

СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ ЧЕЛОВЕКА

Мишина Кристина Дмитриевна аспирант¹,
Безбородова Оксана Евгеньевна д.т.н., доцент¹,
Мартынов Дмитрий Владиславович, аспирант²,
Бодин Олег Николаевич д.т.н., профессор²,

¹Пензенский государственный университет

²Пензенский государственный технологический университет

¹E-mail: kristina_mishina_1998@mail.ru

В данной статье приведен способ улучшения медицинской информационной системы, которую применяют для оценки функционального состояния организма человека. Оптимизация данной системы происходит за счет внедрения в нее мультиагентной подсистемы, которая позволит произвести сбор полной информации медицинских данных о пациенте, подобрать ему индивидуальную схему лечения и осуществлять контроль над его выздоровлением.

Ключевые слова: окружающая среда, функциональное состояние организма человека, экологическое благополучие человека, медицинская информационная система, мультиагентная подсистема.

SOCIAL AND HYGIENIC MONITORING TO ENSURE HUMAN ENVIRONMENTAL WELLBEING

Kristina D. Mishina graduate student¹,
Oxana E. Bezborodova doctor of technical sciences, docent¹,
Dmitriy V. Martynov graduate student²,
Oleg N. Bodin doctor of technical sciences, professor².

¹ Penza State University

² Penza State Technological University

¹E-mail: kristina_mishina_1998@mail.ru

This article provides a way to improve the medical information system, which is used to assess the functional state of the human body. Optimization of this system occurs due to the introduction of a multi-agent subsystem into it, which will allow collecting complete information about the patient's medical data, selecting an individual treatment regimen for him and monitoring his recovery.

Keywords: the environment, the functional state of the human body, human environmental wellbeing, medical information system, multi-agent subsystem.

Для оценки качества жизни человека Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) ввела параметр «бремя болезней». Этот параметр определяют на основе количества лет жизни, скорректированных с учетом степени выраженности имеющихся у человека заболеваний, и может быть определен двумя способами. Во-первых, на основе подсчета лет жизни с учетом нетрудоспособности – индекс DALY (Disability Adjusted Life Years). Во-вторых, с учетом качества жизни – показатель QALY (Quality Adjusted Life

Years). Для определения значений этих индексов ВОЗ сформировала перечень учитываемых факторов риска (ФР). Одним из первых было названо качество окружающей среды (ОС) в месте проживания человека – по данным [2] 24% глобального бремени болезней и 23% всех случаев смертности ВОЗ связывает с качеством ОС. При этом среди детей в возрасте до 14 лет количество смертей связанных с качеством ОС достигает 36%. А также количество лет здоровой жизни потерянных на одного человека в результате изменения качества ОС в 5 раз выше у детей, чем у взрослых. Эти параметры варьируются в зависимости от конкретного заболевания и региона проживания человека (рис. 1), но проблема очевидна.

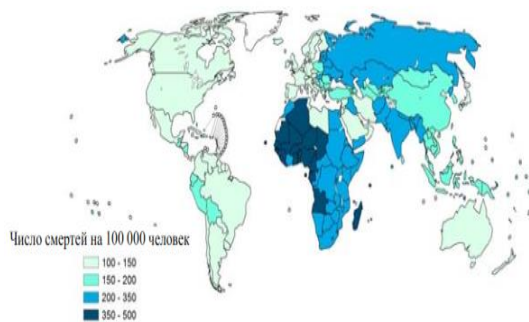


Рис. 1. Распределение бремени болезней по странам и континентам на основе качества окружающей среды [2]

Примечание: 1 – диарейные болезни, 2 – инфекционные заболевания легких, 3 – малярия, 4 – перинатальные состояния, 5 – ишемическая болезнь сердца, 6 – умственная отсталость обусловленная воздействием свинца, 7 – астма, 8 – туберкулез, 9 – суицид, 10 – депрессия, 11 – отравления, 12 – потеря слуха, 13 – лимфатический филяриоз, 14 – рак легких

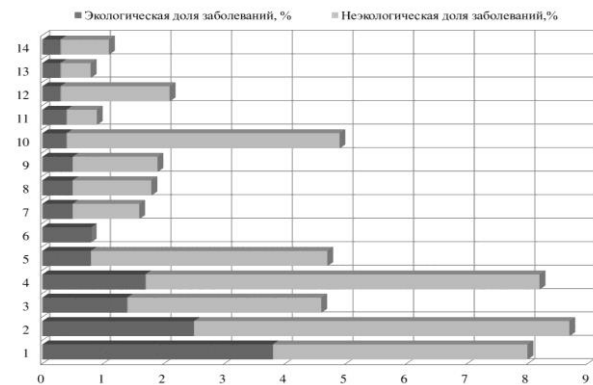


Рис. 2. Вклад экологического фактора в бремя болезней при возникновении заболеваний [2]

Из рисунка видно неравномерное распределение составляющей бремени болезней связанной с качеством ОС. При этом на развивающиеся страны приходится большее число смертельных случаев, связанных с качеством ОС. И это, в основном, смертность от биологических ФР, то есть инфекционных заболеваний. Для развитых стран показатель бремени болезней, формируемый качеством ОС, связан, в первую очередь, с распространенностью сердечнососудистых и онкологических заболеваний. Статистика заболеваний подтверждает влияние качества ОС на здоровье человека (рис. 2).

Приведенная статистика показывает, что качество окружающей человека среды вносит существенный вклад в формирование качества жизни каждого человека. Поэтому управляя и регулируя качество ОС можно формировать качество жизни человека. И, следовательно, ОС необходимо воспринимать не только как источник опасности, но и как средство борьбы с этой опасностью, как ресурс для укрепления и охраны здоровья, благодаря которому можно продлить годы жизни, улучшить их качество и повысить общий уровень экологического благополучия человека (ЭБЧ). Для полного понимания связи между качеством ОС и здоровьем необходима дальновидная политика, рассчитанная на проникновение в суть сложного взаимодействия

физической, биологической и социальной среды.

Цель работы – разработать медицинскую информационную систему (МИС) мониторинга здоровья человека с учётом экологических проблем в урбанизированных районах.

Для достижения этой цели необходимо решить следующие **задачи**: анализ влияния ФР на возникновение коморбидности пациентов; разработать и предложить схему МИС, имеющей возможность быть интегрированной в информационно-измерительную систему (ИИС) определения ЭБЧ.

Для достижения поставленной цели разработаны научно-методические основы и алгоритм оценки и прогнозирования индивидуального риска заболеваний, ассоциированных с воздействием негативных факторов, для решения задач персонализированной профилактики.

На протяжении всей истории развития человека сопровождают различные заболевания. Идея лечения не болезни, а больного сформулирована еще врачами древнего мира, когда впервые были установлены взаимосвязи между различными заболеваниями. В 1970 году американский врач A.R. Feinstein, ввел понятие коморбидность, понимая под этим термином сочетание у одного больного двух и/или более хронических заболеваний, патогенетически взаимосвязанных между собой или совпадающих по времени у одного пациента вне зависимости от активности каждого заболевания [12, 13].

Проблемы диагностирования и лечения коморбидных патологий рассмотрены в [11], где показана взаимосвязь ФР с основными хроническими заболеваниями, а также частотой возникновения коморбидности у различных групп заболеваний. Так в статье [11] показано, что артериальная гипертензия выступает ФР возникновения у пациента и других сердечнососудистых заболеваний (табл. 1).

Таблица 1.

Частота возникновения коморбидности при сердечнососудистых заболеваниях [11]

Коморбидность	Частота возникновения заболеваний, %			
	ишемическая болезнь сердца	хроническая сердечная недостаточность	фибрилляция предсердий	инсульт
Артериальная гипертензия	81,3	85,6	84,5	89,0
Ишемическая болезнь сердца	–	72,1	63,5	58,1
Хроническая сердечная недостаточность	36,3	–	50,9	37,2

Примечание: адаптировано из: DuGoff EH, Canudas-Romo V, Buttorff C, et al. Multiple chronic conditions and life expectancy: a life table analysis. Med Care. 2014 Aug;52(8):688-94. Doi:10.1097/MLR.000000000000166.

Очень часто в медицинской практике диагностируется сердечнососудистая коморбидность [4], то есть наличие у пациента двух и более заболеваний (табл. 2).

Таблица 2.

Группы часто встречающихся заболеваний [11]

Два заболевания	Частота возникновения, %	Три заболевания	Частота возникновения, %
Артериальная гипертензия и гиперлипидемия	57,2	Артериальная гипертензия и ишемическая болезнь сердца и гиперлипидемия	35,8
Артериальная гипертензия и ишемическая болезнь сердца	36,8	Артериальная гипертензия и гиперлипидемия и диабет	31,7
Артериальная гипертензия и диабет	32,7	Артериальная гипертензия и ишемическая болезнь сердца и диабет	21,5
Ишемическая болезнь сердца и гиперлипидемия	31,3		

Примечание: адаптировано из: Centers for Medicare & Medicaid Services. Chronic conditions overview. 2014. Available at: <http://www.cms.gov/Research-Statistics-Data-and-Systems/Statistics-Trendsand-Reports/Chronic-Conditions/index.html>.

Исследованиями установлена [15] связь между состоянием здоровья человека и качеством окружающей среды в месте его проживания, то есть наличием нехарактерных примесей в воде, воздухе и почве (табл. 3). В месте проживания человека по данным [15] были зафиксированы следующие особенности среды обитания: неудовлетворительное качество атмосферного воздуха по содержанию формальдегида, оксида углерода, бензола, фенола (1,3–7,0 ПДК_{сс}).

Таблица 3.

Примеры установленных причинно-следственных связей между качеством окружающей среды в месте проживания человека и его состоянием здоровья [15]

Фактор риска в атмосферном воздухе	Маркер фактора риска	Маркер эффекта действия фактора риска
Бензол	Бензол в крови	повышение артериального давления
Фенол	Фенол в крови	повышение общего холестерина в крови

В ряде работ [3,5] исследователи предлагают использовать при оценке функционального состояния организма человека индекс экологической коморбидности (Ecological comorbidity index – ECI), учитывающий геоклиматические, экологические и социальные особенности региона проживания человека, в работе [9] – индекс экологической коморбидности ECI+, учитывающий интегральный показатель состояния территориальной техносферы (ТТ) в месте проживания человека.

Учитывая все вышесказанное и мнение ВОЗ о вкладе качества ОС в бремя болезней человека, можно говорить об ОС как о факторе, формирующем бремя болезней и качество жизни человека. Поэтому возникает необходимость постоянного измерительного контроля параметров ОС и функционального состояния организма (ФСО) человека.

Современные средства оценки ФСО человека это, прежде всего, МИС и системы поддержки принятия врачебных решений (СППВР). Их работа

связана со сбором и обработкой медицинских данных. Подход к построению таких систем предполагает модульную структуру. Обязательными для всех систем являются подсистемы, содержащие общие сведения о пациентах: анкету, жизненно важные (витальные) показатели (артериальное давление, температура тела, частота дыхания, частота сердечных сокращений и пр.), данные о прививках, перенесенных заболеваниях, инвалидности. Примером такой подсистемы является единая электронная медицинская карта (ЭМК) пациента [6, 7]. С этой подсистемой работают все МИС, накапливая в ней данные по заданной структуре. Выбор остальных подсистем отражает специфику медицинской организации (МО). Но во всех случаях для принятия решений собирают данные измерительного контроля получаемые путем лабораторных исследований. Эти данные получают путем измерения параметров органов и систем организма человека либо *in vivo*, либо *in vitro*. Без вмешательства в организм человека (*in vivo*) определяют физические параметры организма (вес, рост, пульс, давление систолическое и диастолическое и пр.). Эти измерения проводит либо непосредственно врачебно-медицинский персонал в МО, либо они выполняются специальными приборами дистанционно, в автономном режиме и затем передаются врачу для анализа и оценки, например, при холтеровском мониторинге. Но существуют данные, которые можно получить только *in vitro*. Для этого используют средства клинической лабораторной диагностики, заключающиеся в исследовании биоматериала человеческого организма, сопоставлении результатов с клиническими данными и формулировании лабораторного заключения.

Результаты измерения параметров ФСО человека собираются и аккумулируются в ЭМК пациентов [6, 7].

Каждая МИС является частью Единой государственной информационной системы здравоохранения (ЕГИСЗ), созданной для накопления и систематизации медицинских данных [6, 7].

Автоматизированная система дистанционного мониторинга здоровья человека (АСДМЗ) [14] позволяет автоматизировать различные процессы, в том числе сбор показателей ФСО человека с помощью носимой электроники (*eHealth*). Это рабочая система [10], интегрированная с приборами мониторингирования различных производителей. Данные измерений попадают в ЕГИСЗ через Интернет; врач и пользователь сразу видят результаты измерений, включая статистику изменений и историю за последнее время.

Клиническая лабораторная диагностика представляет врачам порядка 80% объективной диагностической информации, необходимой для оценки ФСО человека. В таблице 4 приведены исследуемые компоненты биоматериалов человека.

Таблица 4.

Исследуемые компоненты биоматериалов человека для оценки функционального состояния организма человека

Вид компонентов биоматериалов человека	Исследуемый компонент биоматериалов (аналит)
Собственные клеточные элементы организма	клетки крови и тканей
Эндогенные химические компоненты	субстраты, метаболиты, ферменты, коферменты; гуморальные регуляторные компоненты: гормоны, медиаторы; факторы гемостаза и фибринолиза: ферменты, тромбоциты
Биологические факторы распознавания и защиты	антигены, антитела; компоненты комплемента, цитокины, ростовые факторы; лимфоциты; макрофаги
Носители генетической информации	гены, нуклеиновые кислоты, нуклеотиды и их последовательности
Экзогенные химические компоненты	токсины, металлы, спирты; лекарства; наркотические вещества
Экзогенные патогенные организмы	бактерии; вирусы; грибы; паразиты (гельминты, простейшие)

Из результатов измерительного контроля формируют базы данных (БД), позволяющие проводить моделирование органов, тканей, систем и всего организма человека.

Как видно из таблицы 4 данные о содержании в организме человека экзогенных химических компонентов, а именно, тяжелых металлов, что в первую очередь связывают либо с качеством среды обитания человека, либо с профессиональной деятельностью, можно получить в результате клинических лабораторных исследований. Но, учитывая, что эти исследования не входят в исследования по перечню полиса обязательного медицинского страхования, они не проводятся в массовом порядке и массивов данных о содержании в организме человека экологически обусловленных экзогенных химических компонентов не существует. И это затрудняет оценку вклада экологического благополучия в бремя болезней человека.

Разработанная авторами МИС МО для оценки ФСО человека приведена на рисунке 3 [1].

Она содержит совокупность автоматизированных рабочих мест (АРМ), оборудованных персональными компьютерами, к которым подключены и с которых есть возможность получать данные и управлять техническими средствами съема, регистрации, обработки, передачи, приема и анализа биомедицинских сигналов и данных. Это, прежде всего, оборудование клиничко-диагностических лабораторий (КДЛ), лабораторий функциональной диагностики (ЛФД), АРМ врачей-специалистов, медицинских регистраторов для ввода медицинских данных в форме медико-экономических групп (МЭГ), с возможностью их редактирования, пополнения и изменения.



Рис. 3. Схема медицинской информационной системы для оценки функционального состояния организма человека

Блок БД для хранения и накопления медицинских данных содержит БД МЭГ, БД ЭМК пациентов, БД лекарств и процедур и справочную БД.

МИС МО включает подсистему для управления, использования, редактирования, заполнения доступа к БД МЭГ, а также инструменты для осуществления медицинских услуг, которые могут быть использованы персоналом МО для выбора вариантов диагностики лечения, а так же для улучшения и персонализации схем лечения [1].

Мультиагентная подсистема (МАПС) для определения ФСО человека использует данные измерительного контроля, получаемые из КДЛ и ЛФД, данные вводимые врачом и регистратором.

Как показано на рисунке 4, работа подсистемы определения ФСО человека начинается ввода данных паспорта пациента или номера его полиса обязательного медицинского страхования [8].

По этому запросу загружается ЭМК пациента, при этом МАПС проводит поиск данных о показателях здоровья пациента и обновления ЭМК пациента.

При посещении врача, с его АРМ, в систему вводятся данные о жалобах, симптомах пациента, на основе которых МАПС предлагает врачу порядки и стандарты медицинской помощи, объединенные в МЭГ, включающие перечень необходимых исследований, выполняемых техническими средствами съема, регистрации, обработки, передачи, приема и анализа биомедицинских сигналов и данных, на основе результатов которых может быть конкретизирован диагноз и предложена схема лечения. После занесения в ЭМК пациента результатов измерительного контроля, выполненного техническими средствами съема, регистрации, обработки, передачи, приема и анализа биомедицинских сигналов и данных МАПС вычисляет и предлагает

на выбор врачу и пациенту совокупность лекарств и процедур, показанных при диагностированном заболевании (на основе стандартов медицинской помощи) с учетом индивидуальных особенностей пациента из которых формируют наилучшую схему лечения.



Рис. 4. Схема алгоритма способа улучшения лечебно-диагностической медицинской помощи

Персонализация схемы лечения осуществляется МАПС по совокупности критериев, соответствие которым позволяет [1, 8] исключить противопоказанные препараты и процедуры, добавить дополнительные, учитывающие коморбидность пациента и, при необходимости, компенсирующие экологическое состояние зоны проживания пациента.

Кроме работы с МЭГ МАПС [1] собирает информацию о лекарственных средствах для ведения специальных БД, формируемых МАПС; осуществляет поиск достоверной информации о здоровье пациента и обновление его ЭМК; обеспечение сохранности личных данных; персонализация преимущественной схемы лечения пациента; корректировку параметров персональной преимущественной схемы лечения.

Персонализация преимущественной схемы лечения, выполняемая МАПС, заключается в корректировке наилучшей схемы лечения пациента с учетом противопоказаний, аллергий, коморбидности, необходимости, назначения препаратов, компенсирующих экологическое состояние зоны проживания пациента.

Таким образом, МИС МО, имеющая в составе МАПС, позволяет произвести сбор полной совокупности медицинских данных о пациенте по защищенным каналам связи, составить перечень препаратов противопоказанных при данном заболевании, персонализировать преимущественную схему лечения с учетом особенностей пациента, а также осуществить контроль процесса лечения, корректируя схему лечения при отрицательной динамике.

Из вышесказанного следует, что окружающая среда является одним из основных факторов, влияющих на функциональное состояние человеческого организма. Окружающая среда может оказывать негативное влияние или быть средством для комфортного пребывания человека в том или ином пространстве. Поэтому добавление параметров, определяющих качество окружающей среды, в системы, анализирующие функциональное состояние организма человека, является важной задачей. Предложенный в данной работе алгоритм совершенствования лечебно-диагностической системы и добавление в МИС мультиагентной подсистемы позволит проводить полную диагностику ФСО человека. Таким образом, можно будет полностью проанализировать влияние неблагоприятных факторов на организм, поставить диагноз, подобрать лечение и проконтролировать процесс выздоровления.

Список литературы

1. Анисимов А.А., Глазова А.Ю., Пустозеров Е.А., Юлдашев З.М. Системы удаленного мониторинга здоровья людей с хроническими заболеваниями. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2019, 172. С. ISBN 978-5-7629-2568-6.
2. Масленникова Г.Я., Бойцов С.А., Оганов Р.Г., Аксельрод С.В., Есин П.Е. Неинфекционные заболевания как глобальная проблема здравоохранения, роль ВОЗ в ее решении. Профилактическая медицина. 2015, №1. СС 9-13. doi:10.17116/profmed20151819-13.
3. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 15 января 2020 г. № 8. Об утверждении Стратегии формирования здорового образа жизни населения, профилактики и контроля неинфекционных заболеваний на период до 2025 года. <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73421912/>.
4. Benkel I, Arnby M and Molander U. Living with a chronic disease: preparation, information, talking and thoughts about the disease. Int J Med Res Health Sci 2019; 8(2): 50–58.
5. D. Malta, B. Duncan et al. Trends in mortality due to noncommunicable diseases in the Brazilian adult population: national and subnational estimates and projections for 2030. Population Health Metrics 2020, 18(Suppl 1):16 <https://doi.org/10.1186/s12963-020-00216-1>.
6. Early diagnostics: shaping healthcare and society through new technologies. https://eithealth.eu/wp-content/uploads/2020/09/EIT-Health-paper_Early-Diagnostics_Shaping-Healthcare-Society.pdf (обновлено 15.03.2024).
7. E.P. Balogh, B.T. Miller, J.R. Ball. Improving Diagnosis in Health Care. National Academies Press. 2015. 473 P. ISBN 978-0-309-37769-0. DOI:10.17226/21794.
8. E. Vittinghoff, C.E. McCulloch, D.V. Glidden, S. C. Shiboski. Essential Statistical

Methods for Medical Statistics. 2011, Pages 66-103. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53737-9.50006-2>.

9. Francis P Chmiel, Dan K Burns, John Brian Pickering, Alison Blythin, etc. Prediction of Chronic Obstructive Pulmonary Disease Exacerbation Events by Using Patient Self-reported Data in a Digital Health App: Statistical Evaluation and Machine Learning Approach. JMIR Medical Informatics. 2022, Vol 10, No 3(2022): www.thelancet.com/digital-health Vol. 5 February 2023.

10. M. Peyroteo, I. A. Ferreira, L. B. Elvas, J. C. Ferreira, L. V. Lapão. Remote Monitoring Systems for Patients With Chronic Diseases in Primary Health Care: Systematic Review. MIR Mhealth Uhealth 2021;9(12). doi: 10.2196/28285.

11. NCD Countdown 2030: worldwide trends in non-communicable disease mortality and progress towards Sustainable Development Goal target 3.4. Lancet. 2018 Sep 22;392(10152):1072-1088. doi: 10.1016/S0140-6736(18)31992-5. Epub 2018 Sep 20.

12. Noncommunicable diseases. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>. (обновление 15.03.2024).

13. Sellers S. Cause of death variation under the shared socioeconomic pathways. Climatic Change (2020) 163:559–577. <https://doi.org/10.1007/s10584-020-02824-0>.

14. Yuldashev Z.M. A Remote System for Monitoring the State of Health of People with Chronic Diseases and Predicting Periods of Exacerbation. Biomedical Engineering. 56. №5. 294-297. 2023. doi: 10.1007/s10527-023-10222-w.

15. Y. Wang, J. Wang. Modelling and prediction of global non-communicable diseases. Public Health (2020) 20:822 <https://doi.org/10.1186/s12889-020-08890-4>.