом, современные технологии в области компьютерного зрения оказывают большое влияние на автомобильную отрасль. Транспортные компании в свою очередь начинают сотрудничать со старапами для совершенствования решений по оптимизации автомобилей на ближайшие годы и десятилетия.

Литература

1. Дэвид Форсайт, Жан Понс. Компьютерное зрение. Современный подход = Computer Vision: A Modern Approach. — М.: «Вильямс», 2004.

2. Дегтярев Ю.С., Шпирюк К.С. ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОБЛАСТИ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ // Экономика и социум. 2017. №10 (41). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-sovremennogo-sostoyaniya-oblasti-kompyuternogo-zreniya (дата обращения: 10.05.2023).

3. Электронный ресурс. https://ru.wikipedia.org /wiki/ Беспилотный_ автомобиль. (дата обращения: 10.05.2023).

4. Коробеев Александр Иванович, Чучаев Александр Иванович Беспилотные транспортные средства: новые вызовы общественной безопасности // Lex Russica. 2019. №2 (147). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/bespilotnye-transportnye-sredstva-novye-vyzovy-obschestvennoy-bezopasnosti (дата обращения: 10.05.2023).

5. Хайкин, Саймон. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание. — М.: "Вильямс", 2006. — 1104 с.

МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ОБУЧАЮЩИЕ ПРОГРАММЫ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ОНЛАЙН ОБУЧЕНИЯ

Газизова Н.Р., Камальдинова З.Ф.

(Самарский государственный технический университет)

В современном мире образование играет огромную роль в жизни людей. Развитие технологий и цифровизация общества привели к появлению новых форм обучения и учебных платформ.

В нашей эпохе цифровизации и повышения роли информационных технологий в различных сферах жизнедеятельности актуальность разработки образовательных онлайн-платформ не возникает сомнений. С развитием технологий удаленного обучения и совершенствования онлайн-коммуникации стали возможны различные формы дистанционного обучения, которые приводят к существенному улучшению доступности образования в целом, особенно для людей, например, живущих в удаленном регионе, желающих иметь свободный график работы или финансовые ограничения.

Цель данного проекта - разработка онлайн-платформы Decidium, представляющей собой систему дистанционного обучения, ориентированную на современные требования качества образования.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить технологические и методические особенности образовательных онлайн-платформ и определить ключевые требования, которым должна соответствовать платформа Decidium.

2. Разработать архитектуру и функциональные возможности платформы, учитывая требования современной педагогической практики, принципы разработки ПО, а также возможности технологий.

3. Реализовать основные функциональные элементы платформы, используя современные технологии программирования.

4. Протестировать разработанную систему на различных группах пользователей и оценить результаты тестирования.

5. Создать материалы для обучения и обеспечения удобства пользования платформой Decidium.

6. Провести анализ результатов тестирования платформы и сделать выводы о ее эффективности и релевантности для современной образовательной практики.

Проектирование

Процесс проектирования платформы Decidium осуществляется с определения основных функций и требований к платформе, которые должны были удовлетворять потребностям пользователей. Для проектирования пользовательского интерфейса был выбран инструмент - Figma.

При создании дизайна платформы были проведены исследования: пользовательские опросы и интервью с потенциальными заказчиками и пользователями с целью определения основных потребностей. На основе полученных данных был разработан концепт дизайна, который включал в себя структуру и функциональность платформы. На рисунке 1 представлена диаграмма вариантов использования платформы различными акторами.

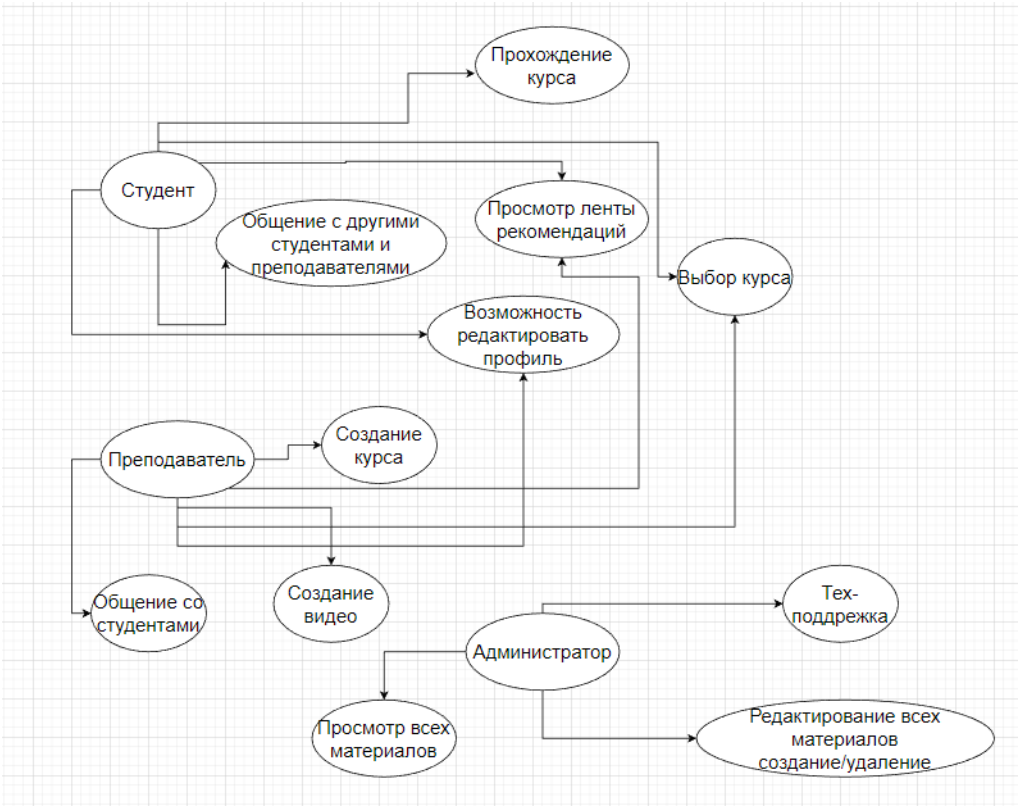


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования платформы

Для разработки платформы были выбраны технологии и языки программирования, которые позволяли бы обеспечить эффективную и удобную работу с платформой. В качестве основных технологий были выбраны Python Django и HTML.

Для обеспечения безопасности и надежности работы платформы были применены современные методы и технологии, такие как HTTPS, SSL, OAuth2.

В процессе проектирования платформы постарались особое внимание уделить разработке пользовательского интерфейса, который должен был быть максимально интуитивно понятным и удобным для использования. Для этого проведена работа над дизайном и расположением элементов интерфейса, чтобы

обеспечить максимальную удобство и эффективность использования платформы.

На рисунке 2 представлена общая логика процессов на платформе.

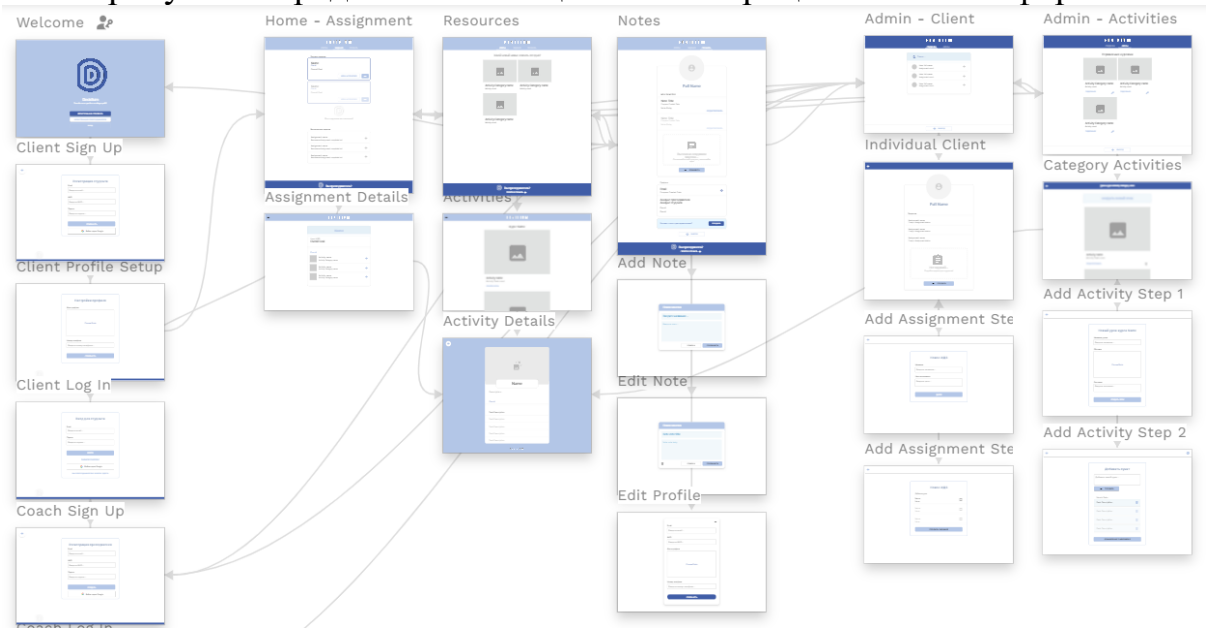


Рис. 2. Общая логика работы платформы

Страницы с примерами дизайна мобильной версии платформы представлены на рисунке 3.

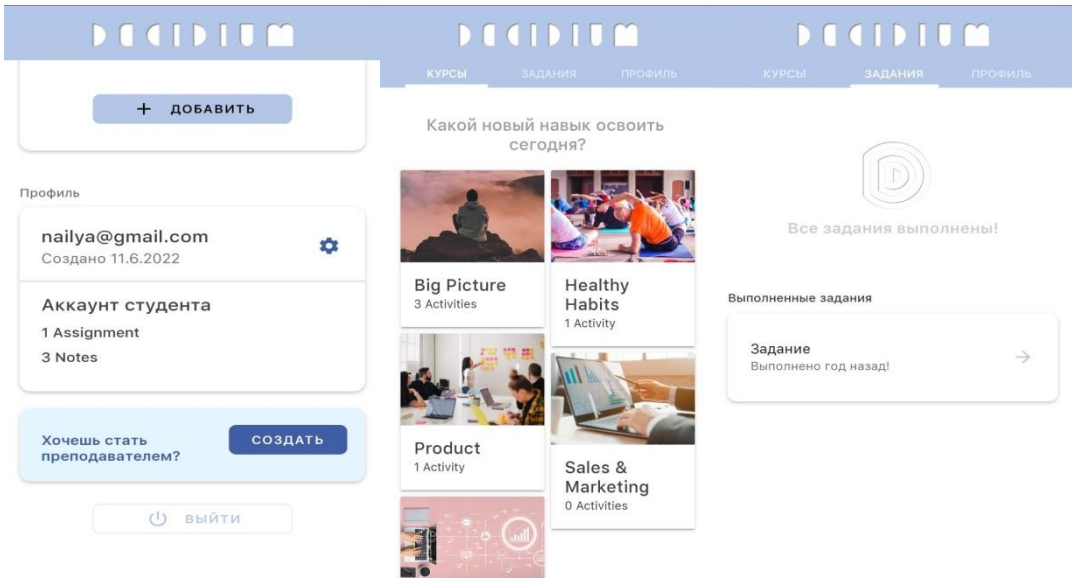


Рис. 3. Страницы мобильной версии веб-приложения

Таким образом, мы надеемся, что спроектированная платформа Decidium будет обеспечивать возможность эффективного онлайн обучения и максимального удобства использования для пользователей.

Литература

1. Камальдинова, З.Ф. Разработка корпоративной образовательной платформы / З.Ф. Камальдинова, Н.А. Князев, Г.А. Приставка, А.А. Яковлев, Я.А. Якунин // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2021) [Электронный ресурс]: труды Международной научно-технической конференции / [ред. кол.: Прохоров С. А. (гл. ред.) и др.]. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН. – 2021. – С. 627-628.
2. Газизова, Н.Р. Система электронного обучения Decidium. Дни науки – 2022. 77-я научно-техническая конференция обучающихся СамГТУ: сб. тезисов докл. / Отв. ред. М.В. Ненашев. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2022. – 1 электрон. опт. Диск. - С. 16-17. - ISBN 978-5-7964-2374-5. – Текст: электронный.
3. Газизова Н.Р., Камальдинова З.Ф. Современные решения при постановке задачи разработки образовательной онлайн-платформы. В сб.: Цифровые технологии: настоящее и будущее. Сборник статей Национальной научно-практической конференции с международным участием. Отв. редактор Е.В. Вишневская. Тольятти, 2022. С. 79-87.

ПЕРЕДОВАЯ МЕДИЦИНСКАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА САМАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Иващенко А.В., Чертыковцева Н.В.

(Самарский государственный медицинский университет)

Передовая медицинская инженерная школа «Цифровое здравоохранение, нейротехнологии и биотехнологии» - это новое подразделение СамГМУ Минздрава России, открытое в рамках стратегического развития университета по трансформации из отраслевого медицинского в первый медицинский технологический университет [1].

Идеи медицинской инженерной школы близки идеям «универсального человека» Леонардо да Винчи. Изучение анатомии, физиологии, нейробиологии и других наук инженерами-бакалаврами из области технических наук позволит результативно решать инженерные задачи, требующие оригинального подхода, создавать новые изобретения и полезные модели, для которых необходимо глубокое понимание основ функционирования биологических систем, особенно при их применении в здравоохранении и медицине.

В рамках создаваемой Передовой медицинской инженерной школы «Цифровое здравоохранение, нейротехнологии и биотехнологии» планируется реализация программ магистратуры и дополнительного профессионального образования по подготовке высококвалифицированных инженерных кадров для медицинской промышленности и сферы информационных технологий.

Основное отличие от выпускников существующих магистратур по этим направлениям, проходящим специализацию в медицинской технике, состоит в

том, что выпускники передовой медицинской инженерной школы будут способны формировать новые технические инженерные решения, руководствуясь общими принципами построения и функционирования биологических систем, руководствуясь знаниями анатомии и физиологии.

В 2022 году в соответствии со Стратегией развития Передовой медицинской инженерной школы открыта первая программа дополнительного профессионального образования «Цифровизация здравоохранения», на которой в период сентябрь – декабрь 2022 года успешно прошел обучение 51 человек (см. Рис. 1).



Рис. 1. Рабочие места Передовой медицинской инженерной школы

В начале обучения в сентябре слушатели программы были разделены на проектные группы, каждая из которых выбрала конкретный проект в продуктовой логике. Реализация этих проектов предусматривает выполнение части работ на базе высокотехнологичных компаний – партнеров университета, а также подразделениях его инновационной инфраструктуры.

Одна из групп выбрала актуальную задачу изучения и моделирования нейронных систем мозга, а также многоуровневой функциональной организации двигательной системы для выявления значимых способов ее активации или восстановлении при различной патологии. Цель проекта - создание веб-сервиса, предназначенного для автоматического анализа данных клинических электроэнцефалограмм и составления заключения по ним. На данном этапе собрана база данных основных паттернов клинической электроэнцефалограммы и успеш-

но протестированы алгоритмы машинного обучения для классификации основных паттернов.

Другая группа посвятила свою работу созданию универсальной платформы и системы управления тренажеров для реабилитации пациентов с нарушениями функционирования опорно-двигательного аппарата и восстановления двигательной активности. Платформа реализована на базе крановой конструкции, представляющей из себя манипулятор с тремя степенями свободы. Система позволяет осуществлять регулирование нагрузки на пациента в широком диапазоне от нескольких грамм до десятков килограмм, может реализовывать поддержку конечностей пациента в процессе проведения процедуры, имитируя состояние невесомости или движения в различных средах, а также интегрируется с системами виртуальной или дополненной реальности.

В 2023 году открыт прием на две программы магистратуры направления «Информатика и вычислительная техника», профили «Инженерия искусственного интеллекта» и «Телемедицина и системы поддержки принятия врачебных решений». Также совместно с Пензенским государственным технологическим университетом начата реализация образовательной программы аспирантуры в сетевой форме для подготовки кадров высшей квалификации в области технических наук.

Для реализации проектной и образовательной деятельности развернута инфраструктура, включающая, в том числе, новые рабочие места, созданные и оснащенные при существующих научно-исследовательских институтах и рабочих группах университета, а также в высокотехнологичных компаниях, выступивших партнерами Передовой медицинской инженерной школы. Для преподавания дисциплин инженерного профиля привлечены доктора технических и физико-математических наук, профессора и доценты по специальностям, связанным с разработкой технологий искусственного интеллекта, информационных технологий и биотехнических систем.

Для обеспечения образовательного процесса создано мобильное приложение и программный сервис для построения дерева компетенций и индивидуальных компетентностных профилей. Им пользуются обучающиеся, руководители образовательных программ и эксперты от высокотехнологичных компаний.

Новая медицинская инженерная школа должна занять особое место в системе инженерной деятельности медицинских приложений. Это особая роль - подготовка инженерных кадров, способных оперативно решать прикладные задачи повышенной сложности и неопределенности за счет владения спецификой разработки бионических, биотехнологических и нейросетевых систем.

Литература

1. Сайт Передовой медицинской инженерной школы СамГМУ Минздрава России https://samsmu.ru/centers/pmish/

НАУКОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИ РУКОВОДСТВЕ УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМИ РАБОТАМИ ШКОЛЬНИКОВ

Кирюков С.Р.

(Самарский филиал ГАОУ ВО МГПУ)

Информатизация требует нового подхода к работе с одаренной молодежью. Одним из возможных трендов является теория управляемого развития научных способностей молодежи в цифровой среде, основы которой изложены в [6], [7], получившее в настоящее время название наукометрического анализа. В течение последних нескольких лет активные исследования в этом направлении велись в СФ МГПУ совместно с Гимназией № 1 (базовая школа РАН).

Важнейшей частью этого подхода является формирование комплекса данных, лежащего в основе соответствующих математических моделей, описанных в [6], [11].

В докладе приводится анализ данных, полученных в процессе использования элементов этого подхода в работе с одаренными школьниками и студентами в указанных организациях.

Основная часть требуемых данных связана с объективной и всесторонней оценкой творческого уровня выполняемыми молодыми исследователями НИР. Эта оценка дается, как это традиционно принято, с привлечением независимых авторитетных экспертов «слепым» методом. Ключевую роль при этом играет содержание самой системы критериев.

Эти критерии таковы:

1. Исследовательский характер деятельности и ее результатов;
2. Деятельность связана с научно-производственной деятельностью руководителя, консультанта;
3. Результаты относятся к перспективному направлению науки, техники, технологий;
4. Направлены публикации в научную печать;
5. Результаты внедрены или подготовлены к внедрению в сторонних организациях;
6. Представлен глубокий обзор научной проблематики;
7. Используются теоретические методы (в т.ч. математический аппарат, передовой понятийный аппарат социо-гуманитарного научного познания);
8. Получены новые научные результаты;
9. Имеются собственные оригинальные идеи участника;
10. Имеется глубокий анализ литературы (по авторам и времени);
11. Используются/разработаны специальные технологии проведения исследований;
12. Масштабность предполагаемых последствий полной реализации результатов деятельности участника;
13. Масштабность проведенного исследования;

14. Качество оформления представленных результатов;

15. Качество доклада и ответов на вопросы при защите конкурсной НИР/проекта.

Такая оценка важна не только для сравнительной оценки научно-исследовательских работ школьников и студентов между собой с целью выделения наиболее успешных авторов, но и для того, чтобы оценить степень развития их исследовательского функционала, который проявляется в выполненной ими научно-исследовательской работе. При этом выделяются следующие девять его основных составляющих [6], [8]:

1) Поиск тематики;
2) Постановку (осознание) темы исследования;
3) Формирование ключевой идеи (плана) решения;
4) Выбор, освоение и реализацию необходимого обеспечения;
5) Реализацию отдельных элементов исследования (элементов плана решения);
6) Синтез решения (собственно исследование);
7) Оформление решения;
8) Ввод в научный обиход, защиту и сопровождение решения;
9) Внутренний критический анализ решения.

На рисунках 1–2 показаны сводные результаты для двух категорий НИР (школьники 8 класса и студенты – победители секций «Дня науки» СФ МГПУ). Анализ сформированности структуры исследовательского функционального уровня (рис 1.) показывает, что несмотря на большой возрастной и интеллектуальный разрыв между восьмиклассниками и студентами вуза их функциональный уровень практически одинаков.

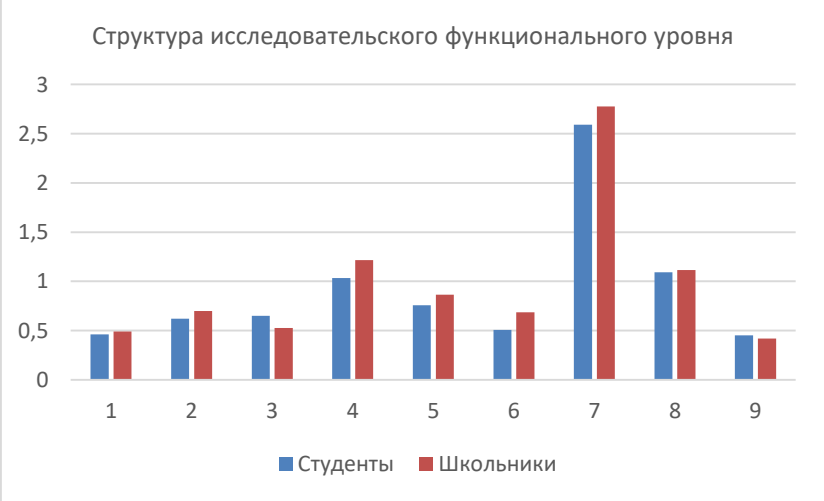


Рис. 1. Средний функциональный уровень студентов и школьников

Из анализа рисунка 2 видно, что НИР школьников значимо ниже по публикационной активности, внедрению результатов НИР, наличию собственных оригинальных идей и масштабности предполагаемых последствий от полного внедрения работы. Но они значимо выше по участию в работе разновозрастных коллективов, по глубокому обзору научной проблематики, использованию тео-

ретических методов и разработке, использованию специальных инструментов для проведения исследований и по масштабности проведенного исследования.

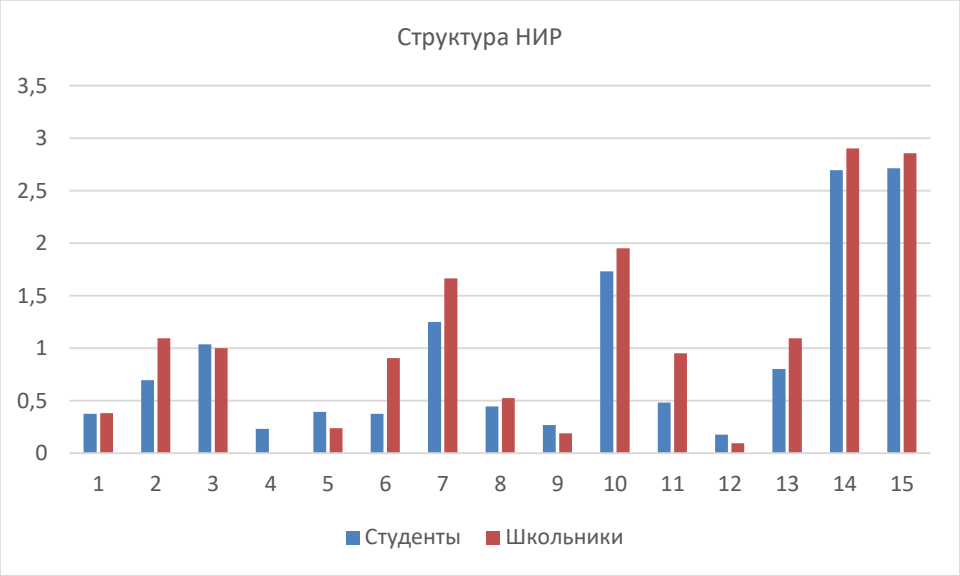


Рис. 2. Средняя структура НИР студентов и школьников

Это объясняется тем, что оценки экспертов отражали понимание возрастного уровня оцениваемого контингента авторов, и объективно равноценный результат оценивался для школьника более высоко, чем для значительно старшего, чем он, студента. Так, например, для критерия номер 2 («Результаты являются частью НИР руководителя, научной группы кафедры, вуза») средняя оценка НИР школьников (0 – не является,1 – связана с НИР руководителя, 2 – связана с НИР разновозрастного исследовательского коллектива, в который входит автор, 3 – результаты использованы в публикациях в научной печати с указанием фамилии автора и научного руководителя, 4 – автор является оплачиваемым участником ведущихся исследовательских работ,
5 - автор является оплачиваемым участником работ по грантам РФФИ или отраслевым программам) оказалась значительно выше, чем у студентов. Это легко объясняется наличием внешних консультантов у большинства работ школьников и практически полное отсутствие их в работах студентов. По остальным критериям наблюдается похожая картина.

При комплексном же пересчете в функции более высокие значения, продемонстрированные на одних частных результатах, отчасти компенсировались более низкими по другим. Но структурный творческий уровень оказался примерно одинаковым.

Таким образом, следует отметить, что структурно научно-исследовательские работы студентов и школьников находятся на одном и том же уровне, и, следовательно, необходимо перейти от оценки структуры к оценке способов неуклонного повышения уровня.

Некоторые результаты работы приведены в [11]-[14].

Литература

1. Рабочая концепция одаренности / под ред. Д. Б. Богоявленской, В. Д. Шадрикова. – М.: Магистр, 1998. – 68 с.

2. Зимняя И. А., Шашенкова Е. А. Исследовательская работа как специфический вид человеческой деятельности. – Ижевск; Москва: 2001. – 103 с.

3. Исследовательская деятельность: словарь / Е. А. Шашенкова. – М. 2010. – 88 с

4. Выготский Л. С. Собрание сочинений. Т. 2. Проблемы общей психологии. – М.: Педагогика, 1982. – 504 с.

5. Организация творческой исследовательской деятельности учащихся как средство повышения качества образования. Опубликовано 31.10.2012. - Кекух О.Л. Электронный ресурс https://nsportal.ru/shkola/rodnoy-yazyk-i-literatura/library/2012/10/31/organizatsiya-tvorcheskoy-issledovatelskoy

6. Пиявский С. А. Управляемое развитие научных способностей молодежи. – М.: Академия наук о Земле, 2001. – 109 с.

7. Пиявский С. А. Исследовательская деятельность студентов в инновационном вузе: учебник. – Самара: СГАСУ, 2011. – 198 с.

8. Пиявский С. А. Введение в исследовательскую деятельность: учебник / С. А. Пиявский. – Электрон. текстовые данные. – Самара: СФ О МГПУ, 2022. – URL: https://samara.mgpu.ru/files/library_elektron/ID/Piyavskij_ID.pdf (полный текст)

9. Пиявский С. А., Малышев В. В. Новые методы принятия многокритериальных решений в цифровой среде. – М.: Наука, 2022. –391с.

10. Методика тестирования целевой установки личности при моделировании стратегий творческого развития / С.А. Пиявский, С.Р. Кирюков // Наука в вузе: образование, экономика, юриспруденция: Сб. науч. тр.- Самара.: Сам.ин-т повыш. квалиф. раб. образ., 1999, с.88-94

11. Формирование творческих компетенций одаренной молодежи в телекоммуникационной развивающей научно-образовательной среде / С.А. Пиявский С.А., С.Р. Кирюков С.Р., А.С. Кузнецов А.С. // Информатизация образования и науки. – 2020. - № 2. – С. 127-143

12. Информационная технология профориентации творчески одаренных студентов вузов / С. А. Пиявский, С. Р. Кирюков, А. С. Кузнецов, Г. А. Кулаков // Информатика и образование. – 2020. – № 8. – С. 6–15.

13. Информационная технология профориентации творчески одаренных студентов вузов. Региональный аспект / С. А. Пиявский, С. Р. Кирюков, А. С. Кузнецов, Г. А. Кулаков // Информатика и образование. – 2021. – № 4. – С. 12–25.

14. Пиявский С.А., Кирюков С.Р., Загребова Л.Е. Интеллектуальные информационные технологии в развитии творческих способностей школьников. Часть 1// Педагогическое искусство. – 2023. №1. – С.27-55

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ БАЗОВЫМ НАВЫКАМ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Кочетков А.В., Зеленко Л.С.

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева)

Навыки компьютерной грамотности помогают любому человеку решать повседневные и профессиональные задачи. Согласно результатам исследования Открытого университета Израиля, программирование стимулирует креативное мышление и формирует умения учиться. Авторы доклада «Универсальные компетентности и новая грамотность» сравнивают развитие компьютерной грамотности с этапами развития грамотности как умения читать, писать и считать [1].

Программирование развивает вычислительное мышление. Это набор приемов для решения задач в компьютерных науках, но применимых в любых сферах. Например, вычислительная наука помогает в образовании: специальная платформа собирает данные об активностях студентах и с помощью этих данных преподаватель отслеживает неэффективные задания, чтобы составить новую учебную программу.

Обучать детей программированию нужно не для того, чтобы они в будущем стали программистами. Задача программирования – подготовить детей к вычислительному мышлению, которое поможет им уверенно справляться с комплексными задачами XXI века, которые не имеют однозначного решения. Дети смогут применять «вычислительные» подходы в разных контекстах и дисциплинах. Если ребенок научился «раскладывать» большую задачу на маленькие фрагменты, находить сходства в разных элементах, выявлять и устранять незначимые детали, выстраивать фрагменты в единый алгоритм для получения результата, он сможет решить задачи в любой дисциплине.

В связи с этим разработка обучающей системы для школьников, которым интересно программирование и которые хотят получить начальные навыки в использовании алгоритмических конструкций, таких как: ветвления, циклы и т.п., является актуальной.

Разработанное веб-приложение позволяет преподавателям создавать обучающие задания по базовым конструкциям программирования и отправлять их ученикам, а ученики могут решать их с помощью команд, представленных в виде графических примитивов.

Для реализации приложения была выбрана двухуровневая клиент-серверная архитектура с «толстым» клиентом, передача данных осуществляется по протоколу HTTP. На рисунке 1 приведена структурная схема системы.

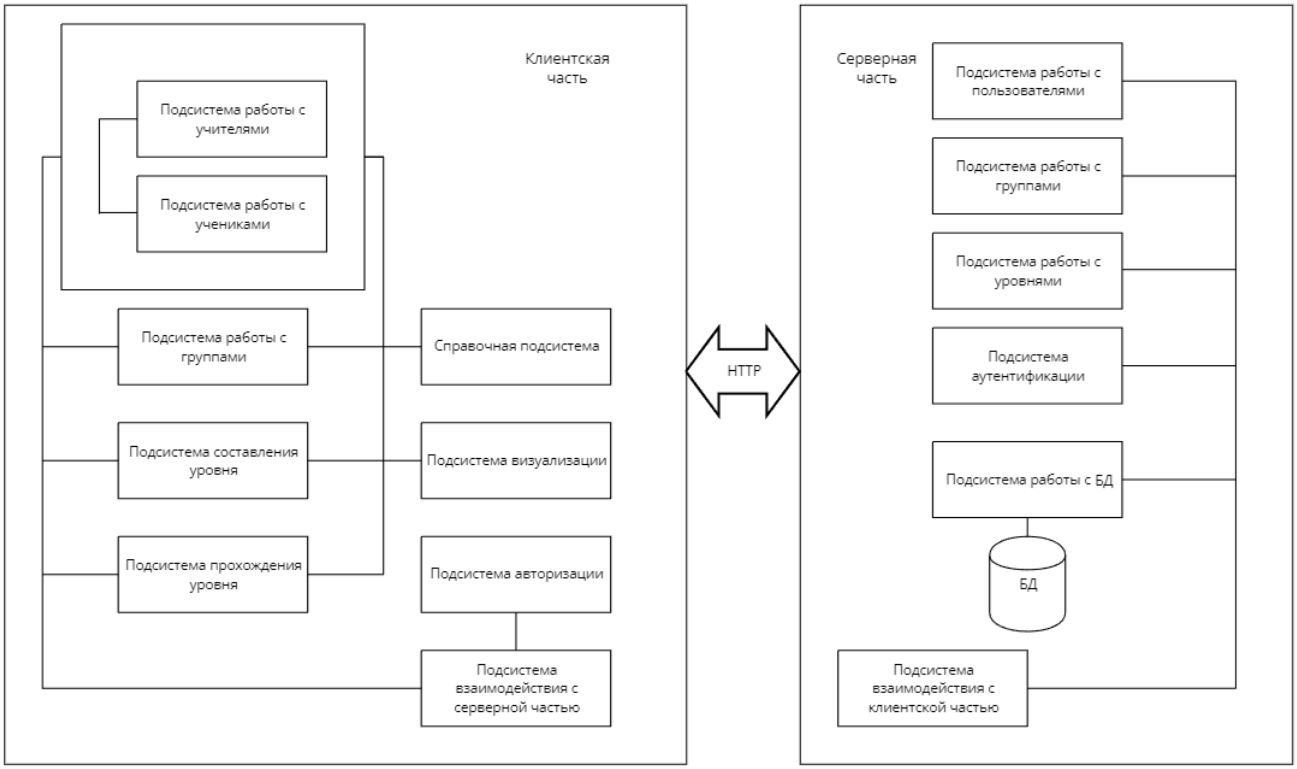


Рис. 1. Структурная схема системы

Клиентская часть состоит из следующих подсистем:

– подсистемы авторизации, которая отвечает за проверку введенных логина и пароля;

– подсистемы работы с пользователем, которая включает в себя:

1) подсистему работы с учителями, которая отвечает за создание аккаунтов учителей и назначение учителям группы;
2) подсистему работы с группами, которая отвечает за создание аккаунтов учеников и добавление их в группу;

– подсистемы работы с группами, которая позволяет создавать и расформировывать группы, а также назначать группам уровни;

– подсистемы составления уровня, которая позволяет создать новый уровень;

– подсистемы прохождения уровня, которая позволяет пройти уровень составляя алгоритм, путем перетаскивания блоков-команд;

– подсистемы визуализации, которая отвечает за отрисовку пользовательского интерфейса;

– подсистемы взаимодействия с серверной частью, которая отвечает за передачу и получение данных от сервера.

Серверная часть состоит из следующих подсистем:

– подсистемы работы с уровнями, которая отвечает за составление запросов связанных с уровнями, к базе данных;

– подсистемы работы с группами, которая отвечает за составление запросов связанных с группами, к базе данных;

– подсистемы работы с пользователями, которая отвечает за составление запросов связанных с пользователями, к базе данных;

– подсистема аутентификации, которая отвечает за регистрацию нового пользователя или проверку корректности введенных данных существующим пользователем;

– подсистема взаимодействия с базой данных, которая отвечает за связь сервера с базой данных.

Вся информация, необходимая для работы системы, хранится в базе данных на сервере. На рисунке 2 приведена логическая модель данных.

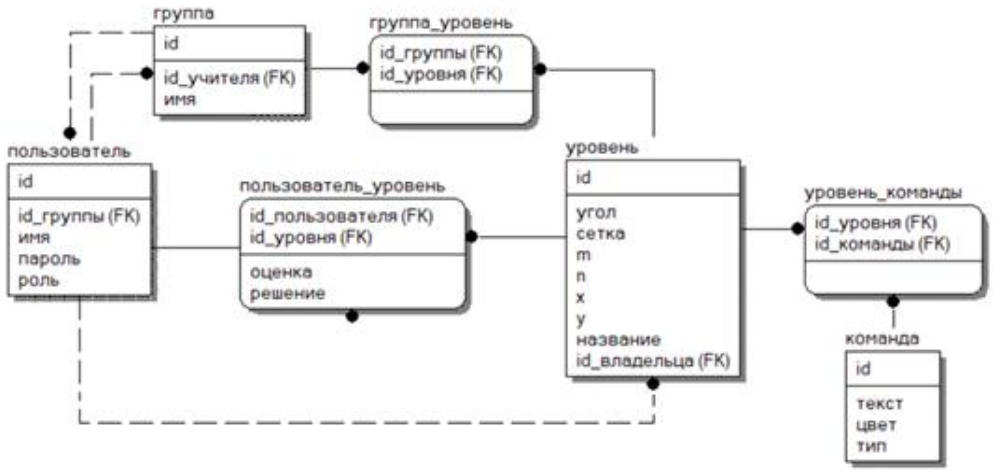


Рис. 2. Логическая модель данных

В системе реализовано три роли пользователей:

– администратор, который отвечает за работу пользователями (рисунок 3) и группами (рисунок 4), он может добавлять, изменять данные и удалять записи;

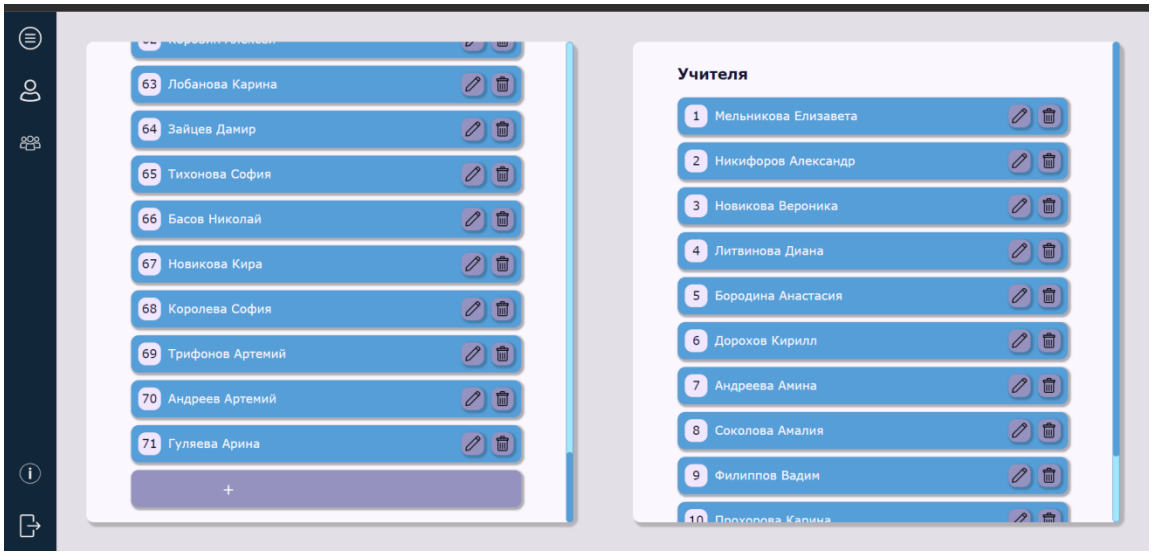


Рис. 3. Страница «Работа с пользователями»

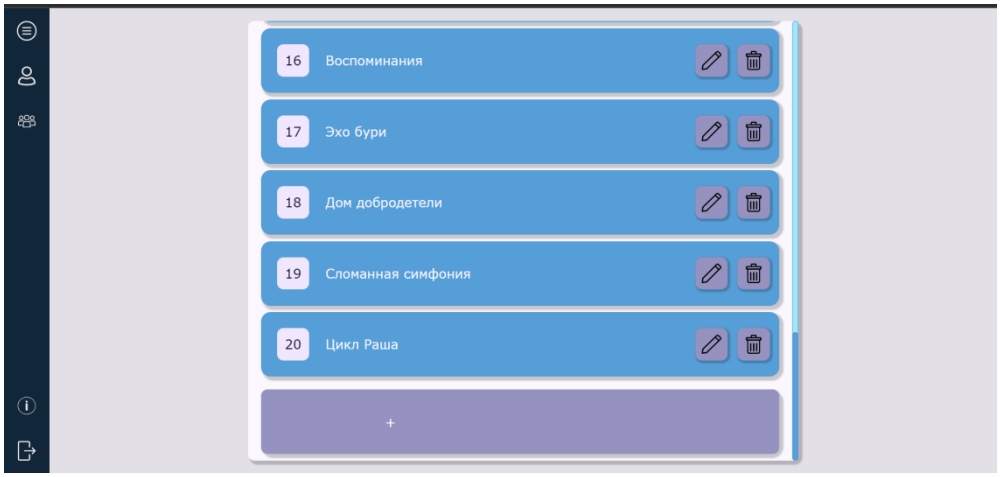


Рис. 4. Страница «Работа с группами»

– учитель, который отвечает за создание и редактирование заданий и уровней (рисунок 5), работу с группами, он может проверять и оценивать решения учеников (рисунок 6), а также просматривать статистику по различным признакам;

– обучающийся, который может решить задание, используя графические примитивы команд (рисунок 7), доступных на заданном уровне, проверить его выполнение и отправить на проверку учителю (для создания и редактирования программы в системе имеется полноценный редактор).

Приложение разработано на языке на языке Java в среде ItelliJ IDEA и JavaScript и его фреймворка Angular в среде Visual Studio Code и функционирует под управлением операционных систем Windows 7/8/10.

Разработанная обучающая система проста в освоении и использовании, она поможет школьникам начальных классов легко освоить базовые алгоритмические конструкции. Задания представлены в игровой форме, что повышает заинтересованность в их решении.

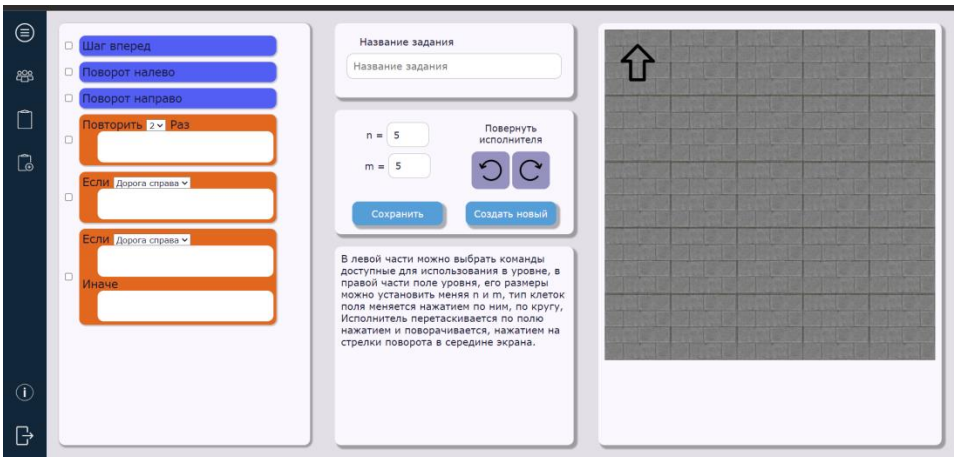


Рис. 5. Страница «Создание уровня»

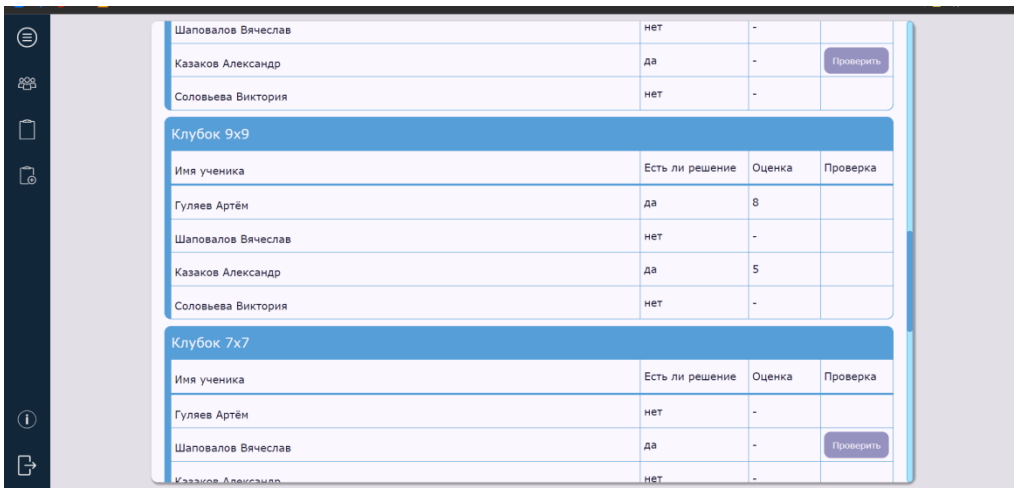


Рис. 6. Страница «Журнал группы»

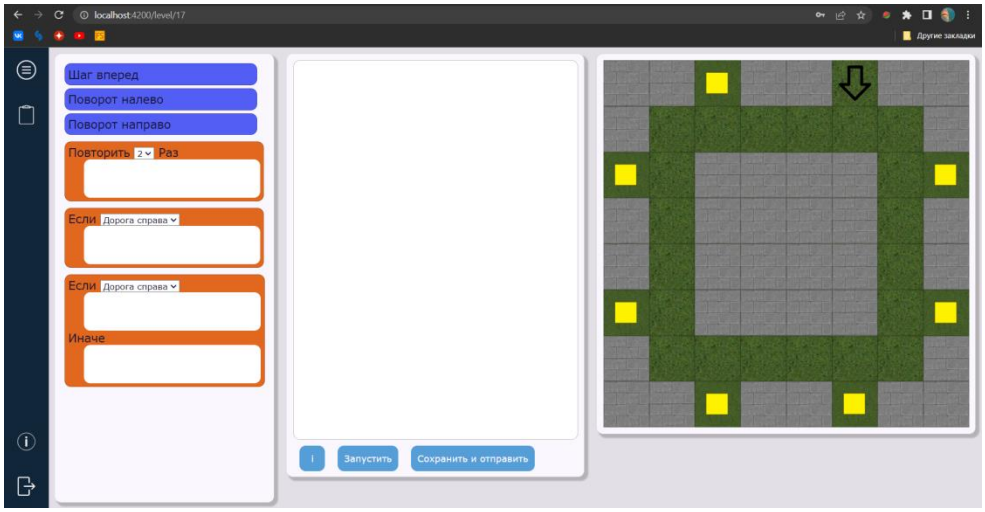


Рис. 7. Страница «Решение уровня»

Литература

1 Почему программирование – новая грамотность и зачем учить этому детей [Электронный ресурс] // РБК: [сайт]. URL: https://trends.rbc.ru/trends/education/5ec6e0759a7947ee0f27c6ab (дата обращения: 10.05.2023).

Информационные системы и технологии (ИСТ 2023): Труды научно-технической конференции с международным участием. г. Самара, 19 – 21 июня 2023 г.

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ОБУЧАЮЩИЕ ПРОГРАММЫ В СМАРТ ОБРАЗОВАНИИ

Соловов А.В., Меньшикова А.А.

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева)

Введение. В эволюции использования цифровых технологий в образовании можно выделить несколько этапов под следующими условными названиями:

- применение ЭВМ в учебном процессе (конец 60-х – 70-е);
- автоматизированные обучающие системы и учебно-исследовательские САПР (80-е);
- электронные учебники (90-е);
- технологии электронного обучения (2000-е);
- МООКи – массовые открытые онлайн-курсы (2010-е);
- большие данные и искусственный интеллект (2020-е).

Наряду с развитием этих производительных сил, в сфере образования начинают меняться и производственные отношения – организационно-методические основы образовательного процесса. Эти изменения в сфере образования, вслед за подобными изменениями в других сферах деятельности современного общества [1], получили название умных (смарт) инноваций. Часть исследователей трактует смарт-технологии в качестве инструментов образовательной деятельности, которые способствуют повышению качества учебного процесса [2]. Некоторые же интерпретируют смарт-образование уже как новую парадигму [3, 4], приходящую на смену классно-урочной системе обучения.

Цель данной работы – исследование роли и места компьютерных обучающих программ (КОП) в инновациях смарт-образования. В основу исследования положены методы системного анализа, педагогической психологии и дидактики, многолетний опыт авторов в сфере электронного обучения.

Концептуальные основы парадигмы смарт-образования. В наших работах [4, 5] сформулирован и обоснован ряд следующих концептов перехода от рудиментов классно-урочной системы к смарт-образованию.

1. Адекватность технологий, используемых в экономике, повседневной жизни людей и в образовании.
2. Доступность и комфортность процессов получения образования.
3. Переход от стандартов содержания образования к его вариативности при сохранении базовой фундаментальной подготовки.
4. Прощание с «тюрьмой» классов и жёстким расписанием.
5. Отказ от «страшилок» экзаменов.
6. Переход к гибким срокам обучения (учиться столько времени, сколько необходимо).
7. Расставание с многопредметностью.

8. Главенствующая роль учащегося.
9. Появление и развитие новых функций преподавателя.
10. Индивидуализация и персонификация процесса обучения при помощи систем искусственного интеллекта.

Дидактическая сущность КОП. С позиций педагогической психологии, базовые положения которой реализует дидактика, объектом обучения является психика. Один из краеугольных законов этой науки говорит, что психика проявляется, формируется и развивается только в деятельности. Исходя из этого, понятие обучения нередко определяют, как управление познавательной деятельностью учащихся с целью формирования у них определенных знаний, умений и навыков, развития личностных качеств.

В общей теории управления в циклических замкнутых системах управления (к каковым относятся и КОП) важнейшими этапами управления являются систематический сбор информации обратной связи (ОС) о состоянии объекта управления и обработка этой информации с целью выработки корректирующих воздействий на объект управления. В нашей работе [7] определены понятия и дана классификация ОС на два вида в педагогической триаде «Учитель-КОП-Ученик». В соответствии с [7] будем различать внутреннюю и внешнюю ОС.

Внутренняя ОС - это оперативный отклик, который поступает от обучающей программы к ученику в ответ на его действия при ответах на вопросы или выполнении упражнений. Эта информация предназначена для самокоррекции учеником своей учебной деятельности. Понятие внутренней ОС имеет принципиально важное значение для автоматизации процесса обучения. Внутренняя ОС дает возможность ученику сделать осознанный вывод об успешности или ошибочности учебной деятельности. Она побуждает ученика к рефлексии, является стимулом к дальнейшим действиям, помогает оценить и скорректировать результаты учебной деятельности. Важно при этом, чтобы внутренняя ОС была оперативной, см. примеры в [6]. Информация внешней ОС поступает от КОП к педагогу и используется им для коррекции деятельности ученика и обучающей программы. Внешняя ОС может быть отсроченной.

Подводя итог сказанному, подчеркнем принципиальную важность развитых ОС в КОП. Образно говоря, нет ОС – нет КОП [8], см. также примеры в [9, 10].

Роль и место КОП в смарт-образовании. Анализируя описание и обоснование указанных выше концептуальных основ смарт-образования, представленных в наших работах [4, 5], можно констатировать критическую значимость использования КОП в *отказе от экзаменов и переходе к гибким срокам обучения.* Рассмотрим эти организационно-методические инновации более подробно [4, 5].

Итоговое оценивание. В классно-урочной системе оно является одним из главных ее живучих рудиментов. Экзамены – это, нередко, самые главные воспоминания об учебе в школе и вузе. Для многих учащихся учеба, именно «благодаря» зачетам и экзаменам, становится не вполне приятным учебным мероприятием, перекрывающим радости познания нового. Для преподавателей

прием экзаменов также является весьма трудоемким и мало комфортным делом. Хотя некоторым принимать экзамены даже нравится.

Любопытно высказывание Л.Н. Толстого об университетских экзаменах: «Как скоро существуют экзамены с их настоящим устройством, переводные или выпускные — это всё равно, непременно должно существовать и бессмысленное долбление, и лотерея, и личное расположение, и произвол профессора, и обман студентов» [11]. С тех пор мало что изменилось.

Экзамены часто используют в качестве своего рода угроз, что является плохой формой мотивации. Страх - это неудачный стимул в образовании. Многие студенты не любят учиться именно из-за экзаменов. Что не только негативно влияет на текущее обучение, но и ограничивает возможности и интерес к будущему обучению, столь важному ныне. Люди не желают тратить время на деятельность, которая им не нравится.

К тому же коммерциализация образования вносит существенные изменения в отношении к экзаменам. Так, в университетах Европы и США «потребитель образовательных услуг становится «трепетным и нервным», требует не просто дать ему знания, необходимые на рынке труда, но и создать зону комфорта, домашнюю обстановку, решать его проблемы на эмоциональном уровне…» [12]. Аналогичные явления происходят вокруг экзаменационных оценок и в российских вузах. Студенты становятся все более «нетерпимыми» к неудовлетворительным и даже к удовлетворительным оценкам. Преподаватели вынуждены, нередко, следовать этому тренду и завышать оценки [12]. Что фактически нивелирует дифференциацию – одну из главных задач итогового оценивания.

Однако, если проблема не решается, может стоит ее переформулировать. Вопросы мошенничества на экзаменах и прочих контрольных мероприятиях, «запугивание» экзаменами, дрязги вокруг оценок в существенной мере являются «отрыжками» традиционной классно-урочной системы, ориентированной на массовое обучение. Базирующейся на лекциях и контроле. Именно контроль с оценками и делает обучение нудным и неприятным занятием. Разве у Сократа были оценки? Система обучения, условно называемая в педагогике Репетитором, не базируется на оценке. А на индивидуальной помощи учащимся, выводя каждого на требуемый уровень обученности. Индивидуальной помощи по времени, учебному материалу, стилю учебной работы и т.п.

Таким же потенциалом обладают и дидактически грамотно построенные интерактивные КОП. К тому же электронный репетитор, в отличие от репетитора-человека, не устает, не нервничает, относится ко всем одинаково, доступен в любое время, в любом месте и т.п. Да, электронный репетитор с развитыми ОС тоже будет задавать вопросы, давать задачи, но лишь для того, чтобы диагностировать, какая нужна помощь ученику, чтобы он продвигался вперед в освоении учебного материала.

Может быть вместо тщетной борьбы со списыванием и прочими негативными аспектами экзаменов стоит попытаться изменить концепцию тестирования и сделать его «умным», соответствующим парадигме смарт-образования.

Не используя его для контроля, ранжирования учащихся, человеческой конкуренции и прочих подобных некомфортных для любого человека учебных мероприятий. А сосредоточиться на оценивании в процессе обучения и предоставлении индивидуальной помощи каждому учащемуся с целью вывести его на требуемый уровень усвоения. Тогда и необходимость во всех этих зачетно-экзаменационных мероприятиях отпадет. Во всяком случае, во многих из них.

Учиться столько времени, сколько необходимо. Еще одна архаика классно-урочной системы – фиксированная и одинаковая для всех учащихся длительность обучения. Семестры, полугодия и прочие обязательные сроки некомфортны для многих учащихся. Все люди разные, одним становится скучно из-за медленного темпа учебной работы, другие не успевают усваивать учебный материал на заданном уровне в заданные сроки.

Использование КОП с интерактивным контентом, отсутствие итогового оценивания вполне позволяют дополнить девиз современного электронного обучения «учиться в любом удобном месте, в любое удобное время» и лозунгом – «столько времени, сколько необходимо».

КОП и искусственный интеллект. Различают два вида искусственного интеллекта (ИИ), сильный и слабый ИИ. Сильный ИИ может принимать решения, как человек, слабый лишь помогает человеку в принятии решений. И если сильный ИИ пока еще своего рода фантазия, слабый ИИ уже реально работает в ряде смарт технологий. Слабый ИИ основывается на прецедентах – больших данных или математическом моделировании прецедентов в какой-либо конкретной сфере деятельности [13].

До недавнего времени КОП базировались на детерменированных алгоритмах обучения, в частности, на классике программированного обучения [8]. Ныне же технологии больших данных, нейронных сетей и глубокого машинного обучения создают перспективы для использования ИИ в управлении процессом обучения с использованием КОП. Сохраняя в памяти компьютера накопленные прецеденты в виде цифровых следов учащихся и преподавателей и используя их для индивидуальной помощи каждому в его учебной работе. Либо базируясь на математических моделях содержания [14] и когнитивных моделях процессов обучения [15]. Уже известны достаточно успешные примеры применения ИИ в подготовке учебных материалов для КОП [16].

Заключение. Длительное развитие производительных сил цифровых технологий в сфере образования ведет к изменению производственных отношений – организационно-методических основ образовательного процесса. На смену рудиментам более чем трехсотлетней парадигмы классно-урочной системы обучения приходят инновации умного (смарт) образования.

Компьютерные обучающие программы в смарт-образовании наиболее значимы и востребованы при реализации смарт-инноваций по отказу от экзаменов и переходу к гибким срокам обучения.

Перспективы развития компьютерных обучающих программ и их применение в смарт-образовании неразрывно связаны с системами искусственного

интеллекта, базирующегося на прецедентах в виде цифровых следов учащихся и преподавателей, моделях содержания и процессов обучения.

Литература

1. Creating the smart society: social and economic development through ICT applications. 6th Study Period 2014–2017 // Geneva. – 2017. 71 pp.

2. Ардашкин И.Б., Суровцев В.А. Смарт-образование как новая парадигма образования: pro et contra // Вестник Томского государственного университета. Философия. Социология. Политология. – 2020, № 54. С. 51-61. DOI: 10.17223/1998863X/54/5.

3. Тихомиров В.П., Днепровская Н.В. Смарт-образование как основная парадигма развития информационного общества // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2015, Т.11. №1. С.9-13.

4. Соловов А.В., Меньшикова А.А. Трансформация онтологии образования: от классно-урочной системы к смарт-инновациям // Онтология проектирования. – 2022, Т. 12. № 4(46). С. 470-480. DOI 10.18287/2223-9537-2022-12-4-470-480.

5. Соловов А.В., Меньшикова А.А. От рудиментов классно-урочной системы обучения к цифровым и смарт-инновациям в образовании // Информатизация образования и науки. – 2023, № 2 (58). С.9-23.

6. Соловов А.В. Дидактика и технология электронного обучения в системе КАДИС // Индустрия образования. Выпуск 6. – М.: ГОСНИИСИ. – 2002. С. 54-64.

7. Соловов А.В. Проектирование компьютерных систем учебного назначения. – Самара: Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева. – 1995. 138 с.

8. Соловов А.В. Технологические средства электронного обучения. М.: Информационно-телекоммуникационные технологии в образовании. – 2008. 40 с.

9. Соловов А.В., Меньшикова А.А. Коронавирусные зигзаги электронного дистанционного обучения // Высшее образование в России. – 2021, Т. 30. № 6. С. 60-69. DOI 10.31992/0869-3617-2021-30-6-60-69.

10. Соловов А.В. "Золотые клетки" виртуальных учебных сред // Высшее образование в России. – 2012, № 11. С. 133-137.

11. Толстой Л. Н. Воспитание и образование // Журнал «Ясная Поляна». – 1862.

12. Радаев В. Страсти по оценкам: что происходит вокруг оценивания студентов. https://www.hse.ru/news/edu/559777533.html?fbclid=IwAR0QFzHSLZo7GtrtSK4gMBDbi4icSKhEMJeYwNaOiPHW_UYnsJOs9HRPxd4.

13. Осипов Г.С. Искусственный интеллект: состояние исследований и взгляд в будущее // Новости искусственного интеллекта. –2001, Т. 43. № 1.

14. Соловов А.В. Моделирование структуры электронных образовательных ресурсов. // Информационные технологии. – 2007, № 3. С. 43-48.

15. Соловов А.В., Меньшикова А.А. Дискретные математические модели в исследовании процессов автоматизированного обучения // Информационные технологии. – 2001, № 12. С. 43-48.

16. Introducing ChatGPT. https://openai.com/blog/chatgpt.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАЗВИТИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ОДАРЕННОСТИ

Пиявский С.А.

(Самарский филиал ГАОУ ВО МГПУ)

В каждой стране исторически сформировалась система выявления, поддержки, развития и использования обществом творчески одаренных в сфере науки и техники молодых людей в их личных, корпоративных, государственных и общественных интересах. Происходящая в последние десятилетия бурная информатизация и интеллектуализация всех общественных процессов позволяет ожидать качественного развития этих систем благодаря преимуществам, предоставляемым интеллектуальными информационными технологиями.

При этом для получения качественно нового, нетривиального эффекта применяемые технологии должны не просто компьютеризовать сложившиеся процессы, но перестроить их на основе осмысления глубоких закономерностей развития одаренности. Эти закономерности вытекают из современного понимания ряда ключевых понятий.

Одаренность ([1]) - это системное, развивающееся в течение жизни качество психики, которое определяет возможность достижения человеком более высоких, незаурядных результатов в одном или нескольких видах деятельности по сравнению с другими людьми. Таким образом, вид одаренности определяется видом деятельности, которую избрала личность, а степень ее развития – результатами этой деятельности. В рамках доклада рассматриваются исследовательская деятельность и, соответственно, исследовательская одаренность, а в качестве результата этой деятельности - выполненная личностью научно-исследовательская работа (НИР).

Исследовательская деятельность ([2], [3]) - специфическая человеческая деятельность, которая регулируется сознанием и активностью личности, направлена на удовлетворение познавательных интеллектуальных потребностей, продуктом которой является новое знание, полученное в соответствии с поставленной целью и в соответствии с объективными законами и наличными обстоятельствами, определяющими реальность и достижимость цели.

Таким образом, исследовательская одаренность развивается мотивированной личностью в процессе исследовательской деятельности, предполагающей, в первую очередь, новизну получаемого результата. Это отличает ее, применительно к учащейся молодежи, от академической одаренности, которая ха-

рактеризуется повышенной способностью к высокоэффективному усвоению и применению знаний, умений и навыков.

Если рассматривать развитие исследовательской одаренности в школьно-вузовский период, то на притяжении столь длительного промежутка времени как качества личности, так и среда, в которой происходит ее развитие, существенно изменяются. Прежде всего, это относится к субъектности молодого человека. В начальный момент он практически полностью управляем семьей и образовательной системой, в конечный момент – практически полностью самостоятелен. Поэтому во всем периоде развития можно выделить три этапа: управляемого (до 8-го класса), направляемого (с 9-го класса) и самостоятельного (примерно, по завершении бакалавриата/специалитета) развития.

Не вызывает сомнений, что на значительной части рассматриваемого периода времени молодой человек не готов к ведению исследовательской деятельности в полном соответствии с приведенным выше определением, между тем без целостной деятельности и ее результата не может быть, по определению, и полноценного развития одаренности. Разрешение кажущегося парадокса дает введенное Л.С. Выготским и его последователями понятие «зон ближайшего развития» ([4]).

Зоны ближайшего развития – это сферы деятельности, в которых обучаемый еще не в состоянии действовать самостоятельно, однако может успешно оперировать под содержательным руководством. В процессе его направляемой деятельности происходит интериоризации, т. е. переход в интрапсихический процесс, при котором осуществляется освоение и присвоение обучаемым соответствующих форм и методов деятельности. Таким образом, ключевым фактором научного развития является собственная деятельность индивидуума, однако для этого, особенно в начальный период, необходимо восполнение более компетентной личностью той недостающей собственной деятельности, которая необходима для обеспечения целостность всего процесса и получения целевого результата. Ею является научный руководитель. Но деятельность образовавшейся **исследовательской пары «ученик – учитель»** - это уже самостоятельный вид деятельности – учебно-исследовательская деятельность. Приведем ее общепринятое определение (например, [5]).

Учебно-исследовательская деятельность – это такая форма организации учебно-воспитательной работы, которая имеет целью решение учениками творческой, исследовательской задачи с заранее неизвестными результатами, предполагающей наличие основных этапов, характерных для научного исследования: постановку проблемы, изучение теории, посвященной данной проблематике, подбор методик исследования и практическое овладение ими, сбор собственного материала, его анализ и обобщение, научный комментарий, собственные выводы.

Это определение адекватно отображает содержание лучших образцов развивающей работы с одаренной молодежью, если анализировать опыт конца двадцатого века. Однако двадцать первый век, особенно его второе десятилетие, показал, что ограничиться в развивающей работе с одаренной молодежью

школьного, а тем более вузовского, возраста, тем содержанием, которое следует из определения учебно-исследовательской деятельности, означает резко затормозить ее возможное развитие. В начавшемся веке эволюция развитого общества привела к тому, что молодежь, начиная со старшего школьного возраста, стала значительно более субъектной. В связи с цифровизацией интеллектуальной коммуникативной среды доступная для мотивированного школьника или студента «зона ближайшего развития» стала, в зависимости от степени его развития, существенно расширяться, так что рядовой школьный учитель, не ведущий самостоятельных научных исследований или ведущий их в отрыве от реальной сферы труда вузовский преподаватель перестают оставаться ее компетентными представителями. Поэтому все чаще к руководству выполнением молодыми исследователями научных работ привлекаются, помимо научных руководителей, и научные консультанты, непосредственно занятые полноценной исследовательской или научно-производственной деятельностью.

Привлечения в исследовательские пары научных консультантов не просто превращает их в исследовательские трио **«ученик – учитель - консультант»** и отдает дань нарастающему тренду в школах продвинутого уровня и хороших вузах. Это то, что позволяет придать системный характер всей работе, охватывающей период развития молодого исследователя от 14- 15 до 22-23 лет. На каждом ее возрастном уровне: довузовским – вузовским – послевузовским, - выделяются три стадии: **выявления – становления – перерастания.**

На стадии выявления под руководством научного руководителя происходит деятельное знакомство молодого исследователя с содержанием зоны ближайшего развития. В случае успеха он мотивируется к дальнейшей деятельности и на стадии становления осваивает охватываемый научным руководителем фрагмент зоны ближайшего развития, укрепляется в своем познавательном, интеллектуальном и ином интересе. На стадии же перерастания он начинает ощущать недостаточность научного руководства, тем более, что по времени это совпадает для него с необходимостью готовиться к переходу на следующий образовательный (для школьника) или трудовой (для студента) уровень. Здесь необходимым становится включение научного консультанта, представляющего этот следующий уровень как в содержательно-творческом, так и в карьерно-организационном отношении. На следующем уровне консультант или его аналог становится научным руководителем, а затем снова возникает потребность в научном консультанте из вышерасположенной старты.

Описанный длительный и структурно сложный процесс уже следует рассматривать как качественно иной, чем учебно-исследовательская, вид деятельности. Предложим ее определение.

Продвинутая учебно-исследовательская деятельность – это форма системной, ориентированной на ряд лет организационной и научно-направляемой самостоятельной деятельности мотивированного школьника или студента, которая

– направлена на удовлетворение его познавательных интеллектуальных, а также иных потребностей и эффективное развитие своего творческого потенциала,

– связана с последовательным решением исследовательских задач с заранее неизвестными результатами, возрастающей новизной, актуальностью и сложностью,

- поддерживается специально организованной единой развивающей научно-образовательной средой в рамках своей образовательной организации, региона, отрасли, страны,

– предполагает научно-обоснованную унифицированную оценку как развивающего эффекта, так и научной значимости текущих результатов этой деятельности и формирование на ее основе рекомендаций, оптимально направляющих развивающую деятельность.

Интеллектуальные информационные технологии являются основным инструментом организации и поддержки такой деятельности. Основные задачи, которые предстоит решить с их использованием, таковы:

1. Научиться измерять текущее положение личности в пространстве ее творческого развития - так сказать, статика;
2. Выявить структуру факторов, влияющих на локальное изменение положения (т.е. развитие) личности в ее творческом пространстве - так сказать, кинематика;
3. Выявить и научиться моделировать закономерности длительного изменения положения (развития) личности в ее творческом пространстве под воздействием влияющих факторов- так сказать, динамика;
4. Определить структуру внешней среды, в которой развивается личность, включая интересы и возможности внешних акторов, действующих в интересах творческого развития личности;
5. Предложить спектр моделей и методов, позволяющих внешним акторам совместно с развивающейся личностью формировать и реализовывать как наиболее рациональную стратегию ее развития, так и саму внешнюю среду.

Для решения этих задач используются методы системного анализа, математического моделирования, теории оптимального управления динамическими системами, многокритериальной оптимизации и принятия решений [6 – 8]. При этом существенной сложностью в использовании серьезного математического аппарата является то, что в столь тонкой сфере как развитие творческих исследовательских способностей применяются, в основном, порядковые оценочные шкалы. Решением проблемы является использование методов, описанных в [9]. В результате разработано научное, методическое и программное обеспечение, которое позволяет реализовать следующий годичный цикл продвинутой учебно-исследовательской деятельности:

1. Заполнение регистрационная анкета (в начале включения школьника или студента в систему) и определение его положения в пространстве творческого развития

2. Анализ перспективных сфер предполагаемой профессиональной деятельности
3. Выбор заинтересовавших тем НИР из зоны ближайшего развития выбранной сферы
4. Установление контакта с научным руководителем и/или консультантом выбранной темы НИР
5. Наукометрическое планирование развивающей структуры, предстоящей НИР
6. Научно модерируемое выполнение НИР
7. Оценка текущего уровня сформированности исследовательских компетенций и значимых психологических характеристик
8. Оптимальное планирование своей развивающей деятельности
9. Поддержка участия развивающейся личности в индивидуально значимых развивающих мероприятиях
10. Полноценная объективная оценка творческой и развивающей ценности, выполненной НИР
11. Реализация возможностей, связанных с выполненной НИР
12. Формирование оптимального плана творческого развития на ближайшие годы
13. Переход к этапу 1 на следующий учебный год

Некоторые полученные результаты приведены в [10]-[13].

Литература

1. Рабочая концепция одаренности / под ред. Д. Б. Богоявленской, В. Д. Шадрикова. – М.: Магистр, 1998. – 68 с.
2. Зимняя И. А., Шашенкова Е. А. Исследовательская работа как специфический вид человеческой деятельности. – Ижевск; Москва: 2001. – 103 с.
3. Исследовательская деятельность: словарь / Е. А. Шашенкова. – М. 2010. – 88 с
4. Выготский Л. С. Собрание сочинений. Т. 2. Проблемы общей психологии. – М.: Педагогика, 1982. – 504 с.
5. Организация творческой исследовательской деятельности учащихся как средство повышения качества образования. Опубликовано 31.10.2012. - Кекух О.Л. Электронный ресурс https://nsportal.ru/shkola/rodnoy-yazyk-i-literatura/library/2012/10/31/organizatsiya-tvorcheskoy-issledovatelskoy
6. Пиявский С. А. Управляемое развитие научных способностей молодежи. – М.: Академия наук о Земле, 2001. – 109 с.
7. Пиявский С. А. Исследовательская деятельность студентов в инновационном вузе: учебник. – Самара: СГАСУ, 2011. – 198 с.
8. Пиявский С. А. Введение в исследовательскую деятельность: учебник / С. А. Пиявский. – Электрон. текстовые данные. – Самара: СФ О МГПУ, 2022. – URL: https://samara.mgpu.ru/files/library_elektron/ID/Piyavskij_ID.pdf (полный текст)

9. Пиявский С. А., Малышев В. В. Новые методы принятия многокритериальных решений в цифровой среде. – М.: Наука, 2022. –391с.

10. Формирование творческих компетенций одаренной молодежи в телекоммуникационной развивающей научно-образовательной среде / С.А. Пиявский С.А., С.Р. Кирюков С.Р., А.С. Кузнецов А.С. // Информатизация образования и науки. – 2020. - № 2. – С. 127-143

11. Информационная технология профориентации творчески одаренных студентов вузов / С. А. Пиявский, С. Р. Кирюков, А. С. Кузнецов, Г. А. Кулаков // Информатика и образование. – 2020. – № 8. – С. 6–15.

12. Информационная технология профориентации творчески одаренных студентов вузов. Региональный аспект / С. А. Пиявский, С. Р. Кирюков, А. С. Кузнецов, Г. А. Кулаков // Информатика и образование. – 2021. – № 4. – С. 12–25.

13. Пиявский С.А., Кирюков С.Р., Загребова Л.Е. Интеллектуальные информационные технологии в развитии творческих способностей школьников. Часть 1// Педагогическое искусство. – 2023. №1. – С.27-55

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПЛАТФОРМ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ

Раченко Т.А.

(Тольяттинский государственный университет)

В настоящее время все больше сфер человеческой деятельности подразумевает активное использование современных технологий, а также внедрение в рабочий процесс компьютерных средств и программ. Образование – не исключение. Несмотря на то, что традиционная система обучения все еще актуальна и эффективна, появляются и новые подходы к обучению, использующие современные разработки в данной области. Таким образом, сейчас все чаще и чаще в сфере образования применяют компьютерные обучающие программы.

Такой род программ не только упрощает процесс обучения для студента и контроля для преподавателя, но и совершенствует его - предлагаемый материал для обучающегося усваивается быстрее, так как информация представлена в более удобном и интересном формате.

Так, компьютерной обучающей программой является такой программный продукт, который позволяет решить задачи из сферы педагогики. Для достижения цели обучения студенту необходимо непосредственно взаимодействовать с данной компьютерной программой.

Таким образом, исходя из определения, указанного выше, назначением программ такого типа является именно их применение в учебном процессе любого учреждения.

В настоящий момент времени наиболее распространенная классификация компьютерных обучающих программ следующая:

- Компьютерная обучающая программа в формате электронного учебника;
- Компьютерная обучающая программа в формате теста;
- Автоматизированная обучающая система.

Рассмотрим первый вариант – электронный учебник.

Под электронными учебниками понимаются такие компьютерные программы, которые используются преимущественно для того, чтобы дополнять печатные варианты учебников новой информацией, которую удобнее представить в электронном формате.

Для электронного учебника характерны следующие черты:

- Минимум текста. Важную роль в электронных учебниках также играют размер шрифта, сам шрифт и его стиль, цвет текста – все это имеет большое влияние на восприятие информации студентом;
- Наличие графических элементов, в некоторых местах электронного учебника допускается использование видео для более наглядного представления описываемого материала;
- Озвучивание текста;
- Наличие гиперссылок или на другие страницы электронного учебника, или на отдельные электронные учебники для удобства, при этом переход происходит сразу на необходимую страницу отдельного учебника;
- Создание закладок в электронном учебнике, просмотр общего списка созданных закладок, а также их сортировка и другие.

Таким образом, электронные учебники безусловно полезны, так как содержат множество способов представления информации – с помощью классического текста, графики, видео, при этом они остаются интерактивным инструментом, с которым студент может довольно просто взаимодействовать. Электронные учебники позволяют представить сложный и громоздкий материал в более легком для восприятия обучающегося формате.

Важным аспектом при разработке различных компьютерных обучающих программ, в том числе и электронных учебников, следовать принципам человеко-компьютерного взаимодействия. При их соблюдении использование таких программ будет комфортным и эффективным.

Перейдем к следующему классу компьютерных обучающих программ – тестам.

Проверка знаний обучающихся с помощью тестов – способ, который все шире применяется в настоящее время, ведь он имеет ряд достоинств – довольно простой процесс проведения тестирования, а также минимальные затраты времени на получение результатов тестов и их оценку. При проведении тестов в электронном формате подсчитанные результаты получают сразу после окончания теста, что, безусловно, очень удобно.

В сфере педагогики тесты могут использоваться для выполнения:

- обучающей функции. Данная функция подразумевает создание в процессе подготовки к тесту или при тестировании мотивирующих для обучающегося моментов. При помощи таких мер, работа студента, направленная на изучение и освоение преподаваемого материала, активизируется. Такими стимулирующими мерами могут быть, например, примерный список вопросов для подготовки к тесту, некоторые вопросы теста, наводящие на ответ и другие;

- диагностической функции, которая является основной функцией тестирования. Она помогает определить уровень знаний обучающегося;

- воспитательная функция, она помогает дисциплинировать обучающихся и призывать их к постоянному изучению материала, так как тестирования обычно проводятся периодически.

Метод проведения тестов для проверки знаний обучающихся справедлив, так как на всех этапах его прохождения и оценки все студенты находятся в одинаковых условиях.

Далее рассмотрим следующий класс компьютерных обучающих программ – автоматизированные обучающие системы.

Под данным классом компьютерных обучающих программ понимаются такие программы, которые содержат в себе набор различного рода средств, использующихся для обучения студента. Такими средствами могут быть и техническое, и учебно-методическое, и программное обеспечение. Все это необходимо для корректного взаимодействия студента и системы, и преподавателя и системы, ведь именно преподаватель здесь играет также важную роль – он может или внести коррективы в уже имеющийся материал того или иного курса, или полностью заполнить его собственными материалами. В итоге получается автоматизированный учебный курс, который при желании можно также отредактировать.

При этом, важным преимуществом такой системы является, безусловно, то, что сам преподаватель может выстроить курс именно таким образом, как ему это необходимо, в соответствии со своей методикой преподавания.

Такие системы записывают и накапливают внутри все этапы прохождения курса студентом.

Таким образом, если говорить о преимуществах автоматизированных обучающих систем по сравнению с другими классами обучающих программ, можно выделить следующее:

- возможность интерактивного взаимодействия студента с системой и преподавателя с системой. Также система является точкой взаимодействия студента и преподавателя;

- сочетание технического, педагогического, программного и так далее обеспечения, позволяющего создать удобный инструмент для обучения на базе современных компьютерных технологий.

Так как именно автоматизированные обучающие системы на данный момент развиваются особенно широко и более удобны для обучения студентов, рассмотрим сравнительный анализ нескольких систем такого класса.

В качестве параметров, по которым будет проводиться сравнение платформ, выделим развертывание, удобство интерфейса, наличие многопользовательского доступа, функционал тестирования и оценки знаний, возможность асинхронного обучения, журнал оценок, разработка материалов курса, игрофикация, наличие пробной версии, тарификацию, а также входит ли система в реестр российского ПО.

Сравнительный анализ систем представлен в таблице.

Таблица 1

Параметр	Moodle	iSpring Learn	MyLMS
Развертывание	Физическое, виртуальное	Физическое, виртуальное	Виртуальное
Удобство интерфейса	Функционал системы достаточно обширен, нужно достаточно много времени для того, чтобы разобраться в нем	Функционал достаточно прост и понятен	Функционал достаточно прост и понятен
Наличие многопользовательского доступа	Да	Да	Да
Функционал тестирования и оценки знаний	Да	Да	Нет
Возможность асинхронного обучения	Да	Да	Да
Журнал оценок	Да	Да	Нет
Разработка материалов курса	Внутри системы можно разрабатывать учебные и контрольные материалы	Внутри системы можно разрабатывать учебные и контрольные материалы	Внутри системы можно разрабатывать учебные материалы
Игрофикация	Да	Да	Да
Наличие пробной версии	Есть пробная версия	Есть пробная версия	Есть пробная версия
Тарификация	Бесплатная система, можно подключить платные функции с ежегодной оплатой	Ежемесячная оплата	Ежемесячная оплата
Реестр российского ПО	Нет	Да	Нет

Таким образом, при определении таких параметров, как развертывание - виртуальное, удобство интерфейса – простота и понятность, наличие многопользовательского доступа - да, функционал тестирования и оценки знаний - да, возможность асинхронного обучения - да, журнал оценок - да, разработка материалов курса – возможность разработки внутри системы и учебных, и контрольных материалов, игрофикация - да, наличие пробной версии – да, наиболее оптимальным вариантом будет система iSpring Learn, так как она соответствует всем выделенным параметрам, а также входит в реестр российского ПО.

Литература

1. Раченко, Т. А. Машинное обучение и искусственный интеллект в подготовке ИТ-специалистов / Т. А. Раченко // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации : Сборник научных трудов материалов Девятнадцатой открытой Всероссийской конференции, Москва, 19–20 мая 2021 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "1С-Паблишинг", 2021. – С. 270-272. – EDN ZFGYBP.

2. Тихонова, Е. В. Современные информационные технологии в системе интерактивного обучения / Е. В. Тихонова, О. М. Харунжина, Л. И. Папировская // Дни студенческой науки : Сборник материалов 49-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 05–16 апреля 2022 года. – Самара: Самарский государственный университет путей сообщения, 2022. – С. 76-79. – EDN QJFTGX.

3. Фролов, И. А. Анализ современных решений для электронного обучения / И. А. Фролов, Л. Л. Фролова // Информатика: проблемы, методы, технологии : Материалы XXI Международной научно-методической конференции, Воронеж, 11–12 февраля 2021 года. – Воронеж: Общество с ограниченной ответственностью "Вэлборн", 2021. – С. 2139-2148. – EDN PTAFMN.

СОДЕРЖАНИЕ

Автоматизированные системы научных исследований

Акалу Й.А., Еленев Д.В. Применение и анализ моделей атмосферы в задачах моделирования движения 3
Балабаева М.А., Зеленко Л.С., Смирнов С.В. Эффективность замены решетки формальных понятий их субиерархией Галуа в онтологическом анализе данных 7
Бахарева Н.Ф., Тарасов В.Н. Имитационные модели массового обслуживания
с операционным сдвигом по времени 11
Белов А.В. Анализ факторов, влияющих на выбор местоположения организаций сферы услуг 14
Власов С.А., Глибоцкий Д.С., Курочкин А.А. Приложение для информационной поддержки проектирования авиационных конструкций с использованием технологии виртуальной реальности 16
Выгодчикова И.Ю., Бобылева А.Р. Инструментарий совершенствования маркетинговой системы торгового предприятия 20
Выгодчикова И.Ю., Курлова К.А. Инструментарий оценки рейтинга банков в бинарной иерархической системе субиндексов для экспертной системы «два на два» 23
Выгодчикова И.Ю., Форкунов Н.П., Трофименко А.В. Систематизация финансовых коэффициентов в банковской сфере для формирования интегрального рейтинга 26
Гетманова С.А., Писарев А.П. Расчет цены нового программного продукта на основе анализа рынка программ для ресторанного бизнеса 29
Ефимушкина Н.В, Орлов С.П. Модели для изучения центральных процессоров 33
Земцов В.В. Разработка программного обеспечения для испытаний слаботочных источников питания 37
Зотеев В.Е., Башкинова Е.В., Ерочкина А.В. Исследование эффективности применения стохастических моделей временных рядов в задаче системного анализа влияния региональной энергетики на экологию 39
Куликов Ф.О., Камальдинова З.Ф. Разработка модулей информационно-аналитической системы для организации российский теннисный тур 43
Мирошникова В.А., Чигарина Е.И. Разработка автоматизированной информационной системы для анализа трансформации образа политика в средствах массовой информации 48
Морозов О.А., Пинегина Н.А. Применение винеровской фильтрации с цифровой предобработкой в задаче обнаружения PSK сигналов 51

Орлов С.П., Новокщенов С.Г. Система обеспечения реактивного доступа и управления изменениями слабоструктурированных данных в клиентских приложениях....55
Павленко В.Д., Зеленко Л.С. Информационная система для управления производственным планом, оборудованием и организационной структурой предприятия 61
Пащенко Д.В., Мерзляков Ю.В. Радиолокация в современной авиации 65
Пащенко Д.В., Мерзляков Ю.В. Проблемы настройки и испытаний авиационных радиоэлектронных комплексов 74
Рындина М.С. Модель для исследования когерентности памяти компьютера....79
Селютин А.Д., Кушников В.А. Оценка моделей качества свободного программного обеспечения на соответствие стандарту iso 25010 84
Тарасов В.Н. Численно-аналитические модели массового обслуживания с операционным сдвигом по времени 88
Тихонов С.В., Головнин О.К. Интеллектуальная система поддержки принятия решений в процессе определения платежеспособности заемщиков....91
Цветов В.П. Метод построения операции, дистрибутивной относительно заданной на конечном множестве 95
Чуманкин Ю.Е., Морозов О.А., Фидельман В.Р. Учёт среднего рэлеевского шума в задаче пассивной моноимпульсной пеленгации 99
Яценко Н.П. Методика рационального замещения государственных услуг цифровыми сервисами....102

Информационная безопасность

Бабенко А.А. Модель определения состава системы защиты АСУ ТП 107
Козырева Н.И., Калемалькина А.А., Давыдов Д.А., Омельченко А.И. Снижение уровня киберугроз на международном финансовом рынке 111
Максимович Р.И., Кудрина М.А. Способы повышения скрытности стеганографического алгоритма «Метод цветовых кодов»....114
Морева Д.В., Камальдинова З.Ф. К вопросам тестирования безопасности информационных ресурсов (на примере тестирования цифровой платформы «NEXT») 119
Савенков Э.Б., Камальдинова З.Ф. Автоматизированная система управления зданием 126
Хаерова Э.И., Бикмуллина И.И. Кибербезопасность медицинских устройств: методы и средства защиты 129

Интеллектуальные системы и машинное обучение

Legović T., Kulikovskikh I. What are large language models, such as CHATGPT-3.5 or GPT-4, good for? 133
Александрова М.В. Адаптация пользовательских интерфейсов дополненной реальности на основе контроля глубины погружения 137
Бердяева А.С., Орлов С.П. Применение рекуррентных нейронных сетей в решении задач анализа экспериментальных данных технических объектов 141
Горобец Е.А. Применение онтологического подхода в медицине на примере мобильного приложения 145
Головнина А.А. Интеллектуальные программные средства семантического анализа геотекстовых данных 148
Диязитдинова А.Р., Богданова Е.А. Усовершенствование системы мотивации участников ит-команды на базе нечеткой логики 151
Додонова Е.А. Применение цифровой платформы интегрального мониторинга в здравоохранении 156
Досанаева К.С., Крайнова О.А. Оценка качества построения модели машинного обучения 159
Дубинина И.Н. Интегральный мониторинг показателей в социальной деятельности региона 162
Ефимушкин Н.А., Ефимушкина Н.В. Система контроля состояния контактной сети ржд 164
Кривоконева Е.А. Разработка сервиса для реализации алгоритма обнаружения аномалий на цифровых изображениях с использованием глубоких нейронных сетей 169
Микони С.В. Освоение теории принятия решений на инструментальной системе свирь 172
Мостовой И.Л. Модульность нейроробототических систем, основанных на кибернетической модели биологической нейронной сети 175
Панюкова Е.В. Применение itil в управлении it инцидентами организации 178
Сафронков В.В. Цифровая трансформация организации с использованием онтологии 181
Смагин А.А., Липатова С.В., Булаев А.А. Применение онтологий в системах управления обучением 184
Смагин А.А., Смирнова А.В. Структурная идентификация псевдослучайных последовательностей на основе нейронных сетей 188

Информационные технологии в медицине

Адамова А.В., Котыков Е.А. Анализ методов определения пульса по данным ЭКГ 193
Головнин О.К., Епишина Е.И. Интеллектуальная система распознавания рентгеновских снимков диагностики легких 196
Демушкина К.М., Кузьмин А.В. Особенности разработки плагина для анализа биомедицинских данных в среде PROM 6.11 199
Жейков Д.С., Хачатурова Я.А., Сафонов А.Ю., Анисимов С.О. Спирометрия и определение уровня оксигенации крови у людей, пользущихся системами испарения жидкостей с содержанием глицерина 202
Карташов И.С., Привалова С.В. Сравнительный анализ биомедицинских сигналов при помощи разности частотных спектров 205
Коновалов С.Е., Куликовских И.М. Сборка цифрового образа пациента на примере почечной колики 208
Коробкова Т.А. Разработка автоматизированной системы для диагностики меланомы с двухэтапной проверкой подлинности диагноза 212
Краснов С.В., Шук Н.Н. Моделирование работы отделения реанимации и интенсивной терапии 215
Куликовских И.М., Коновалов С.Е., Прохоров С.А. Оптимизация когнитивного ресурса при диагностике неотложных состояний 221
Пирюшов А.С., Зеленко Л.С. Веб-приложение для определения рисков при опухолевой толстокишечной непроходимости 224
Пирюшов М.С., Зеленко Л.С. Автоматизированная система оказания психологической помощи сотрудникам банка 229
Фокин Д.А., Мостовой И.Л., Баннов В.М., Стецуков Г.Д., Куликовских И.М. Повышение энергоэффективности нейроробототической системы через реконструкцию функциональной карты спайковых нейронных сетей 232

Информационные технологии на транспорте

Воронин В.Н., Черепашков А.А., Методологическая схема учебного автоматизированного проектирования при целевой подготовке инженеров-технологов в среде учебного виртуального предприятия 235
Головнин О.К., Игонина А.А. Информационная поддержка принятия решений по расположению парковок средств индивидуальной мобильности 239
Головнин О.К., Ярмов Р.В. Обнаружение и различение технических средств организации дорожного движения на основе методов компьютерного зрения 242
Коноплева А.Н., Головнин О.К. Интеллектуальная система прогнозирования макроскопических характеристик транспортных потоков для умного города 245

Михеева Т.И., Михеев С.В., Алексеев С.А. Проектирование автоматизации в итсгис управления геообъектами 248
Михеева Т.И., Михеев С.В., Чугунов А.И., Золотовицкий А.В. Дорожно-транспортные происшествия в информационно-аналитической системе «ITSGIS» 254
Михеева Т.И., Чекина Е.В., Михеев С.В., Чугунов А.И. Улично-дорожные сети городов на интерактивной электронной карте интеллектуальной транспортной геоинформационной системы 257
Михеева Т.И., Измайлов В.А., Смолев А.М. Распознавание дорожных знаков индивидуального проектирования с изображением на интерактивной карте «ITSGIS» 262
Михеева Т.И., Клепиков Н.М. Выбор наилучшей архитектуры свёрточной нейронных сетей для обнаружения объектов на видеопотоке на интерактивной карте в интеллектуальной транспортной геоинформационной системе «ITSGIS» 267
Михеева Т.И., Смолев А.М., Измайлов В.А. Змерение ширины проезжей части при паспортизации автомобильных дорог в геоинформационной системе «ITSGIS» 275
Поляков М.С., Кушников В.А., Богомолов А.С., Иващенко В.А. Модели прогнозирования основных показателей безопасности дорожно-транспортной системы 280
Свирина А.Р., Орлов С.П. Средства реализации компьютерного зрения для беспилотных автомобилей 284

Методика обучения и компьютерные обучающие программы

Газизова Н.Р., Камальдинова З.Ф. Проектирование платформы для онлайн обучения 289
Иващенко А.В., Чертыковцева Н.В. Передовая медицинская инженерная школа самарского государственного медицинского университета 292
Кирюков С.Р. Наукометрический анализ при руководстве учебно-исследовательскими работами школьников 295
Кочетков А.В., Зеленко Л.С. Веб-приложения для обучения базовым навыкам программирования 299
Соловов А.В., Меньшикова А.А. Компьютерные обучающие программы в смарт образовании 304
Пиявский С.А. Интеллектуальные информационные технологии в развитии исследовательской одаренности 309
Раченко Т.А. Анализ современных платформ для автоматизированных обучающих систем 314

Информационные системы и технологии (ИСТ 2023):
Труды научно-технической конференции
с международным участием / под ред. С.А. Прохорова

Размещено на сайте Передовой медицинской инженерной школы ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России https://samsmu.ru/centers/pmish/
19.06.2023
Объем издания 12,2 Мбайт

Издательство Самарского научного центра Российской академии наук
443001, г. Самара, Студенческий пер., 3а
тел.: (846) 340-06-20