

ISSN print 2712-9217 • №1 (11) • март • 2025
ISSN online 2712-9225 • DOI 10.29188/2712-9217

РОССИЙСКИЙ ЖУРНАЛ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ И ЭЛЕКТРОННОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

RUSSIAN JOURNAL OF TELEMEDICINE AND E-HEALTH

■ Цифровые технологии
для укрепления здоровья и
профилактики заболеваний
у пожилых людей

■ Учебно-практический тренажер
для обучения клиническому
мышлению на языке
программирования Python

■ ASLEEP – платформа
оценки сна и подбора
решений для улучшения
сна



Дневник
мочеиспускания

СКАЧАТЬ ПРИЛОЖЕНИЕ:

Play Market:

App Store:



Ваш бесплатный помощник в контроле здоровья мочевого пузыря!

Дневник мочеиспускания помогает :



Выявить проблемы
с мочеиспусканием



Оценить работу
мочевого пузыря

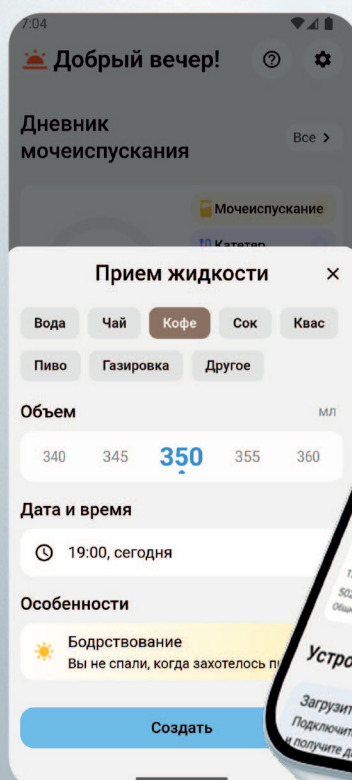


Контролировать
лечение

Бесплатно

Конфиденциально

Сопрягается с УФМ



bladderdiary.ru

info@ettagroup.ru

+7 (495) 955-14-08

РОССИЙСКИЙ ЖУРНАЛ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ И ЭЛЕКТРОННОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере
связи, информационных технологий и массовых коммуникаций,

свидетельство ПИ № ФС 77 – 74021 от 19.10.2018

ISSN print 2712-9217; ISSN online 2712-9225; <https://doi.org/10.29188/2712-9217>

02 июня 2021 г. в запись о регистрации СМИ внесены изменения Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций в связи с изменением названия, изменением языка, уточнением тематики

ЦЕЛЬ ИЗДАНИЯ – информирование ученых, организаторов здравоохранения, практикующих врачей о реальных возможностях применения и об эффективности различных информационно-коммуникационных систем в медицине.

НАУЧНАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ – электронное здравоохранение, телемедицина, медицинская информатика и кибернетика, мобильное здоровье, организация здравоохранения, дистанционное обучение, страховая медицинская телематика, медицинская аппаратура, биомедицинская инженерия, биоинформатика.

АУДИТОРИЯ – врачи всех специальностей, главные врачи ЛПУ, руководители IT-отделов ЛПУ, инженеры и разработчики медицинской техники и медицинского оборудования, руководители и сотрудники информационно-аналитических центров.

УЧРЕДИТЕЛЬ: Шадеркин Игорь Аркадьевич

Журнал представлен в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ)

РЕДАКЦИЯ:

Издательский дом «УроМедиа»

Руководитель проекта В.А. Шадеркина

Дизайнер О.А. Белова

Редактор Д.М. Монаков, к.м.н.

Корректор Н.А. Лебедева

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ:

JTelemed.ru

Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения

Том 11. № 1. 1–40

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-1>

Адрес и реквизиты редакции:

Издатель: ИД «УроМедиа»: 105094 Москва, ул. Золотая, 11

Тел.: +7 (926) 017-52-14; e-mail: info@uromedia.ru; viktoriaashade@gmail.com

Редакция не несет ответственности за содержание публикуемых рекламных материалов.

В статьях представлена точка зрения авторов, которая может не совпадать с мнением редакции.

Перепечатка материалов разрешается только с письменного разрешения редакции.

Отпечатано в типографии «Тверская фабрика печати».

Тираж 500 экз.

<http://jtelemed.ru>

Russian Journal of Telemedicine and E-Health

The journal is registered by the Federal Service for Supervision of communications, information technology and mass communications, certificate PI No. FS 77 – 74021 dated 19.10.2018

ISSN print 2712-9217; ISSN online 2712-9225; <https://doi.org/10.29188/2712-9217>

On June 2, 2021, the record on media registration was amended by the Federal Service for Supervision in the Sphere of Communications, Information Technology and Mass Media due to the change in the name, change of the language, clarification of the subject matter



THE PURPOSE OF THE JOURNAL is to inform scientists, healthcare managers, medical practitioners about the real application possibilities and the effectiveness of various information and communication systems in medicine.

THE SCIENTIFIC SPECIALIZATION OF THE JOURNAL is health, telemedicine, medical informatics and cybernetics, mobile health, healthcare organization, distance learning, medical insurance telematics, medical equipment, biomedical engineering, bioinformatics.

THE AUDIENCE OF THE JOURNAL consists of doctors of all specialties, chief doctors of healthcare facilities, heads of IT departments of healthcare facilities, engineers and developers of medical equipment, managers and employees of information and analytical centers.

FOUNDER: Igor Shaderkin

The journal is represented in the Russian Science Citation Index (RSCI)

EDITORIAL:

PUBLISHING HOUSE «UROMEDIA»

Project manager V.A. Shaderkina

Designer O.A. Belova

Editor D.M. Monakov, Ph.D.

Proofreader N.A. Lebedeva

CONTACT INFORMATION:

JTelemed.ru

Russian Journal of Telemedicine and E-Health

Volume 11. No. 1. 1–40

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-1>

Address and details of the editorial office:

Publisher: Publishing House «UroMedia»: 105094 Moscow, st. Zolotaya, 11

Tel .: +7 (926) 017-52-14; e-mail: info@uromedia.ru; viktoriashade@gmail.com

The editors are not responsible for the content of published advertising materials.

The articles represent the point of view of the authors, which may not coincide with the opinion of the editorial board.

Reprinting of materials is allowed only with the written permission of the publisher.

Printed at the Tver Printing Factory.

500 copies.

<http://jtelemed.ru>

Благодарность рецензентам

Сотрудники редакции «Журнала телемедицины и электронного здравоохранения» выражают огромную признательность всем экспертам, которые принимают участие в работе над каждым выпуском журнала – отбирают самые качественные исследования, самые смелые экспериментальные работы, самые полные литературные обзоры и уникальные клинические случаи.

Ваша работа, коллеги, позволяет журналу повысить профессиональный уровень и предоставлять урологическому сообществу действительно новый качественный специализированный материал.

Огромное количество научных публикаций, поступающих на рассмотрение в редакцию журнала, не всегда соответствует высоким требованиям международных изданий. Вместе с редакцией наши рецензенты в свое личное время и совершенно бескорыстно выбирают достойные статьи, дорабатывают их для своевременной подготовки к публикации.

Ваши безупречные теоретические знания, бесценный практический опыт, умение работать в команде позволяют всегда найти правильные решения, которые соответствуют цели, задачам и редакционной политике нашего журнала.

Число рецензентов «Журнала телемедицины и электронного здравоохранения» постоянно растет – в настоящее время это более 10 ученых из России и зарубежных стран.

Выражаем благодарность рецензентам за детальный и скрупулезный анализ статей «Журнала телемедицины и электронного здравоохранения» № 1 за 2025 г.

**С уважением и благодарностью,
редакция «Журнала телемедицины и электронного здравоохранения»**

To the Reviewers: Letter of Appreciation

The editorial board members of the «Russian Journal of Telemedicine and E-Health» is very grateful to all the experts, taking part in the workflow on each journal issue, selecting the highest quality research, the most daring experimental works, the most complete literature reviews and unique clinical cases.

Dear colleagues, your work allows to improve the journal professional level and provide the urological community with new high-quality specialized content.

A huge number of scientific publications, submitted to the journal editorial board, does not always meet the strict requirements of international publications. In cooperation with the editorial staff, our reviewers choose worthy articles and selflessly modify them for timely preparation for publication.

Your impeccable theoretical knowledge, invaluable practical experience and skill to work in a team allow you to find the only correct solutions that correspond with the goal, objectives and editorial policy of our journal.

The number of the «Russian Journal of Telemedicine and E-Health» reviewers is constantly growing – currently there are more than 10 scientists from Russia and foreign countries.

We express our gratitude to the reviewers for a detailed and thorough analysis of the articles of the «Russian Journal of Telemedicine and E-Health» № 1 (2025).

With respect and gratitude, the editorial board members of the «Russian Journal of Telemedicine and E-Health».

**With respect and gratitude,
the editorial board of the «Russian Journal of Telemedicine and E-Health»**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР: Владзимирский А.В. – д.м.н., заместитель директора по научной работе ГБУЗ г. Москвы «НПКЦ диагностики и телемедицинских технологий ДЗМ», Москва, Россия

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА: Шадеркин И.А. – к.м.н., уролог, руководитель Цифровой кафедры Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет), Москва, Россия

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ: Шадеркина В.А. – научный редактор портала Uroweb.ru, Москва, Россия

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛА:

Аполихин О.И. – член-корр. РАН, д.м.н, профессор, Директор НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, Москва, Россия

Виноградов К.А. – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой общественного здоровья и здравоохранения ФГБОУ ВО КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России, Красноярск, Россия

Гусев А.В. – к.т.н., руководитель GR-направления ассоциации «Национальная база медицинских знаний», эксперт компании «К-МИС», Петрозаводск, Россия

Калиновский Д.К. – к.м.н., доцент кафедры хирургической стоматологии ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького», Донецк, ДНР

Кузнецов П.П. – д.м.н., профессор, руководитель проектного офиса «Цифровая трансформация в медицине труда» ФГБНУ «НИИ медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова», Москва, Россия

Лебедев Г.С. – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой информационных и интернет-технологий Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, Москва, Россия

Матвеев Н.В. – д.м.н., профессор кафедры медицинской кибернетики и информатики МБФ ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва, Россия

Монаков Д.М. – к.м.н., уролог, сотрудник отделения урологии ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» МЗ РФ, Москва, Россия

Наркевич А.Н. – д.м.н., доцент, декан лечебного факультета, заведующий кафедрой медицинской кибернетики и информатики, заведующий лабораторией медицинской кибернетики и управления в здравоохранении ФГБОУ ВО КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России, Красноярск, Россия

Натензон М.Я., к.т.н., академик РАЕН, Председатель совета директоров НПО «Национальное телемедицинское агентство», Москва, Россия

Сивков А.В. – к.м.н., заместитель директора по научной работе НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, Москва, Россия

Столяр В.Л. – к.б.н., заведующий кафедрой медицинской информатики и телемедицины ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия

Царегородцев А.Л. – к.т.н., доцент кафедры систем обработки информации, моделирования и управления ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет», Ханты-Мансийск, Россия

М. Джорданова – кандидат наук, научный сотрудник Института космических исследований и технологий Болгарской академии наук, София, Болгария

Ф. Ливенс – MBA, исполнительный секретарь Международного общества телемедицины и электронного здравоохранения, Гримберген, Бельгия

П. Михова, – М.С., руководитель Программного совета Департамента здравоохранения и социальной работы Нового Болгарского Университета, София, Болгария

EDITORIAL BOARD:

CHIEF EDITOR: Vladzimirskyy A.V. – MD, PhD, Deputy Director for Scientific Work, Moscow State Budgetary Healthcare Institution «Scientific and Practical Center of Diagnostics and Telemedicine Technologies DZM», Moscow, Russia

DEPUTY CHIEF EDITOR: Shaderkin I.A. – PhD, Head of the Digital Department of the First Moscow State Medical University them Sechenov (Sechenov University), Moscow, Russia

EXECUTIVE SECRETARY: Shaderkina V.A. – scientific editor of the portal Uroweb.ru, Moscow, Russia

EDITORIAL BOARD OF THE JOURNAL:

Apolikhin O.I. – Corresponding member RAS, MD, PhD, Professor, Director of the Research Institute of Urology and Interventional Radiology N. Lopatkina – branch of the Federal State Budgetary Institution «National Medical Research Center of Radiology» of the Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia

Vinogradov K.A. – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Public Health and Healthcare of the Krasnoyarsk State Medical University named after. prof. V.F. Voyno-Yasenetsky Ministry of Health of Russia, Krasnoyarsk, Russia

Gusev A.V. – Ph.D., head of the GR-direction of the association «National base of medical knowledge», expert of the company «K-MIS», Petrozavodsk, Russia

Kalinovsky D.K. – PhD, Associate Professor of the Department of Surgical Dentistry of the State Educational Institution of Higher Professional Education «Donetsk National Medical University named after M. Gorky», Donetsk, DPR

Kuznetsov P.P. – MD, PhD, Professor, Head of the Project Office «Digital Transformation in Occupational Medicine» of the FSBSI «Research Institute of Occupational Medicine. Academician N.F. Izmerov», Moscow, Russia

Lebedev G.S. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Information and Internet Technologies of the First Moscow State Medical University them Sechenov, Moscow, Russia

Matveev N.V. – Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Medical Cybernetics and Informatics of the International Charitable Fund of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education Russian National Research Medical University named after. N.I. Pirogov Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia

Monakov D.M. – PhD, urologist, employee of the urology department of the Federal State Budgetary Institution «A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

Narkevich A.N. – Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Medicine, Head of the Department of Medical Cybernetics and Informatics, Head of the Laboratory of Medical Cybernetics and Management in Healthcare, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Krasnoyarsk State Medical University named after prof. V.F. Voyno-Yasenetsky, Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Krasnoyarsk, Russia

Natenzon M.Ya. – Ph.D., Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Chairman of the Board of Directors of the NPO National Telemedicine Agency, Moscow, Russia

Sivkov A.V. – PhD, Deputy Director for Scientific Work of the Research Institute of Urology and Interventional Radiology named after N.A. Lopatkina – branch of the Federal State Budgetary Institution «National Medical Research Center of Radiology» of the Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia

Stolyar V.L. – Ph.D., Head of the Department of Medical Informatics and Telemedicine, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Peoples' Friendship University of Russia», Moscow, Russia

Tsaregorodtsev A.L. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Information Processing Systems, Modeling and Control of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Yugorsk State University», Khanty-Mansiysk, Russia

M. Jordanova – PhD, Researcher in Space Research & Technology Institute, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria

F. Lievens – MBA, Executive Secretary of International Society for Telemedicine and eHealth, Grimbergen, Belgium

P. Mihova, – M.S., Head of Program council, Department of Health care and Social Work, New Bulgarian University, Sofia, Bulgaria

Содержание	6
------------------	---

■ АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

И.А. Шадеркин, В.А. Шадеркина	
Цифровые технологии для укрепления здоровья и профилактики заболеваний у пожилых людей	7

■ ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

В.С. Теренин, Г.Д. Стецуков, Д.А. Фокин, В.М. Баннов	
Интеллектуальная кросс-платформенная система «DocAI» для оптимизации образовательного процесса в медицинских вузах	23
Е.С. Акишина, С.М. Геращенко, Л.А. Зюлькина, А.С. Изотова	
Разработка персонализированной 3D-модели зуба	28
В.А. Овсянникова, С.С. Матвеев, С.В. Матвеев, В.В. Гончаров	
Учебно-практический тренажер для обучения клиническому мышлению на языке программирования Python	31
М.В. Бочкарев, В.В. Амелина, М.А. Будковская, Ф.О. Ларионов, С.С. Ли, К.И. Мирошниченко	
ASLEEP – платформа оценки сна и подбора решений для улучшения сна	35

Contents	6
----------------	---

■ ANALYTICAL REVIEW

I.A. Shaderkin, V.A. Shaderkina	
Digital technologies for health promotion and disease prevention in older adults	7

■ ORIGINAL RESEARCH

V.S. Terenin, G.D. Stetsukov, D.A. Fokin, V.M. Bannov	
DocAI – An intelligent cross-platform system for optimizing the educational process in medical universities	23
E.S. Akishina, S.M. Gerashchenko, L.A. Zyulkina, A.S. Izotova	
Development of a personalized 3D tooth model	28
Ovsyannikova V.A., Matveev S.S., Matveev S.V., Goncharov V.V.	
A clinical reasoning training simulator in Python	31
M.V. Bochkarev, V.V. Amelina, M.A. Budkovaya, F.O. Larionov, S.S. Lee, K.I. Miroshnichenko	
ASLEEP – a platform for sleep assessment and sleep improvement solutions	35

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-1-7-22>

Цифровые технологии для укрепления здоровья и профилактики заболеваний у пожилых людей

Оригинальное исследование

И.А. Шадеркин¹, В.А. Шадеркина²

¹ Институт цифрового биодизайна и моделирования живых систем Научно-технологического парк биомедицины ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

² Урологический информационный портал Uroweb.ru, Москва, Россия

Контакт: Шадеркин Игорь Аркадьевич, info@uroweb.ru

Аннотация:

Введение. Старение населения ставит новые вызовы перед системами здравоохранения. Пожилые пациенты часто имеют несколько хронических заболеваний, ограниченную мобильность и потребность в постоянном наблюдении. Цифровые технологии предлагают инновационные подходы к укреплению здоровья и профилактике обострений у пожилых людей, повышая доступность и персонализацию медицинской помощи.

Цель исследования. Выявить, какие цифровые технологии пожилые люди могут самостоятельно применять для профилактики заболеваний и укрепления здоровья.

Материалы и методы. Рассмотрены основные категории цифровых решений: телемедицина (дистанционные консультации и мониторинг), носимые устройства (фитнес-трекеры и датчики), цифровые терапевтические приложения и искусственный интеллект (алгоритмы диагностики и прогноза).

Результаты. Цифровые подходы доказали эффективность во многих сферах медицины – телемедицинские вмешательства снижают артериальное давление и симптомы депрессии у пожилых пациентов; носимые устройства обеспечивают непрерывный мониторинг здоровья с своевременным выявлением отклонений и предотвращением осложнений. Цифровые терапевтические программы показали эффективность: почти у 50% участников достигнута ремиссия бессонницы. Алгоритмы ИИ применяются для ранней диагностики заболеваний и прогнозирования риска падений. Основными барьерами внедрения остаются цифровое неравенство – около 25% пожилых не имеют доступа к интернету или мобильным устройствам, а также проблемы безопасности данных, регуляторные барьеры и сложности интеграции цифровых технологий.

Выводы. Цифровые технологии способны заметно улучшить здоровье пожилых, но требуются усилия для преодоления указанных барьеров. Рекомендуются меры по сокращению цифрового разрыва, адаптации сервисов под пожилых, совершенствованию нормативной базы и обучению пользователей, а также расширение исследований (более широкий охват, испытание новых технологий, оценка эффективности).

Ключевые слова: цифровое здравоохранение; пожилые люди; телемедицина; телереабилитация; носимые устройства; интернет вещей; мобильные приложения; геймификация; искусственный интеллект; большие данные; цифровая терапия; виртуальная реальность; дополненная реальность; робототехника; ассистивные технологии; голосовые помощники; чат-боты; блокчейн; профилактика заболеваний; активное долголетие; гериатрия.

Для цитирования: Шадеркин И.А., Шадеркина В.А. Цифровые технологии для укрепления здоровья и профилактики заболеваний у пожилых людей. Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения 2025; 11(1):7-22; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-1-7-22>

Digital technologies for health promotion and disease prevention in older adults

Original research

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-1-7-22>

I.A. Shaderkin¹, V.A. Shaderkina²

¹ Institute of Digital Biodesign and Modeling of Living Systems, Scientific and Technological Park of Biomedicine, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov, Ministry of Health of Russia (Sechenov University), Moscow, Russia

² Urological information portal Uroweb.ru, Moscow, Russia

Contact: Igor A. Shaderkin, info@uroweb.ru

Summary:

Introduction. Population aging poses new challenges to healthcare systems. Older adults often live with multiple chronic conditions, limited mobility, and a need for continuous monitoring. Digital technologies offer innovative approaches to promoting health and preventing disease exacerbations in this population, enhancing accessibility and personalization of care.

Objective. To identify digital technologies that older adults can independently use for disease prevention and health promotion.

Materials and Methods. Key categories of digital solutions were analyzed, including telemedicine (remote consultations and monitoring), wearable devices (fitness trackers and sensors), digital therapeutic applications, and artificial intelligence algorithms for diagnosis and risk prediction.

Results. Digital interventions demonstrated proven effectiveness across various medical domains. Telemedicine reduced blood pressure and depressive symptoms among older patients, while wearable devices enabled continuous health monitoring, early detection of abnormalities, and prevention of complications. Digital therapeutic programs showed strong outcomes, achieving insomnia remission in nearly 50% of participants. Artificial intelligence algorithms are being applied for early disease detection and fall-risk prediction. Major barriers to adoption include digital inequality – about 25% of older adults lack internet or mobile access – as well as data security issues, regulatory constraints, and challenges in integrating digital technologies into healthcare systems.

Conclusions. Digital technologies can significantly improve the health and quality of life of older adults, but targeted efforts are required to overcome existing barriers. Recommended actions include reducing the digital divide, adapting digital services for aging users, improving regulatory frameworks, expanding education and training, and conducting broader research to evaluate new technologies and their effectiveness.

Key words: digital health; older adults; telemedicine; telerehabilitation; wearable devices; Internet of Things; mobile health applications; gamification; artificial intelligence; big data; digital therapeutics; virtual reality; augmented reality; robotics; assistive technologies; voice assistants; chatbots; blockchain; disease prevention; active aging; geriatrics.

For citation: Shaderkin I.A., Shaderkina V.A. Digital technologies for health promotion and disease prevention in older adults. Russian Journal of Telemedicine and E-Health 2025;11(1):7-22; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-1-7-22>

■ ВВЕДЕНИЕ

В мировой демографии наблюдаются беспрецедентные изменения: благодаря прогрессу в области здравоохранения, улучшению санитарии и снижению рождаемости доля пожилого населения стабильно растет. Согласно данным ВОЗ, между 2015 и 2050 годами доля людей старше 60 лет увеличится с 12 % до 22 % от общего населения. Уже к 2030 году 1 из 6 человек будет в возрасте 60 лет и старше (численность возрастет с 1 млрд до 1,4 млрд), а к 2050 г. число пожилых превысит 2,1 млрд человек [1]. Параллельно глобальный коэффициент рождаемости снизился с 5 рождений на женщину в 1950 г. до 2 рождений в настоящее время, что усугубляет дисбаланс возрастной структуры. Средняя продолжительность жизни возросла: с примерно 52 лет в 1960-х до 72 лет в 2022 году, и к 2050 году ожидается ее увеличение до 77 лет [2].

Старение населения ставит новые вызовы перед системами здравоохранения. Пожилые пациенты часто имеют несколько хронических

заболеваний, ограниченную мобильность и потребность в постоянном наблюдении. Цифровые технологии предлагают инновационные подходы к укреплению здоровья и профилактике обострений у пожилых людей, повышая доступность и персонализацию медицинской помощи.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В данной работе представлен обзор ключевых категорий цифровых технологий, применяемых для здоровья пожилых, практических примеров и доказательной базы их эффективности, а также обсуждаются барьеры внедрения и перспективы развития. Рассмотрены телемедицина, носимые устройства, мобильные приложения, искусственный интеллект, цифровая терапия, VR/AR, робототехника, голосовые помощники, блокчейн и другие решения, их роль в мониторинге состояния, профилактике падений, поддержке когнитивного здоровья, управлении полиморбидностью, а также вопросы регулирования, этики и интеграции.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

Ключевые категории цифровых технологий для пациентов старшего возраста

Телемедицина и телереабилитация

Телемедицина включает дистанционные медицинские консультации, мониторинг состояния и реабилитацию через видеосвязь и специализированные платформы (табл. 1).

Для пожилых с хроническими болезнями регулярные телеконференции с врачом и удаленный контроль показателей способны повысить качество жизни и функциональный статус [3, 4, 5].

Исследования отмечают, что телемедицинское наблюдение пожилых приводит к улучшению контроля симптомов, снижению госпитализаций и высокой удовлетворенности пациентов за счет удобства и постоянного контакта с врачом [6].

Особое развитие получили виртуальные группы поддержки и телереабилитация, где пациенты занимаются лечебной гимнастикой или проходят психотерапию в онлайн-группах. Так, в период пандемии активно применялась виртуальная групповая терапия для снижения одиночества у пожилых: участие в регулярных групповых видеосессиях помогало уменьшить чувство изоляции и получить эмоциональную поддержку [7]. Кроме того, дистанционные реабилитационные программы (телефизиотерапия) ►

Таблица 1. Ключевые цифровые технологии для здоровья пожилых: примеры и преимущества
Table 1. Key digital technologies for elderly health: examples and benefits

Категория Category	Примеры применения Application examples	Основные преимущества Key benefits
Телемедицина Telemedicine	Видеоконсультации врача на дому; телереабилитация после инсульта Video doctor consultations at home; telerehabilitation after stroke	Доступ к медпомощи при ограниченной мобильности; раннее вмешательство при ухудшении Access to medical care for those with limited mobility; early intervention if conditions worsen
Носимые устройства (IoT) Wearables (IoT)	Фитнес-браслет с монитором пульса; датчики падения в квартире Fitness bracelet with heart rate monitor; fall sensors in the apartment	Непрерывный мониторинг витальных функций; быстрое обнаружение проблем (аритмий, падений) Continuous monitoring of vital signs; rapid detection of problems (arrhythmias, falls)
Мобильные приложения Mobile Apps	Дневник артериального давления; напоминания о лекарствах Blood pressure diary; medication reminders	Улучшение самоконтроля хронических состояний; повышение приверженности лечению Improved self-management of chronic conditions; Increased treatment adherence
Геймификация Gamification	«Эксергейм» для тренировки равновесия; игровая ходьба с баллами Exergame for balance training; walking game with points	Мотивация к физической активности и когнитивным упражнениям; высокое вовлечение пользователей Motivation for physical activity and cognitive exercises; high user engagement
Искусственный интеллект Artificial Intelligence	Модель прогнозирования обострений ХОБЛ по данным сенсоров COPD exacerbation prediction model based on sensor data	Раннее предупреждение осложнений и госпитализаций; персонализированные рекомендации Early prevention of complications and hospitalizations; personalized recommendations
Цифровая терапия Digital Therapy	Программа для контроля гипертонии (одобрена как медизделие) Hypertension management software (approved as a medical device)	Доказанное улучшение клинических показателей (снижение АД, HbA1c и др.) без дополнительных лекарств Proven improvement in clinical indicators (reduction in blood pressure, HbA1c, etc.) without additional medications
VR/AR	VR-реабилитация походки; VR-тренажер памяти VR gait rehabilitation; VR memory trainer	Улучшение баланса и когнитивных функций через иммерсивные упражнения; снижение тревоги Improved balance and cognitive function through immersive exercises; reduced anxiety
Робототехника Robotics	Робот-питомец для терапии в доме престарелых; экзоскелет для ходьбы Robot pet for therapy in a nursing home; walking exoskeleton	Снижение одиночества и депрессии благодаря общению с роботами; повышение мобильности и самостоятельности Reduced loneliness and depression through interaction with robots; increased mobility and independence
Голосовые ассистенты Voice Assistants	Умная колонка с напоминаниями о приеме лекарств; чат-бот-«доврачебной помощи» Smart speaker with medication reminders; «First aid» chatbot	Простота взаимодействия для пользователей с любым уровнем навыков; своевременные напоминания и консультации 24/7 Easy interaction for users of all skill levels; timely reminders and 24/7 consultations

оказались не менее эффективны, а порой и эффективнее традиционных: мета-анализ 19 исследований показал значимое улучшение физического состояния и психического благополучия пожилых пациентов при телереабилитации по сравнению с очными занятиями [8]. Таким образом, телемедицинские технологии позволяют пожилым получать помощь на дому, вовремя выявлять проблемы и продолжать реабилитацию без отрыва от привычной среды.

Носимые устройства и системы «интернета вещей» (IoT)

Носимые датчики – это электронные приборы, которые пациенты носят на теле (часы, браслеты, нашивки и др.) для непрерывного сбора данных о состоянии здоровья. Современные носимые устройства способны круглосуточно отслеживать частоту сердечных сокращений, уровень кислорода в крови, артериальное давление, температуру тела, уровень физической активности, качество сна и другие витальные показатели [9]. Для уязвимой пожилой аудитории, склонной к резким изменениям самочувствия, такие приборы особенно ценны: они предоставляют актуальную информацию в реальном времени и фиксируют динамику параметров, что помогает своевременно обнаружить отклонения. Например, часы с функцией ЭКГ могут выявлять эпизоды мерцательной аритмии, а трекеры активности – снижение пройденных шагов как признак ухудшения здоровья. Носимые биосенсоры интегрированы в экосистему IoT: данные передаются врачу или в облачные сервисы для анализа. Они поддерживают концепцию «активного старения», расширяя возможности самостоятельного контроля здоровья у пожилых [10]. Пожилые пациенты могут дольше оставаться независимыми, используя гаджеты для управления хроническими болезнями (например, контроля пульса при фибрилляции предсердий или уровня сахара при диабете).

Помимо этого, к IoT относятся и *умные домашние системы*. В доме могут быть установлены датчики движения, положения и окружающей среды, связанные в сеть: они автоматически отслеживают активность пожилого человека, фиксируют возможные падения или опасные ситуации (необычно долгое отсутствие

движения, утечка газа, открытая дверь и т.д.). По данным систематического обзора, технологии «умного дома» с непрерывным мониторингом повышают безопасность и самостоятельность пожилых [11]. Такие системы улучшают самоуправление здоровьем и независимость пожилых при одновременном облегчении нагрузки на ухаживающих. Например, датчики падения автоматически отправят сигнал родственникам или в службу поддержки, если пожилой упал, что сокращает время до оказания помощи.

В целом, носимые и домашние IoT-устройства формируют вокруг пожилого цифровую защитную среду, предупреждающую неотложные состояния и поддерживающую привычный образ жизни.

Мобильные приложения (mHealth) и геймификация

Смартфоны и планшеты широко используются пожилыми, и для них создано множество специализированных *mHealth-приложений*, которые помогают в самоконтроле артериального давления, уровня глюкозы крови, массы тела, частоты приема лекарств и др. Например, приложение может напомнить измерить давление и сохранить результат в дневник, доступный врачу. Доказано, что использование мобильных приложений улучшает контроль хронических заболеваний. В мета-анализе 17 исследований с участием пожилых гипертоников и диабетиков применение приложений привело к снижению систолического АД и уровня гликированного гемоглобина по сравнению с обычным наблюдением [12].

В частности, среднее снижение HbA1c составило около 0,39% благодаря регулярному ведению электронного дневника и получению рекомендаций через приложение. Кроме того, отмечены улучшение приверженности терапии и образу жизни (приема лекарств, диеты, физической активности) и повышение осведомленности пациентов о своем заболевании.

Важным трендом является *геймификация* – применение игровых элементов для мотивации. В здоровье пожилых это может быть реализовано в виде игровых заданий: к примеру, приложение начисляет баллы за каждый день с нормальным давлением или за пройденные шаги, предлагает соревнования с самим собой

или с другими пользователями. Исследования показывают, что игровые механики повышают вовлеченность пожилых и их желание регулярно пользоваться технологиями [13].

В этом систематическом обзоре отмечено, что у пожилых высокая приверженность «игровым» решениям – они готовы регулярно выполнять игровые упражнения или задания, если видят в них пользу.

Геймифицированные программы успешно применялись для улучшения физической активности (напр., «эксергеймы» – физические упражнения в формате видеоигры – повысили активность и равновесие у пациентов после эндопротезирования колена), для когнитивных тренировок (игры на память и внимание замедляли ухудшение при легких когнитивных нарушениях) и для контроля диабета (игровое приложение стимулировало соблюдение диеты и лечения). Таким образом, мобильные решения, усиленные игровыми техниками, помогают пожилым активнее участвовать в управлении своим здоровьем и делают этот процесс более увлекательным, что ведет к лучшим клиническим результатам.

Искусственный интеллект и большие данные (AI/Big Data)

Современные системы здравоохранения накапливают огромные массивы данных – от электронных карт и результатов анализов до показателей, поступающих с носимых устройств. Искусственный интеллект (ИИ), в частности методы машинного обучения, позволяют анализировать эти большие данные и выявлять скрытые закономерности, предсказывать риски ухудшения состояния и оптимизировать ведение пациентов.

Для пожилых, часто страдающих хроническими заболеваниями, актуальны *прогностические модели риска обострений и госпитализаций*. Например, разработаны модели, прогнозирующие вероятность повторной госпитализации при сердечной недостаточности по совокупности параметров (симптомы, вес, давление, частота сердечных сокращений и пр.). В одном исследовании AI-модель успешно предсказала значительную долю предотвратимых госпитализаций у пожилых пациентов, продемонстрировав высокую точность в идентификации пациентов риска [14]. Для хронической обструктивной болезни легких

(ХОБЛ) AI-алгоритмы способны заранее обнаружить начало обострения: так, экспериментальная модель машинного обучения достигла чувствительности более 80% в прогнозировании обострений ХОБЛ за несколько дней до их клинического проявления. Это дает возможность вовремя начать терапию (например, назначить антибиотики или увеличить дозу ингалятора) и предотвратить тяжелое развитие события [15].

Применение ИИ эффективно и в урологии: анализ данных дневника мочеиспусканий и опросников IPSS у мужчин с доброкачественной гиперплазией простаты (ДГПЖ) позволяет прогнозировать нарастание симптомов и необходимость коррекции лечения [16].

Также разрабатываются системы поддержки принятия решений для врачей, которые на основе больших данных рекомендуют оптимальные вмешательства. Особое направление – *«цифровые двойники»*. Цифровой двойник пациента – это его виртуальная модель, построенная на основе персональных данных (генетических, клинических, данных сенсоров), которая способна имитировать протекание болезней и реакцию на лечение. Эта концепция лишь начинает воплощаться, но за ней – огромный потенциал революционизировать профилактику и терапию. Предполагается, что в будущем врачи смогут оценить различные сценарии лечения на цифровом двойнике пожилого пациента, чтобы выбрать наиболее подходящий и безопасный вариант, а также предсказывать индивидуальные риски осложнений [17].

В целом, AI и аналитика больших данных дают возможность перейти от реактивной медицины к проактивной – предугадывая проблемы со здоровьем пожилых и предотвращая их возникновение путем точечных вмешательств.

Цифровая терапия

Цифровая терапия – это новое направление, представляющее собой программно-ориентированные медицинские интервенции, официально подтвержденные клиническими испытаниями. Они представляют собой приложения или программы, которые сами выполняют роль «лекарства» – лечат или контролируют заболевание за счет заложенных в них методов, обычно поведенческих или когнитивных. ►

В отличие от простых оздоровительных приложений, цифровые терапевтические средства (ЦТС) проходят строгую проверку эффективности и безопасности и могут назначаться врачом. Они особенно перспективны для контроля хронических состояний у пожилых – таких как диабет, гипертония, бессонница, тревожно-депрессивные расстройства, реабилитация после инсульта и др.

Например, в Японии было создано и испытано цифровое терапевтическое приложение для лечения гипертонии: в рандомизированном исследовании HERB-DH1 использование этой программы достоверно снизило артериальное давление у пациентов с неконтролируемой гипертонией по сравнению со стандартной терапией. Цифровое вмешательство включало индивидуальный план изменения образа жизни, ежедневный мониторинг давления через смартфон и автоматизированные советы по коррекции поведения – и показало эффективность, сопоставимую с добавлением нового антигипертензивного препарата [18].

Аналогично, в США одобрены FDA цифровые терапии для диабета 2 типа, хронической бессонницы, никотиновой зависимости и др., продемонстрировавшие улучшение клинических показателей в контролируемых испытаниях.

Обзор исследований цифровой терапии при хронических заболеваниях показал, что такие интервенции помогают пациентам контролировать симптомы, управлять приемом медикаментов, снижать вес, улучшать психическое здоровье и повседневную активность [18].

Ключевая особенность – методы доказательной оценки эффективности: каждая цифровая терапия должна подтвердить свою пользу в клинических исследованиях (по аналогии с фармпрепаратами) и часто проходит процедуру сертификации как медицинское изделие. Это формирует доверие врачей и пациентов к таким решениям. Внедрение цифровой терапии расширяет возможности *нефармакологического лечения*: например, при хронической боли у пожилых используется одобренная программа по когнитивно-поведенческой терапии боли, что позволяет снизить дозы обезболивающих. Важно, что цифровая терапия интегрируется в схему наблюдения: данные о прогрессе пациента могут

автоматически поступать врачу, позволяя отслеживать эффективность вмешательства.

Таким образом, цифровая терапия заполняет нишу персонализированных немедикаментозных воздействий с доказанной результативностью и открывает новую эру в управлении хроническими болезнями.

Виртуальная и дополненная реальность (VR/AR)

Технологии виртуальной реальности находят применение как в физической, так и в когнитивной реабилитации пожилых людей. VR-тренировки представляют собой упражнения или сценарии, выполняемые пациентом в искусственно созданном 3D-окружении с помощью VR-шлема или большого экрана. Для восстановления двигательных навыков после инсультов и травм используются интерактивные VR-игры: например, чтобы улучшить баланс, пожилой пациент перемещается в виртуальной комнате, наклоняясь и делая шаги, удерживая равновесие (это весело и мотивирует больше, чем однообразная гимнастика).

Систематический обзор и мета-анализ показал, что виртуальная реальность эффективнее обычных упражнений для улучшения равновесия и походки у здоровых пожилых – VR-терапия значительно повышала показатели статического и динамического баланса и скорость ходьбы по сравнению со стандартным уходом [19]. VR позволяет безопасно отрабатывать сложные движения, не боясь упасть, благодаря чему пожилой становится увереннее в реальных ситуациях. Также VR применяют при болезни Паркинсона для тренировки походки и преодоления эпизодов «замирания» – специальные виртуальные среды учат пациентов переступать через препятствия, что переносится затем в реальную ходьбу.

Когнитивные упражнения в VR – перспективный метод профилактики деменции. Погружая пожилого человека в иммерсивную среду, можно стимулировать память, внимание, пространственное мышление. К примеру, VR-программа просит пользователя найти выход из виртуального лабиринта или вспомнить расположение объектов в комнате. Мета-анализ 18 рандомизированных исследований с участием

722 пожилых с легкими когнитивными нарушениями (MCI) показал, что VR-интервенции достоверно улучшают память, внимание, скорость обработки информации и исполнительные функции по сравнению с контрольными группами [20]. Причем наибольший эффект отмечен при регулярных тренировках без участия терапевта – видимо, за счет интерактивности и вовлеченности, которую обеспечивает VR. Участники таких программ демонстрировали также повышение настроения и качества жизни, хотя влияние на симптомы депрессии было умеренным.

Психологическая поддержка и снижение тревожности с помощью VR базируется на эффектах погружения в успокаивающие виртуальные окружения. Например, пожилой человек может надеть VR-гарнитуру и оказаться виртуально на берегу моря или в лесу, практиковать медитацию под руководством приложения. Исследования сообщают, что подобные VR-сессии способствуют снижению уровня стресса и тревоги, повышению релаксации и общего благополучия. Для пожилых с выраженной тревогой перед медицинскими процедурами (например, МРТ или стоматологическим лечением) VR-терапия помогает отвлечься и смягчить переживания.

Таким образом, VR и AR-технологии находят разностороннее применение: от физических упражнений и профилактики падений до когнитивных тренировок и психоэмоциональной поддержки, обеспечивая эффект погружения, который делает занятия эффективными и увлекательными.

Робототехника и ассистивные технологии

Роботизированные устройства становятся все более распространенными в сфере ухода за пожилыми. Их можно разделить на социальных роботов (роботы-компаньоны) и ассистивные робототехнические средства, помогающие в физической реабилитации и улучшении мобильности.

Социальные роботы – это интерактивные устройства, способные общаться с человеком, имитировать эмоции и реагировать на поведение. Примеры – роботы типа «PARO» (робот-тюлень для терапевтических целей), «Perieg» (гуманоидный робот-компаньон), а также раз-

личные роботизированные «питомцы» (кошки, собаки) для одиноких пожилых. Метаанализ показал, что взаимодействие пожилых с социальными роботами достоверно уменьшает чувство одиночества и симптомы депрессии, причем эффект выраженный (большой размер эффекта) [21, 22]. В домах престарелых применение роботизированных питомцев в групповой терапии привело к снижению уровня депрессии у жильцов и повышению их социального вовлечения по сравнению со стандартным уходом. Исследования подтверждают, что одинокие пожилые начинают воспринимать робота как друга, что улучшает их эмоциональное состояние. Помимо этого, роботы могут напоминать о расписании дня, вовлекать в игры, показывать упражнения – выполняя роль ассистента по уходу.

Экзоскелеты и роботизированные тренажеры – другое направление. Экзоскелет – это носимое устройство, которое надевается на конечности и туловище, обеспечивая механическую поддержку при движении. Первоначально разработанные для восстановления после параличей, сейчас появляются легкие экзоскелеты для пожилых с саркопенией или артрозом, чтобы помочь им ходить и вставать. Исследования подтверждают, что экзоскелетная помощь улучшает показатели ходьбы у пожилых: в эксперименте с ускорением шага пожилых применение активного экзоскелета достоверно повысило скорость и эффективность ходьбы [23]. Таким образом, экзоскелеты могут повысить мобильность и самостоятельность – например, пожилой с мышечной слабостью сможет пройти большее расстояние с меньшей усталостью.

Автоматизированные устройства для физиотерапии включают роботизированные системы для разработки суставов (например, робот-манипулятор, помогающий сгибать и разгибать руку после инсульта), тренажеры с биологической обратной связью и т.п.

В одном исследовании с участием пожилых с нарушениями ходьбы роботизированная платформа «Bot Fit» для выполнения специальных упражнений улучшила показатели походки и физической функции после 8 недель занятий [24]. Роботы способны повторять монотонные упражнения с высокой точностью и подстраиваться под возможности пациента, разгружая физиотерапевтов. Кроме того, используются ►

телероботы – например, устройства с экраном и камерой на мобильной платформе, позволяющие врачам «присутствовать» дома у пациента.

В целом, робототехника в гериатрии преследует цели: предоставить пожилым дополнительную помощь в повседневной жизни, компенсировать утраченные функции и обеспечить психологический комфорт. Социальные роботы повышают психосоциальное благополучие пожилых, а ассистивные технологии – их физические возможности и безопасность.

Голосовые помощники и чат-боты

С распространением умных колонок и голосовых ассистентов (Amazon Alexa, Google Assistant, Alice и др.) пожилые получили новый инструмент взаимодействия с технологиями – с помощью голоса, что часто удобнее, чем сложные интерфейсы. Голосовые помощники могут напоминать о времени приема лекарств, о необходимости выпить воду, записаться к врачу или сделать гимнастику. Многие пожилые ценят такие напоминания – в одном опросе пользователей Alexa они отметили, что устройство придает им чувство уверенности и выступает как компаньон, а ежедневные голосовые подсказки помогают не забывать о важных делах [25]. Небольшое пилотное исследование показало, что 15 пожилых успешно научились создавать голосовые напоминания о приеме лекарств через ассистента и затем строго придерживались графика лечения [26].

Современные AI-модели позволяют ассистентам вести простые диалоги о здоровье и давать базовые рекомендации. Чат-боты – это текстовые или голосовые программы, имитирующие общение с человеком, – также набирают популярность в здравоохранении. Для пожилых, которые не всегда могут быстро связаться с врачом, чат-бот может выступить первой линией консультации. Существуют чат-боты для скрининга симптомов: пациент описывает жалобы, а система задает уточняющие вопросы и советует, что делать (вызвать ли скорую, обратиться ли к врачу в плановом порядке или справиться самостоятельно).

В исследованиях отмечено, что внедрение чат-ботов в обслуживание пожилых облегчает доступ к медицинской информации и рекомен-

дации по самоуправлению здоровьем [27]. Например, бот подскажет, как правильно измерить давление дома, или напомнит правила диеты при подагре. Важная функция – интерактивное обучение. Чат-бот в форме викторины может проверять знание пациента о его болезни («Что делать, если сахар упал ниже 3 ммоль/л?») и корректировать неверные убеждения, борясь с опасной дезинформацией [28]. Также экспериментально используются эмоционально поддерживающие чат-боты: они спрашивают о настроении, предлагают поделиться переживаниями, рассказывают истории или анекдоты – все это с целью снизить чувство одиночества. Технологии ИИ позволяют таким ботам проявлять эмпатию и адаптироваться под характер пользователя. Наконец, чат-боты интегрируются с системами телемедицины: бот может собрать предварительный анамнез перед консультацией, чтобы врач получил структурированные данные. Это экономит время на приеме. Таким образом, голосовые и чат-бот технологии обеспечивают пожилым круглосуточную простую обратную связь по вопросам здоровья, повышают приверженность и образованность, а также частично разгружают медперсонал, отвечая на типичные вопросы.

Применение технологий в укреплении здоровья и профилактике

Мониторинг состояния и раннее выявление обострений

Постоянное наблюдение за ключевыми показателями здоровья позволяет предупреждать серьезные обострения заболеваний сердечно-сосудистой, дыхательной и мочевыделительной систем у пожилых. Примером служит телемониторинг при сердечной недостаточности: пациент ежедневно измеряет вес, артериальное давление, частоту пульса (вручную или с помощью умных устройств), а данные автоматически передаются медсестре или врачу. Небольшое повышение веса на 2-3 кг за пару дней может сигнализировать о задержке жидкости и надвигающемся обострении сердечной недостаточности – получив такой сигнал, врач связывается с пациентом и корректирует диуретики, что часто предотвращает госпитализацию.

Крупное пилотное внедрение телемониторинга в Великобритании (программа Whole System Demonstrator) показало снижение на 20% частоты неотложных госпитализаций и на 45% общей смертности у хроников, подключенных к системе удаленного наблюдения [29]. Хотя результаты различных исследований разнятся, мета-анализы в целом указывают, что домашний мониторинг у пациентов с сердечной патологией способен уменьшить риск декомпенсации и улучшить выживаемость [30, 31].

Аналогично, при хронических легочных заболеваниях (например, ХОБЛ) применение смарт-спирометров, пульсоксиметров и симптом-чекеров позволяет выявить обострение на ранней стадии. Пациент утром через приложение отвечает на вопросы об одышке, кашле, отхождении мокроты; умный алгоритм оценивает ответы и параметры (частоту дыхания, пульс, сатурацию) – и при признаках ухудшения подает сигнал врачу.

В одном из исследований такая система позволила снизить число тяжелых обострений ХОБЛ на 44% и госпитализаций на 52% по сравнению со стандартным наблюдением [30].

Очень востребованным стал удаленный мониторинг состояния при урологических заболеваниях.

У мужчин с доброкачественной гиперплазией простаты (ДГПЖ) важны симптомы (частота мочеиспускания, сила струи, ночные подъемы). Приложения позволяют вести электронный дневник мочеиспусканий: пациент отмечает каждый эпизод и связанные ощущения. Если симптомы ухудшаются – увеличивается количество ночных мочеиспусканий или появляется дискомфорт – программа уведомляет уролога [16]. Это дает возможность вовремя скорректировать терапию и предотвратить острое задержание мочи или другие осложнения.

При недержании мочи у пожилых актуальны сенсорные устройства: существуют «умные» абсорбционные трусы с датчиками влажности, которые регистрируют эпизоды подтекания мочи и отправляют данные на смартфон ухаживающего. Анализ этой информации помогает врачам подобрать оптимальный режим смены прокладок или назначить тренировки мочевого пузыря, а также оценить эффективность лечения (например, поведенчес-

кой терапии или медикаментов) по динамике количества эпизодов [32].

Таким образом, сочетание носимых сенсоров и телемедицинских платформ создает систему раннего оповещения: малейшие отклонения в состоянии пожилого человека фиксируются, и медики могут принять меры до того, как разовьется серьезное обострение.

Профилактика падений и контроль моторики

Падения – одна из ведущих причин травм у пожилых, часто приводящая к переломам и потере самостоятельности. Цифровые технологии применяются как для предотвращения самих падений, так и для быстрого оказания помощи, если падение произошло. *Носимые датчики движения* (акселерометры, гироскопы), встроенные, в пояс или браслет, могут круглосуточно отслеживать походку и равновесие. Специальные алгоритмы анализируют походку пожилого: уменьшается ли скорость, появилось ли волнообразное покачивание – такие признаки могут указывать на повышенный риск падения в ближайшем будущем. Исследования показывают, что данные носимых сенсоров можно использовать для прогнозирования риска падений в горизонте 5 лет у пациентов с неврологическими заболеваниями [33]. Если риск высок, врачи направят пациента на дополнительную реабилитацию, адаптируют домашнюю среду или пропишут вспомогательные средства передвижения [11].

Для укрепления моторики применяются *цифровые программы упражнений*. Онлайн-платформы с видеосвязью позволяют проводить занятия ЛФК под наблюдением инструктора удаленно. Пожилые могут ежедневно выполнять гимнастику, глядя на инструктора на экране, а тот будет корректировать технику.

Рандомизированные исследования свидетельствуют, что телереабилитация с такими интерактивными упражнениями столь же эффективна, как очная: у пациентов улучшаются показатели равновесия и снижается страх падения [19].

Если же падение произошло, чрезвычайно важно быстро помочь пострадавшему, в чем могут помочь системы *автоматического обнаружения падения*. Носимые акселерометры ►

могут по характерному резкому ускорению понять, что человек упал, и отправить сигнал родственникам или на пульт медпомощи. Многие современные смарт-часы уже оснащены функцией Fall Detection: при выявлении падения они издадут сигнал и, если пользователь не ответил (не отменил сигнал), автоматически звонят на экстренный номер [34]. Исследования подтверждают высокую точность таких систем распознавания падений (чувствительность порядка 90%) [15].

В итоге цифровые технологии формируют многоуровневую защиту от падений – от оценки и снижения риска до мгновенного реагирования, если падение все же случилось, что в конечном счете уменьшает тяжесть последствий.

Поддержка когнитивного здоровья и профилактика деменции

С возрастом у многих развивается ухудшение памяти, замедление мышления, повышается риск деменции. Цифровые решения помогают тренировать когнитивные функции и поддерживать активность мозга у пожилых. Одним из подходов являются *онлайн-приложения для «фитнеса мозга»* – сборники упражнений на память, внимание, скорость реакции. Они адаптированы под пожилых (большой шрифт, простой интерфейс) и предлагают ежедневно решать головоломки, запоминать списки слов, сортировать объекты по правилам. Такие программы (например, Dakim Brain Fitness, NeuroNation) показали в исследованиях улучшение показателей памяти и внимания при регулярном использовании несколько месяцев.

Более высокотехнологичный подход – *виртуальная реальность для когнитивной стимуляции*, о котором упоминалось выше. Иммерсивные VR-игры (навигация по виртуальному городу с запоминанием маршрутов, поиск предметов) более интенсивно нагружают мозг и, как показали исследования, могут улучшать когнитивные способности даже у пациентов с MCI [20].

Кроме упражнений, цифровые технологии помогают решать очень важную задачу – социальная и интеллектуальная стимуляция пожилых для профилактики когнитивного снижения.

Исследования ВОЗ показывают, что социальная изоляция и одиночество повышают риск

деменции. Здесь на помощь приходят коммуникационные платформы: видеочаты, соцсети и специальные «клубы по интересам» онлайн [35].

Особый класс программ – *напоминатели и планировщики* для пациентов на ранних стадиях деменции. Смартфон или умная колонка могут озвучивать распорядок дня, напоминать имена людей на фотографиях, подсказывать словом, если пожилой забыл название предмета. Такие когнитивные протезы продлевают период самостоятельной жизни пациента, разгружая ослабленные функции памяти.

Также активно изучается роль *чат-ботов-компаньонов*: они ведут беседы с пожилым о прошедшем дне, задают вопросы, стимулируя вспоминать события и формируя когнитивную активность. Наконец, цифровые технологии помогают вовремя выявить деменцию.

Существуют приложения, которые незаметно проводят когнитивный скрининг во время игры – например, анализируя скорость и точность действий пользователя. Алгоритмы машинного обучения по особенностям речи при общении с голосовым ассистентом могут на ранней стадии заметить когнитивные нарушения (замедленная речь, паузы в подборе слов и т.д.). Все это позволяет начать профилактические меры раньше, замедляя прогрессирование когнитивного упадка. Таким образом, цифровые инструменты становятся своеобразным «тренером» и «охранником» для мозга пожилого человека, сочетая упражнения, коммуникацию и мониторинг.

Управление полипрагмазией и взаимодействие с системой здравоохранения

Пожилые пациенты нередко принимают множество различных препаратов (полипрагмазия), что связано с рисками лекарственных взаимодействий и ошибочного приема. Цифровые технологии облегчают управление сложными схемами лечения.

1. Электронные системы напоминаний (через приложения, SMS, голосовых ассистентов) дисциплинируют пациента принимать лекарства строго по расписанию.

2. Умные органайзеры для таблеток синхронизированы с приложением: такой контейнер издает сигнал в нужное время, открывает

именно ту ячейку с таблеткой, которую нужно выпить, и фиксирует факт открытия – эти данные доступны врачу или фармацевту. Это позволяет убедиться, что пациент соблюдает назначения, или вовремя заметить пропуски.

3. Электронные списки лекарств и автоматизированные проверки взаимодействий интегрируются в EHR. Когда врач назначает новый препарат пожилому с полиморбидностью, система автоматически проанализирует всю текущую терапию и выдаст предупреждение, если новое средство несовместимо с уже принимаемыми, или предложит скорректировать дозу. Подобные клинические решения снижают вероятность ятрогенных осложнений.

Кроме того, специальные приложения для пациентов позволяют сканировать штрих-коды лекарств и сразу видеть, нет ли у них перекрестных реакций (в базе данных). Если пожилой наблюдается у нескольких специалистов, обмен данными через единую электронную систему предотвращает дублирование лекарств. Например, эндокринолог назначил одно средство, кардиолог – другое; благодаря общему доступу каждый из них видит полный список лекарств пациента.

Таким образом, цифровизация процессов ввода, обмена и проверки медицинской информации ведет к более скоординированной и безопасной помощи пожилым, снижению ошибок и повышению удовлетворенности пациентов.

Удаленный контроль симптомов нарушения мочеиспускания

Урологические проблемы (доброкачественная гиперплазия простаты у мужчин, ургентное недержание мочи у обоих полов, стрессовое недержание мочи у женщин и др.) очень распространены в пожилом возрасте, но часто пациенты стесняются лишней раз идти к врачу.

Здесь проявляет пользу телемедицина и смежные технологии. При ДГПЖ главный показатель – прогрессирование симптомов нижних мочевых путей (затрудненное мочеиспускание, частые ночные позывы). В обычной практике пациенты ведут бумажный дневник мочеиспусканий и периодически посещают уролога. Цифровые подходы делают этот процесс удобнее и точнее.

Мобильное приложение может напоминать пациенту заполнить мочевой дневник (ввести время и объем каждого мочеиспускания, степень позыва). Оно же предлагает еженедельно проходить опросник IPSS (международная шкала простатических симптомов) в интерактивной форме, выполнять общий анализ мочи с помощью портативных анализаторов мочи [36]. Вся информация собирается и визуализируется для лечащего врача: он видит график частоты мочеиспусканий, динамику баллов IPSS и пр. Если данные свидетельствуют об ухудшении – система сигнализирует, и врач может принять решение о назначении или увеличении дозы терапии, не дожидаясь планового визита.

Исследования Mhealth-технологий в урологии показывают, что они улучшают мониторинг симптомов ДГПЖ и вовлеченность пациентов в лечение [37, 38]. Более того, рассматриваются системы ИИ, которые на основе паттернов мочеиспускания и заполненных опросников способны прогнозировать риск острой задержки мочи или необходимость хирургического вмешательства.

При недержании мочи телемедицина позволяет проводить дистанционные консультации по ведению дневников мочеиспускания, обучению поведенческим методам (режим посещения туалета, упражнения Кегеля). Пожилые женщины с ургентным недержанием могут участвовать в виртуальных групповых занятиях по тренировке мышц тазового дна под руководством инструктора-физиотерапевта, что доказало эффективность в снижении частоты эпизодов недержания.

Применяются также сенсорные решения: упомянутые умные подгузники, а также портативные ультразвуковые сканеры мочевого пузыря (например, устройство DFree) – оно крепится на животе, периодически измеряет наполненность пузыря и через приложение предупреждает, когда пора в туалет. Это особенно полезно для людей с нарушением чувствительности позывов или деменцией: система помогает предотвратить эпизоды недержания, своевременно сообщая персоналу о необходимости сопровождения пациента в туалет. Таким образом, специфические проблемы урологии решаются комбинацией удаленного сбора данных, обучающих программ и автоматизированных напоминаний, что повышает качество ►

жизни пожилых с мочевыми расстройствами и снижает частоту острых осложнений.

Будущие направления и перспективы

Масштабирование персонализированных цифровых двойников

Концепция «цифровых двойников» пока экспериментальна, но стремительно развивается. В перспективе в течение 5–10 лет ожидается появление персонализированных цифровых двойников пожилых пациентов, интегрирующих всевозможные данные о человеке – от генома и результатов сканирования органов до ежедневных показателей со смарт-часов.

Такой двойник станет своеобразным виртуальным «аватаром здоровья» человека. Развитие больших данных и ИИ позволит моделировать на двойнике течение болезней и реакцию на разные вмешательства, то есть цифровые двойники позволят персонифицировать лечение, профилактику.

Для реализации этого видения потребуется преодолеть массивные вычислительные и методологические сложности: необходимо собирать уникальные массивы данных, обеспечивать постоянную синхронизацию двойника с реальным состоянием (в режиме реального времени через IoT), и создавать интуитивные интерфейсы для врачей, чтобы те могли интерпретировать результаты симуляций.

Уже сейчас крупнейшие организации (Mayo Clinic, NHS, ряд университетов) запускают инициативы по цифровым двойникам в онкологии, кардиологии. Для пожилых цифровой двойник мог бы стать «персональным тренером по здоровью», подсказывающим, какие шаги продлят активное долголетие именно для них.

Масштабирование таких подходов будет зависеть и от регуляторов – потребуется создание этических и правовых рамок (например, кто владеет данными двойника, как защищать его от взлома). Если эти вопросы решить, цифровые двойники могут стать нормой: возможно, каждый пожилой пациент в будущем будет иметь свой цифровой профиль, который регулярно обновляется и служит основой для рекомендаций и прогнозов врача.

Интеграция омиксных технологий и геномики

Современная медицина быстро движется к использованию омиксных технологий (геномика, транскриптомика, протеомика, микробиом и др.) для более глубокого понимания здоровья и заболеваний. У пожилых, где заболевания имеют многокомпонентную природу, учет генетических и молекулярных особенностей особенно важен для профилактики.

В ближайшие годы цифровые системы начнут интегрировать генетическую информацию пациента. Например, зная, что у человека есть определенные аллели, повышающие риск болезни Альцгеймера, программа будет советовать особо тщательно следить за давлением, когнитивно тренироваться и т.д., а врачу – чаще проводить скрининг когнитивных функций. Уже сейчас существуют панели полигенного риска (polygenic risk scores) для различных заболеваний; их сочетание с данными о факторах образа жизни (которые собирают носимые устройства) позволит точнее прогнозировать риски.

Фармакогеномика – еще один аспект: генетические тесты могут подсказать, как пожилой усваивает то или иное лекарство. Цифровые рецептурные системы будущего будут автоматически сверяться с фармакогеномным профилем пациента и предлагать оптимальный препарат и дозу (например, у носителя определенного варианта гена CYP2C9 требуется сниженная доза варфарина).

Микробиом – активное поле исследований: у пожилых изменения микрофлоры кишечника связаны с синдромом хрупкости, иммунитетом. Цифровые технологии позволят отслеживать микробиом (анализируя данные сенсоров в умных унитазах, которые появятся) и рекомендовать индивидуализированные диеты или пробиотики для поддержания здоровья. Конечно, обработка столь объемных и разнородных данных возможна только благодаря AI и облачным технологиям. Постепенно в электронные карты начнут включать разделы «омикс-профиль», а алгоритмы поддержки решений – учитывать их.

Одно из перспективных направлений – *превентивная медицина*: например, сочетание данных генома, эпигенетических маркеров и данных по образу жизни позволит рассчитывать биологический возраст и предлагать пер-

сональные стратегии «омоложения», что особенно актуально при борьбе с возраст-ассоциированными болезнями. Для пожилых пациентов интеграция омикс-данных откроет возможность персональных профилактических планов: когда и какие скрининги проходить, какие нутрицевтики принимать, на что обратить внимание – все это на основании их уникального биологического профиля.

Однако необходима доказательная база и аккуратность, чтобы не впасть в псевдонаучные практики. Но тренд однозначен: цифровые системы станут учитывать «человека как биосистему» на всех уровнях, а не только видимые симптомы.

5G/6G и мониторинг здоровья в реальном времени

Развитие телекоммуникационных сетей пятого и шестого поколений существенно расширит технические возможности цифровой медицины.

Сети 5G уже обеспечивают намного большую пропускную способность и, главное, крайне малую задержку передачи данных (латентное время около 1–10 мс). Для здравоохранения это означает возможность настоящего времени в мониторинге и управлении.

Например, сейчас при телехирургии основные ограничения – задержки сигнала и нестабильность связи. С приходом 5G хирург, находясь за тысячи километров, сможет управлять роботизированным хирургическим комплексом почти так же точно, как если бы сидел рядом (экспериментальные операции через 5G уже проведены в Китае, когда врач удаленно оперировал пациента с Паркинсоном) [39].

Edge computing (периферийные вычисления) – концепция, при которой обработка данных происходит не на удаленном сервере, а как можно ближе к месту сбора (например, прямо в маршрутизаторе в больнице или на устройстве). В сочетании с 5G это позволит обрабатывать потоки от тысяч IoT-датчиков практически мгновенно и отправлять врачам только уже проанализированные результаты. Например, сотни сенсоров в доме престарелых могут непрерывно передавать данные о движении, пульсе, давлении; edge-сервер на территории будет моментально их анализировать (выявляя

аномалии) и в реальное время уведомлять персонал о проблемах, не перегружая центральную сеть.

6G сети, которые ожидаются к концу десятилетия, обещают еще более фантастические характеристики – говорят о терабитных скоростях и наносекундных задержках. Связь нового поколения станет фундаментом для всего вышеперечисленного – без нее многие идеи (телехирургия, плотная сеть сенсоров) не могли бы полноценно работать.

■ ОБСУЖДЕНИЕ

Цифровые технологии стремительно проникают во все аспекты медицины и особенно значимы для пожилых людей, у которых высок риск хронических болезней, обострений и снижения функциональности.

В ходе обзора мы рассмотрели широкий спектр цифровых решений – от телемедицины и носимых датчиков до искусственного интеллекта и робототехники – и выяснили, что при правильном применении они способны улучшить качество и доступность помощи пожилым пациентам.

Телемедицинские услуги доказали свою эффективность в поддержании непрерывности наблюдения, повышении удовлетворенности пациентов и даже улучшении клинических исходов (например, сокращении госпитализаций).

Носимые устройства и домашние IoT-системы обеспечивают постоянный мониторинг витальных функций, позволяя своевременно выявлять отклонения и предотвращать тяжелые обострения хронических заболеваний.

Мобильные приложения и геймификация мотивируют пожилых активнее участвовать в управлении своим здоровьем, показывая улучшение контроля давления, гликемии, массы тела и др. при использовании таких инструментов.

Искусственный интеллект и анализ больших данных открывают новые горизонты персонализированной медицины – от прогнозирования рисков (например, падений или повторных инфарктов) до оптимизации терапевтических решений с учетом множества параметров.

Цифровые терапевтические программы уже продемонстрировали клинически значимые улучшения состояния при ряде хронических ►►

болезней, фактически став новым видом доказательных интервенций.

VR/AR-технологии доказали пользу в реабилитации и когнитивном тренинге пожилых, а робототехника – в компенсации утраченных функций и психосоциальной поддержке.

Внедрение этих инноваций требует преодоления серьезных барьеров: необходимо повышать цифровую грамотность пожилых, совершенствовать нормативно-правовую базу, обеспечивать безопасность данных и интеграцию технологий в стандартные процессы медицины. Накопленная к настоящему моменту доказательная база хоть и не исчерпывающая, но уже достаточно убедительна: многочисленные пилоты и несколько мета-анализов подтверждают, что цифровые подходы могут улучшать клинические исходы и качество жизни пожилых. Таким образом, цифровая трансформация гериатрической помощи – не дань моде, а необходимый ответ на вызовы стареющего общества, позволяющий сделать помощь более проактивной, персонализированной и эффективной.

Рекомендации по внедрению и дальнейшим исследованиям

На основании проведенного анализа можно предложить ряд рекомендаций для практического здравоохранения и науки.

1. Следует развивать смешанные модели оказания помощи, комбинирующие традиционные очные визиты с телемедицинским наблюдением и использованием цифровых инструментов на дому. Внедрение телемониторинга стоит начинать с наиболее подготовленных групп (например, пациенты с сердечной недостаточностью, уже умеющие пользоваться измерительными приборами) и обеспечивать им тщательное сопровождение, оценивая влияние на исходы.

2. Необходимо инвестировать в обучающие программы для пожилых людей и медицинского персонала. Врачей и медсестер следует обучать навыкам работы с данными, поступающими от пациентов (интерпретация телеметрии, реагирование на алармы), а пожилых – основам использования приложений и устройств.

3. Важна работа над стандартами и совместимостью: при закупке новых систем приори-

тет отдавать тем, что поддерживают открытые стандарты обмена данными, требовать от поставщиков соблюдения требований к безопасности (шифрование, аутентификация) и сертификации.

4. Регуляторам рекомендуется ускорить обновление нормативной базы – например, четко определить статус разных типов медицинских приложений, разработать ускоренные процедуры одобрения обновлений ПО, внедрить стандарты оценки AI-систем в медицине.

5. Клиницистам и исследователям необходимо продолжить накопление доказательств эффективности и рентабельности. Следует проводить крупномасштабные исследования, в идеале рандомизированные, с достаточным периодом наблюдения, чтобы оценить долгосрочные эффекты цифровых вмешательств на здоровье пожилых (влияние на инвалидизацию, выживаемость, когнитивное состояние и др.), а также проводить экономический анализ (стоимость предотвращенной госпитализации, качество жизни, скорректированное на годы и т.п.). Особое внимание следует уделить вовлечению в исследования разнообразной выборки – в том числе очень пожилых (старше 80 лет), лиц с когнитивными нарушениями, из разных социальных групп, чтобы не оставлять «слепых зон».

6. Важно развивать междисциплинарное взаимодействие: успех цифровой медицины для пожилых лежит на стыке геронтологии, ИТ, социальных служб. Команды внедрения должны включать не только ИТ-специалистов, но и врачей-гериатров и других специальностей, психологов, социальных работников – чтобы решения были удобны и полезны с учетом комплексных потребностей пожилых.

7. Требуется постоянная обратная связь от самих пожилых: механизмы сбора отзывов, жалоб, предложений от пользователей технологий позволят улучшать дизайн и функциональность. Участие пожилых людей и их семей на этапе разработки – залог создания продуктов, которые они действительно будут использовать.

Выводы

Цифровизация представляется перспективным средством повышения качества жизни

и здоровья людей. Для пожилых это средство может стать «социальным лифтом» к более активному и защищенному долголетию. Но важно помнить, что технологии должны дополнять, а не заменять человеческое участие.

Идеальная модель – человек-ориентированная цифровая помощь, где за каждым элек-

тронным сигналом стоит медицинский профессионал.

При таком подходе, опирающемся на доказательность, образование и этику, цифровые технологии станут мощным инструментом в арсенале геронтологии, продлевая годы здоровой, полноценной жизни пожилых людей. ▀

ЛИТЕРАТУРА

1. World Health Organization. Ageing and health [Internet]. 2022 [cited 2025 Mar 2]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>
2. The Guardian. How has the world's population grown since 1950? [Internet]. 2022 Nov 14 [cited 2025 Mar 2]. Available from: <https://www.theguardian.com/global-development/ng-interactive/2022/nov/14/how-has-the-worlds-population-grown-since-1950>
3. Ryan P, Kobb R, Hilsen P. Making the right connection: matching patients to technology. *Telemed J E Health* 2003;9(1):81-8. <https://doi.org/10.1089/153056203763317729>
4. Aliberti GM, Bhatia R, Desrochers LB, Gilliam EA, Schonberg MA. Perspectives of primary care clinicians in Massachusetts on use of telemedicine with adults aged 65 and older during the COVID-19 pandemic. *Prev Med Rep* 2022;26:101729. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2022.101729>
5. Ilali M, Le Berre M, Vedel I, Khanassov V. Telemedicine in the primary care of older adults: a systematic mixed studies review. *BMC Prim Care* 2023;24(1):152. <https://doi.org/10.1186/s12875-023-02098-2>
6. Khanassov V, Ilali M, Ruiz AS, Vedel I. Telemedicine in primary care of older adults: a qualitative study. *BMC Prim Care* 2024;25(1):259. <https://doi.org/10.1186/s12875-024-02518-x>
7. Dawson R, Pinheiro M, Oliveira J, Haynes A, Naganathan V, Taylor ME, et al. The Telephysiotherapy for Older People (TOP-UP) program for improving mobility in people receiving aged care: a hybrid type 1 effectiveness-implementation randomised controlled trial. *Med J Aust* 2025;223(4):205-13. <https://doi.org/10.5694/mja2.70004>
8. Man SS, Wen H, Chiu KT, Wang F, Chan HS. Effectiveness of Telephysiotherapy in Improving Older Adults' Physical and Psychological Outcomes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Healthcare (Basel)* 2024;12(17):1775. <https://doi.org/10.3390/healthcare12171775>
9. Moore K, O'Shea E, Kenny L, Barton J, Tedesco S, Sica M, et al. Older Adults' Experiences With Using Wearable Devices: Qualitative Systematic Review and Meta-synthesis. *JMIR Mhealth Uhealth* 2021;9(6):e23832. <https://doi.org/10.2196/23832>
10. Yusif S, Soar J, Hafeez-Baig A. Older people, assistive technologies, and the barriers to adoption: a systematic review. *Int J Med Inform* 2016;94:112-6. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2016.07.004>
11. Tian YJ, Felber NA, Pageau F, Blomqvist K, Guisado-Fernandez E, Borycky EM, et al. Benefits and barriers associated with the use of smart home health technologies in the care of older persons: a systematic review. *BMC Geriatr* 2024;24(1):152. <https://doi.org/10.1186/s12877-024-04702-1>
12. de Souza Ferreira E, de Aguiar Franco F, dos Santos Lara MM, da Silva RR, de Souza Costa G, de Oliveira LCG, et al. The effectiveness of mobile application for monitoring diabetes mellitus and hypertension in the adult and elderly population: systematic review and meta-analysis. *BMC Health Serv Res* 2023;23(1):855. <https://doi.org/10.1186/s12913-023-09879-6>
13. Koivisto J, Malik A. Gamification for Older Adults: A Systematic Literature Review. *Gerontologist* 2021;61(7):e345-e357. <https://doi.org/10.1093/geront/gnaa047>
14. Riis AH, Kristensen PK, Lauritsen SM, Thieson B, Jørgensen MJ. Using Explainable Artificial Intelligence to Predict Potentially Preventable Hospitalizations: A Population-Based Cohort Study in Denmark. *Med Care* 2023;61(4):226-36. <https://doi.org/10.1097/MLR.0000000000001830>
15. MacLeod M, Braddy-Green A, Lopez R. Detecting COPD exacerbations using AI predictive modelling with continuous temperature sensing. *Eur Respir J* 2024;64(Suppl 68):PA379. <https://doi.org/10.1183/13993003.congress-2024.PA379>
16. David BG. Prostate Health in the Digital Age: Telemedicine and AI-Assisted Diagnosis for Prostate Disorders. *IDOSR J Sci Res* 2024;9(3):21-6. Available from: <https://doi.org/10.59298/IDOSRJSR/2024/9.3.212600>
17. Katsoulakis E, Wang Q, Wu H, Yuan Y, Liu Y, Huang Y, et al. Digital twins for health: a scoping review. *NPJ Digit Med* 2024;7(1):77. <https://doi.org/10.1038/s41746-024-01073-0>
18. Zhang C, He X, Fu Y. Research on disease management of chronic disease patients based on digital therapeutics: A scoping review. *Digit Health* 2024;10:20552076241297064. <https://doi.org/10.1177/20552076241297064>
19. Rodríguez-Almagro D, Achalandabaso-Ochoa A, Ibáñez-Vera AJ, Góngora-Rodríguez J, Rodríguez-Huguet M. Effectiveness of Virtual Reality Therapy on Balance and Gait in the Elderly: A Systematic Review. *Healthcare (Basel)* 2024;12(2):158. <https://doi.org/10.3390/healthcare12020158>
20. Yang Q, Zhang L, Chang F, Yang H, Chen B, Liu Z. Virtual Reality Interventions for Older Adults With Mild Cognitive Impairment: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Med Internet Res* 2025;27:e59195. <https://doi.org/10.2196/59195>
21. Yen HY, Huang CW, Chiu HL, Jin G. The Effect of Social Robots on Depression and Loneliness for Older Residents in Long-Term Care Facilities: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Am Med Dir Assoc* 2024;25(6):104979. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2024.02.017>
22. Chen SC, Lin MF, Jones C, Chang WH, Lin SH, Chien CO, et al. Effect of a Group-Based Personal Assistive Robot (PARO) Robot Intervention on Cognitive Function, Autonomic Nervous System Function, and Mental Well-being in Older Adults with Mild Dementia: A Randomized Controlled Trial. *J Am Med Dir Assoc* 2024;25(11):105228. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2024.105228>
23. Lakmazaheri A, Song S, Vuong BB, Gallego JA, Moreno JC, del-Ama AJ, et al. Optimizing exoskeleton assistance to improve walking speed and energy economy for older adults. *J Neuroeng Rehabil* 2024;21(1):1. <https://doi.org/10.1186/s12984-023-01287-5>
24. Lee SH, Kim E, Kim J, Lee HJ, Kim YH. Robot-assisted exercise improves gait and physical function in older adults: a usability study. *BMC Geriatr* 2025;25(1):192. <https://doi.org/10.1186/s12877-025-05811-1>
25. Chen G, Spaulding R, Wright S, Bhattacharya S. Use Of Personal Voice Assistants by Older Adults and Its Implication for Geriatric Care. *OAJ Gerontol Geriatr Med* 2023;7(4):555719. <https://doi.org/10.19080/OAJ-GJGM.2023.07.555719>
26. Shade M, Rector K, Kupzyk K. Voice Assistant Reminders and the Latency of Scheduled Medication Use in Older Adults With Pain: Descriptive Feasibility Study. *JMIR Form Res* 2021;5(9):e26361. <https://doi.org/10.2196/26361>
27. Yu S, Chen T. Understanding older adults' acceptance of Chatbots in healthcare delivery: an extended UTAUT model. *Front Public Health* 2024;12:1435329. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1435329>
28. Peng W, Lee HR, Lim S. Leveraging Chatbots to Combat Health Misinformation for Older Adults: Participatory Design Study. *JMIR Form*

ЛИТЕРАТУРА

- Res 2024;8:e60712. <https://doi.org/10.2196/60712>
29. Steventon A, Bardsley M, Billings J, Dixon J, Doll H, Hirani S, et al. Effect of telehealth on use of secondary care and mortality: findings from the Whole System Demonstrator cluster randomised trial. *BMJ* 2012;344:e3874. <https://doi.org/10.1136/bmj.e3874>
30. Masotta V, Dante A, Caponnetto V, Marcotullio A, Ferraiuolo F, Bertocchi L, et al. Telehealth care and remote monitoring strategies in heart failure patients: A systematic review and meta-analysis. *Heart Lung* 2024;64:149-67. <https://doi.org/10.1016/j.hrtlng.2024.01.003>
31. Masterson Creber R, Goyal P, Riegel B, Ruppert TM, Cua G, Schlatter M, et al. Telehealth and Health Equity in Older Adults With Heart Failure: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes* 2023;16(11):e000123. <https://doi.org/10.1161/HCQ.000000000000123>
32. Health Quality Ontario. Electronic Monitoring Systems to Assess Urinary Incontinence: A Health Technology Assessment. *Ont Health Technol Assess Ser* 2018;18(3):1-60. PMID: 29844845; PMCID: PMC5963666. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5963666/>
33. University of Oxford. Wearable devices can help predict five-year risk of falls in people with Parkinson's disease [Internet]. 2024 Dec 5 [cited 2025 Mar 2]. Available from: <https://www.ox.ac.uk/news/2024-12-05-wearable-devices-can-help-predict-five-year-risk-falls-people-parkinsons-disease>
34. Sykes ER. Next-generation fall detection: harnessing human pose estimation and transformer technology. *Health Syst (Basingstoke)* 2024;14(2):85-103. <https://doi.org/10.1080/20476965.2024.2395574>
35. Tunçgenç B, Greig EJ, Cohen E. Benefits of an online group dance program for adolescents' social bonding and wellbeing. *J Adolesc* 2024;96(8):1917-28. <https://doi.org/10.1002/jad.12391>
36. Шадеркин И.А., Владимирский А.В., Войтко Д.А., Просянников М.Ю., Зеленский М.М., Цой А.А. Диагностическая ценность портативного анализатора мочи «ЭТТА АМП-01», как инструмента самостоятельного мониторинга в mHealth и при скрининге в первичном звене медицинской помощи. *Экспериментальная и клиническая урология* 2015;(4):22-6 [Shaderkin I.A., Vladimirovskiy A.V., Voytko D.A., Prosyannikov M.Yu., Zelenskiy M.M., Coy A.A. Diagnostic value of the portable urine analyzer «Etta AMP-01» as a tool for self-monitoring in mhealth and for screening in primary health care. *Eksperimental'naya i klinicheskaya urologiya = Experimental and clinical urology* 2015;(4):22-6 (In Russian)].
37. Аполихин О.И., Сивков А.В., Владимирский А.В., Шадеркин И.А., Цой А.А., Шадеркина В.А., и др. Применение телемедицинской веб-платформы NetHealth.ru как инструмента поддержки клинических решений в урологии. *Экспериментальная и клиническая урология* 2015;(3):4-11. [Apolikhin O.I., Sivkov A.V., Vladimirovskiy A.V., Shaderkin I.A., Tsoi A.A., Shaderkina V.A., et al. Use of telemedicine web platform nethealth.ru as an instrument of a clinical support in urology. *Eksperimental'naya i Klinicheskaya Urologiya = Experimental and Clinical Urology* 2015;(3):4-11. (In Russian)].
38. Шадеркин И.А., Лебедев Г.С., Владимирский А.В., Лисненко А.А., Рябков И.В., Кожин П.Б. Информационные технологии в организации домашнего стационара для людей с ограниченными возможностями. *Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения* 2018;3(8):57-63. [Shaderkin I.A., Lebedev G.S., Vladymyrskiy A.V., Lisnenko A.A., Ryabkov I.V., Kozhin P.B. Information technologies for disabled patients' home care. *Rossiyskiy zhurnal teledmeditsiny i elektronnoygo zdavookhraneniya = Russian Journal of Telemedicine and Electronic Healthcare* 2018;3(8):57-63. (In Russian)]. <https://doi.org/10.29188/2542-2413-2018-4-3-57-63>
39. STL Partners. 10 5G Healthcare use cases [Internet]. [cited 2025 Mar 2]. Available from: <https://stlpartners.com/articles/digital-health/10-5g-healthcare-use-cases/>

Сведения об авторе:

Шадеркин И.А. – к.м.н., руководитель цифровой кафедры Центра цифровой медицины Института цифрового биодизайна и моделирования живых систем Научно-технологического парка биомедицины ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Ведущий научный сотрудник отдела научных основ организации здравоохранения ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России; Москва, Россия; РИНЦ Author ID 695560, <https://orcid.org/0000-0001-8669-2674>

Шадеркина В.А. – научный редактор урологического информационного портала UroWeb.ru; РИНЦ Author ID 880571, <https://orcid.org/0000-0002-8940-4129>

Вклад автора:

Шадеркин И.А. – определение научного интереса, литературный обзор, написание текста, 50%
Шадеркина В.А. – дизайн публикации, написание текста статьи 50%

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: Опубликовано без спонсорской поддержки.

Статья поступила: 24.12.24

Рецензирование: 22.01.25

Результаты рецензирования: 22.01.25

Принята к публикации: 02.03.25

Information about author:

Shaderkin I.A. – PhD, Head of the Digital Department of the Center for Digital Medicine of the Institute of Digital Biodesign and Modeling of Living Systems of the Scientific and Technological Park of Biomedicine of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov of the Ministry of Health of Russia (Sechenov University), Leading Researcher of the Department of Scientific Foundations of Healthcare Organization of the FSBI «Central Research Institute for Organization and Informatization of Health Care» Ministry of Health of Russia; Moscow, Russia; RSCI Author ID 695560, <https://orcid.org/0000-0001-8669-2674>

Shaderkina V.A. – Scientific editor of the urological information portal UroWeb.ru; RSCI Author ID 880571, <https://orcid.org/0000-0002-8940-4129>

Author Contribution:

Shaderkin I.A. – identification of scientific interest, literature review, text writing, 50%
Shaderkina V.A. – publication design, text writing, 50%

Conflict of interest. The author declare no conflict of interest.

Financing. Published without sponsorship.

Received: 24.12.24

Reviewing: 22.01.25

Review results: 22.01.25

Accepted for publication: 02.03.25

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-1-23-25>

Интеллектуальная кросс-платформенная система «DocAI» для оптимизации образовательного процесса в медицинских вузах

Оригинальное исследование

В.С. Теренин^{1,6,8}, Г.Д. Стецуков^{2,7,8}, Д.А. Фокин^{3,4,8}, В.М. Баннов^{5,7}

¹ Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия

² ФГБОУ ВО Самарский государственный медицинский университет, Самара, Россия

³ Научно-исследовательский институт нейронаук ФГБОУ ВО Самарского государственного медицинского университета МЗ РФ, Самара, Россия

⁴ ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет, Самара, Россия

⁵ Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия

⁶ ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» МЗ РФ (Сеченовский Университет), Москва, Россия

⁷ ООО «Универсальный Доктор», Самара, Россия

⁸ ООО «ДокиИ», Самара, Россия

Контакт: Теренин Виталий Станиславович, vitaly.terenin0702@gmail.com

Аннотация:

Введение. Технологический прогресс и достижения в области искусственного интеллекта (ИИ) за последние годы способствовали возникновению решений, которые соответствуют ключевым трендам в глобальном образовании: увеличению гибкости и адаптивности, персонализации учебного процесса.

Ключевой вызов медицинского образования – экспоненциальный рост информации и накопление стремительно увеличивающихся в объёме баз данных современных и прошлых исследований. Решением может быть разработка интеллектуальной системы на основе технологий ИИ и хранения данных, способной автоматизировать поиск, анализ и обработку информации.

Целью данного исследования является проектирование и создание ключевых модулей интеллектуальной кроссплатформенной системы «DocAI» с использованием технологий обработки естественного языка и графовой базы данных для оптимизации образовательного процесса в медицинских вузах.

Материалы и методы. Проведён комплексный анализ ключевых трендов в глобальном и медицинском образовании, изучена научная литература и методологические подходы к цифровой трансформации и персонализации образовательной среды, проведено исследование по методологии Customer Development (CustDev) и выполнен конкурентный анализ современных решений на основе технологий искусственного интеллекта.

Результаты. В данном исследовании нами был реализован прототип интеллектуальной кросс-платформенной системы для решения ключевых проблем оптимизации образовательного процесса: автоматизация поиска, анализа и обработки информации с адаптацией под индивидуальные потребности и уровень знаний студентов и эффективно управлять большими массивами данных. Для этого был спроектирован прототип интеллектуальной системы с модульной организацией, где каждому модулю отводится своя задача: модуль БЯМ отвечает за формирование ответа пользователю, модуль графовой базы данных обеспечивает гибкое и масштабируемое хранение знаний; модуль методов извлечения информации отвечает за поиск и извлечение релевантных данных.

Выводы. Разработка интеллектуальной кросс-платформенной системы «DocAI» с использованием технологий обработки естественного языка и графовой базы данных рассматривается нами как актуальное решение задачи оптимизации образовательного процесса и «мягкого» внедрения AI-enabled education (AIEd) в учебную среду.

Ключевые слова: искусственный интеллект; медицинское образование; цифровая трансформация; обработка естественного языка; графовые базы данных; персонализация обучения; интеллектуальные системы.

Для цитирования: Теренин В.С., Стецуков Г.Д., Фокин Д.А., Баннов В.М. Интеллектуальная кросс-платформенная система «DocAI» для оптимизации образовательного процесса в медицинских вузах. Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения 2025;11(1):23-25; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-1-23-25>

DocAI – An intelligent cross-platform system for optimizing the educational process in medical universities

Original research

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-1-23-25>

V.S. Terenin^{1,6,8}, G.D. Stetsukov^{2,7,8}, D.A. Fokin^{3,4,8}, V.M. Bannov^{5,7}

¹ National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

² Samara State Medical University, Samara, Russia

³ Samara State Medical University SRI neuroscience, Samara, Russia

⁴ Samara State Technical University, Samara, Russia

⁵ National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russia

⁶ I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Russian Ministry of Health (Sechenov University), Moscow, Russia

⁷ Universal Doctor LLC, Samara, Russia

⁸ Universal Doctor DocAI LLC, Samara, Russia

Contact: Vitaly S. Terenin, vitaly.terenin0702@gmail.com

Summary:

Introduction. Technological progress and recent advances in artificial intelligence (AI) have led to the emergence of solutions aligned with key trends in global education – enhanced flexibility, adaptivity, and personalization of the learning process. One of the major challenges of medical education is the exponential growth of scientific information and the accumulation of extensive databases of current and past research. A potential solution lies in the development of an intelligent system based on AI and data storage technologies capable of automating information retrieval, analysis, and processing.

The aim of this study was to design and develop the core modules of an intelligent cross-platform system «DocAI» using natural language processing (NLP) and graph database technologies to optimize the educational process in medical universities.

Materials and Methods. A comprehensive analysis of global and medical education trends was carried out. The study included a literature review and methodological assessment of digital transformation and personalization in educational environments, a Customer Development (CustDev) study, and a competitive analysis of AI-driven educational solutions.

Results. A prototype of the intelligent cross-platform system was developed to address the main challenges of educational process optimization – automation of information retrieval, analysis, and processing with adaptation to the individual needs and knowledge level of students, as well as efficient management of large data volumes. The prototype includes a modular architecture: the NLP module generates responses for users; the graph database module ensures flexible and scalable knowledge storage; the information extraction module retrieves relevant data from various sources.

Conclusion. The development of the intelligent cross-platform system «DocAI», based on natural language processing and graph database technologies, represents a relevant and promising approach to optimizing the educational process and facilitating the gradual integration of AI-enabled education (AIEd) into academic environments.

Key words: artificial intelligence; medical education; digital transformation; natural language processing; graph databases; learning personalization; intelligent systems.

For citation: Terenin V.S., Stetsukov G.D., Fokin D.A., Bannov V.M. DocAI – An intelligent cross-platform system for optimizing the educational process in medical universities. Russian Journal of Telemedicine and E-Health 2025;11(1):23-25; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-1-23-25>

■ ВВЕДЕНИЕ

Технологический прогресс и достижения в области искусственного интеллекта (ИИ) за последние годы поспособствовали возникновению решений, которые соответствуют ключевым трендам в глобальном образовании: увеличению гибкости и адаптивности, персонализации учебного процесса.

Ведущие эксперты в области информационных технологий рассматривают сферу образования как наиболее перспективную для использова-

ния таких решений, наряду с здравоохранением и государственным регулированием. Внедрение решений на основе ИИ особенно актуально в медицинском образовании, так как подготовка высококвалифицированных специалистов в медицинском университете является одной из самых сложных задач в области высшего образования ввиду многогранности медицинской отрасли и динамично изменяющихся требований в системе здравоохранения.

Ключевой вызов медицинского образования – экспоненциальный рост информации и накопле-

ние стремительно увеличивающихся в объеме баз данных современных и прошлых исследований. Так, увеличение количества публикаций в медицинской базе данных PubMed Национального центра биотехнологической информации (США), в которой новые статьи появляются со скоростью не менее одной в минуту, а количество опубликованных научных работ по медицине за последние 10 лет ежегодно увеличивается на 8-9%, свидетельствует о возможном повышении когнитивной нагрузки в процессе обучения. Современные медицинские вузы нуждаются в инструментах оптимизации учебного процесса, способных адаптировать обучение под индивидуальные потребности студентов и эффективно работать с обширными массивами данных.

Решением может быть разработка интеллектуальной системы на основе технологий ИИ и хранения данных, способной автоматизировать поиск, анализ и обработку информации.

Целью данного исследования является проектирование и создание ключевых модулей интеллектуальной кросс-платформенной системы «DocAI» с использованием технологий обработки естественного языка и графовой базы данных для оптимизации образовательного процесса в медицинских вузах.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведен комплексный анализ ключевых трендов в глобальном и медицинском образовании, изучена научная литература и методологические подходы к цифровой трансформации и персонализации образовательной среды, проведено исследование по методологии Customer Development (CustDev) и выполнен конкурентный анализ современных решений на основе технологий искусственного интеллекта.

Были выявлены актуальные проблемы акторов образовательного процесса в медицинских вузах: отсутствие быстрого и легкого доступа к актуальной информации и трудоемкий процесс поиска, обработки и анализа данных; недостаточная адаптация учебных программ к индивидуальным особенностям студентов; информационная перегрузка вследствие роста цифровых ресурсов.

Результаты CustDev показали, что 88,6% респондентов (64,9% студентов, 23,7% ординаторов, 11,5% преподавателей) используют ИИ-

сервисы в учебной или профессиональной деятельности, при этом 23% уже оплачивают подписку, 77% предпочитают бесплатные решения, а 63% готовы платить за качественные инструменты, что подтверждает высокую заинтересованность целевой аудитории в интеграции ИИ-инструментов в образовательную среду и их ожидания по удобству, персонализации и адаптивности к медицинскому контексту.

Сравнительный анализ существующих решений на основе ИИ позволяет выделить две основные группы конкурентов: зарубежные интеллектуальные платформы, ориентированные на англоязычную аудиторию, и отечественные разработки, ограниченные функциональностью чат-ботов на основе предобученных языковых моделей.

Проанализировав современные технологические решения, было решено использовать большие языковые модели (БЯМ) и методы обработки естественного языка, архитектуру графовой базы данных, а также методы извлечения информации, ввиду гибкой и масштабируемой технологии хранения знаний, для повышения достоверности и снижения галлюцинаций генерируемых ответов.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

В данном исследовании нами был реализован прототип интеллектуальной кросс-платформенной системы для решения ключевых проблем оптимизации образовательного процесса: автоматизация поиска, анализа и обработки информации с адаптацией под индивидуальные потребности и уровень знаний студентов и эффективно управлять большими массивами данных.

Для этого был спроектирован прототип интеллектуальной системы с модульной организацией, где каждому модулю отводится своя задача: модуль БЯМ отвечает за формирование ответа пользователю, модуль графовой базы данных обеспечивает гибкое и масштабируемое хранение знаний; модуль методов извлечения информации отвечает за поиск и извлечение релевантных данных.

В качестве источника данных для наполнения графовой базы выбраны клинические рекомендации (КР) Минздрава РФ, которые остаются нормативной основой оказания ►►

медицинской помощи (N 323-ФЗ, Минздрава России от 20.05.2021 N 17-4/И/1-7530 – п. 2.1 ч. 1 ст. 79) и могут способствовать согласованию учебных программ с современными медицинскими стандартами и решениями. После реализации архитектуры прототипа с интеграцией модулей графовой базы данных, большой языковой модели (GigaChat 2.0) и методов извлечения информации проведено тестирование системы. Результаты валидационной проверки с использованием автоматизированных метрик: BLEU – 93%, ROUGE-L (среднее значение) – 96%, Precision – 0,91, Recall – 0,95, F1-score – 0,923. Кроме того, сравнение с эталонными ответами показало, что система обеспечивает высокую степень совпадения и достоверности ответов по содержанию и структуре. Таким образом, в отличие от существующих решений, в разрабатываемой системе «DocAI» будет использоваться комбинированное применение технологий обработки естественного языка, методов извлечения информации из графовой базы данных и итеративную генерацию – инновационную методологию, разработанную для решения проблемы галлюцинаций при обработке данных с помощью больших языковых моделей, что обеспечит быстрый доступ к релевантным данным, их структурированное хранение и обоснованность ответов, адаптивную подачу материала в соответствии с уровнем подготовки и запросом пользователя.

■ ВЫВОДЫ

В ходе работы с участием Цифровой кафедры Сеченовского университета выполнено архитектурное проектирование и создание

ключевых модулей интеллектуальной кроссплатформенной системы «DocAI» с использованием технологий обработки естественного языка и графовой базы данных для оптимизации образовательного процесса в медицинских вузах. В отличие от существующих решений, в разрабатываемой системе «DocAI» будет использоваться комбинированное применение технологий обработки естественного языка, методов извлечения информации из постоянно обновляемой графовой базы данных и итеративная генерация – инновационная методология, разработанная для решения проблемы галлюцинаций при обработке данных с помощью больших языковых моделей, что обеспечит быстрый доступ к релевантным данным, их структурированное хранение и обоснованность ответов, адаптивную подачу материала в соответствии с уровнем подготовки и запросом пользователя. Основываясь на стратегии «Evidence-based educational policy», поставлена задача реализации пилотного тестирования данной интеллектуальной системы в условиях реальной образовательной среды с проведением предварительной этико-правовой и педагогической экспертизы. Также изучены условия для образовательного эксперимента, временно освобожденного от жестких регламентов и требований, но обладающего понятным исследовательским дизайном. Разработка интеллектуальной кросс-платформенной системы «DocAI» с использованием технологий обработки естественного языка и графовой базы данных рассматривается нами как актуальное решение задачи оптимизации образовательного процесса и «мягкого» внедрения AI-enabled education (AIEd) в учебную среду. ▀

ЛИТЕРАТУРА

1. Cheng Yin Cheong. New Paradigm for Re-engineering Education: Globalization, Localization and Individualization. Springer, 2005. P. 26-28.
2. Esin, Mukul., Gülkin, Buyukrızkan. Digital transformation in education: A systematic review of education 4.0. *Technological Forecasting and Social Change* 2023;194:122664-122664. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122664>
3. Mohamed Hashim MA, Tlemsani I, Matthews R. Higher education strategy in digital transformation. *Educ Inf Technol (Dordr)* 2022;27(3):3171-3195. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10739-1>
4. Pedro F., Subosa M., Rivas A., Valverde P. Artificial intelligence in education: challenges and opportunities for sustainable development, UNESCO. 2019. P. 48.
5. Shahriari, K., Shahriari, M. Ethically Aligned Design. First Edition. A Vision for Prioritizing Human Well-being with Autonomous and Intelligent Systems. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) 2017.
6. IEEE Canada International Humanitarian Technology Conference (IHTC). <https://doi.org/10.1109/IHTC.2017.8058187>
7. WIPO Technology Trends 2019: Artificial Intelligence. *World Intellectual Property Organization* 2019. P. 154.
8. Sapira JD. Why is medical school difficult? Or, if it isn't difficult, why it should be. *South Med J* 1979;72(11):1453-5. <https://doi.org/10.1097/00007611-197911000-00030>.
9. Wartman, Steven A. MD, PhD. The Empirical Challenge of 21st-Century Medical Education. *Academic Medicine* 2019;94(10):1412-1415. <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000002866>
10. Tolkacheva I.V. Modern challenges of medical education and their reflection in the curriculum. *Vestnik of Kostroma State University. Series: Pedagogy. Psychology. Sociokinetics* 2022;28(3):143–150. <https://doi.org/10.34216/2073-1426-2022-28-3-143-150>
11. Bornmann, L., Haunschild, R. & Mutz, R. Growth rates of modern sci-

ЛИТЕРАТУРА

ence: a latent piecewise growth curve approach to model publication numbers from established and new literature databases. *Humanit Soc Sci Commun* 2021;8:224. <https://doi.org/10.1057/s41599-021-00903-w>.

11. Landhuis, E. Scientific literature: Information overload. *Nature* 2016;535:457–458. <https://doi.org/10.1038/nj7612-457a>.

12. Bryzgalina E.V. Artificial Intelligence in Education. Analysis of Implementation Goals. *Chelovek* 2021;32(2)9–29. <https://doi.org/10.31857/S023620070014856-8>.

13. Montebello, M., Montebello, M. Personal learning networks, portfolios and environments. AI Injected e-Learning: The Future of Online Education, Studies in Computational Intelligence 2018;39-50. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-67928-0>.

14. Букеева А.С., Риклефс В.П. Когнитивная нагрузка, мотивация и академический стресс: десятикомпонентная модель успешности образовательной программы медицинского ВУЗа. *Виртуальные технологии в медицине* 2017;(1):44-45. [Bukeeva A.S., Ricklefs V.P. Cognitive load, motivation, and academic stress: a ten-component model of success in the educational program of a medical university. *Virtual'nyye tekhnologii v meditsine = Virtual technologies in medicine* 2017;(1):44-45 (In Russian)].

15. Bailey J, Driver K, Wasson EJ, Hughes M. Cognitive overload-A medical student's perspective. *Med Educ* 2021;55(2):276. <https://doi.org/10.1111/medu.14359>.

medu.14359.

16. Khmelnytska, O., Tkachenko, L., Liashchenko, Y., Zlenko, Y. Modern information and library technologies in the organization of scientific educational environment in higher education institution. *Society. Doc.Com.* <https://doi.org/10.69587/sdc/1.2024.92>

17. Vicknair, Chad, et al. A comparison of a graph database and a relational database: a data provenance perspective. Proceedings of the 48th annual ACM Southeast Conference. 2010.

18. Kresevic S, Giuffr  M, Ajcevic M, Accardo A, Croc  LS, Shung DL. Optimization of hepatological clinical guidelines interpretation by large language models: a retrieval augmented generation-based framework. *NPJ Digit Med* 2024;23:7(1):102. <https://doi.org/10.1038/s41746-024-01091-y>

19. Андрейченко А.Е., Гусев А.В. Перспективы применения больших языковых моделей в здравоохранении. *Национальное здравоохранение* 2023;4(4):48-55. [Andreychenko A.E., Gusev A.V. Perspectives on the application of large language models in healthcare. *Natsional'noye zdravookhraneniye = National Health Care* 2023;4(4):48-55 (In Russian)]. <https://doi.org/10.47093/2713-069X.2023.4.4.48-55>

20. Lucas HC, Upperman JS, Robinson JR. A systematic review of large language models and their implications in medical education. *Medical Education* 2024.<https://doi.org/10.1111/medu.15402>

Сведения об авторах:

Теренин В.С. – магистрант 2 года, факультет филологии, «Национальный исследовательский Томский государственный университет»; Томск, Россия; <https://orcid.org/0009-0002-2578-5329>

Стецуков Г.Д. – аспирант 4 года по направлению «Биологические науки», ФГБОУ ВО Самарского государственного медицинского университета Минздрава России; Самара, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-9160-6774>

Фокин Д.А. – аспирант 2 года, Институт автоматизации и информационных технологий, ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет; Самара, Россия; <https://orcid.org/0009-0008-7824-1644>

Баннов В.М. – аспирант 2 года, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского; Нижний Новгород, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-5473-0290>

Вклад авторов:

Теренин В.С. – концепция работы, сбор и анализ литературных источников, проектирование и разработка системы, написание и редактирование текста статьи,
Стецуков Г.Д. – концепция работы, анализ литературных данных, реализация архитектуры прототипа и разработка модулей системы, подготовка и написание текста статьи,
Фокин Д.А. – сбор и анализ литературных данных, разработка модулей и валидация работы системы, написание текста статьи,
Баннов В.М. – обзор литературы, написание и редактирование текста статьи,

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Статья поступила: 20.01.25

Рецензирование: 17.02.25

Принята к публикации: 04.03.25

Information about authors:

Terenin V.S. – second-year Master's student, Faculty of Philology, National Research Tomsk State University; Tomsk, Russia; <https://orcid.org/0009-0002-2578-5329>

Stetsukov G.D. – fourth-year PhD student, Biological Sciences, Samara State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation; Samara, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-9160-6774>

Fokin D.A. – 2nd-year PhD student, Institute of Automation and Information Technology, Samara State Technical University; Samara, Russia; <https://orcid.org/0009-0008-7824-1644>

Bannov V.M. – 2nd-year PhD student, Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod; Nizhny Novgorod, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-5473-0290>

Authors Contribution:

Terenin V.S. – concept of the work, system design and development, analysis of literary data, writing the text of the article; editing the article,
Stetsukov G.D. – concept of the work, implementation of the prototype architecture and development of system modules, analysis of literary data, preparation and writing the text of the article,
Fokin D.A. – collection and analysis of literary data, development of modules and system validation, writing the text of the article,
Bannov V.M. – literature review, writing the text and editing the article,

Conflict of interest. The author declare no conflict of interest.

Financing. The study was performed without external funding.

Received: 20.01.25

Reviewing: 17.02.25

Accepted for publication: 04.03.25

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-1-28-30>

Разработка персонализированной 3D-модели зуба

Е.С. Акишина, С.М. Геращенко, Л.А. Зюлькина, А.С. Изотова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет», Пенза, Россия

Контакт: Акишина Е.С., akishina_2005@mail.ru

Аннотация:

В статье рассматривается проблема недостаточной анатомической достоверности существующих моделей, используемых в симуляционном обучении стоматологов. Авторы предлагают решение в виде разработки персонализированных 3D-моделей зубов на основе реальных томографических данных. В работе детально описан процесс создания модели: от сегментации данных КЛКТ в программе 3D-Slicer до 3D-печати на фотополимерном принтере. Подчеркивается, что использование таких анатомически точных моделей позволяет студентам эффективно отрабатывать мануальные навыки эндодонтического лечения, включая обработку сложных корневых каналов, что в перспективе минимизирует риск типичных осложнений, таких как перфорация стенок канала или отлом инструмента.

Ключевые слова: 3D-модель зуба; стоматология; анатомические аномалии; 3D-печать; полимерные материалы.

Для цитирования: Акишина Е.С., Геращенко С.М., Зюлькина Л.А., Изотова А.С. Разработка персонализированной 3D-модели зуба. Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения 2025;11(1):28-30; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-1-28-30>

Development of a personalized 3D tooth model

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-1-28-30>

E.S. Akishina, S.M. Gerashchenko, L.A. Zyulkin, A.S. Izotova

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Penza State University», Penza, Russia

Contact: E.S. Akishina, akishina_2005@mail.ru

Summary:

The article addresses the issue of insufficient anatomical accuracy in existing models used for simulation-based training in dentistry. The authors propose a solution through the development of personalized 3D tooth models based on real tomographic data. The work details the model creation process: from segmenting CBCT data in 3D-Slicer software to 3D printing using a photopolymer printer. It is emphasized that using such anatomically accurate models allows students to effectively practice the manual skills required for endodontic treatment, including the management of complex root canal systems. This approach is expected to minimize the risk of common complications, such as canal wall perforation or instrument separation, thereby enhancing the quality of future clinical care.

Key words: 3D tooth model; dentistry; anatomical anomalies; 3D printing; polymeric materials.

For citation: Akishina E.S., Gerashchenko S.M., Zyulkin L.A., Izotova A.S. Development of a personalized 3D tooth model. Russian Journal of Telemedicine and E-Health 2025;11(1):28-30; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-1-28-30>

■ ВВЕДЕНИЕ

Симуляционное обучение демонстрирует огромный потенциал в подготовке стоматологов, однако его эффективность существенно ограничена недостаточной анатомической достоверностью используемых моделей. Упрощенные модели не отражают индивидуальных особенностей строения зубов и челюстей, включая вариативность корневых каналов и анатомические аномалии.

Это приводит к недостаточной подготовленности к реальной клинической практике и повышению риска осложнений, особенно при имплантации.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сотрудниками и студентами Медицинского института ФГБУ ВО «Пензенский государственный университет» были разработаны персонализированные 3D-модели зуба, что является важным шагом для реализации полного потенциала симуляционного обучения в стоматологии и улучшения качества подготовки специалистов [1].

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

В работе использовались источники, предоставляющие теоретическую базу для анализа современного состояния исследований в области эндодонтического лечения. В целом, современные исследования в данной области направлены на повышение эффективности и долговременности обработки корневых каналов, а также на минимизацию риска развития рецидивов заболевания [2, 3].

Однако по статистике довольно частым явлением остаются осложнения, касающиеся процедуры эндодонтического лечения, среди которых:

1. Осложнения во время процедуры эндодонтического лечения: перфорация стенки канала; ломание инструмента внутри канала; выпадение obturационного материала за пределы корневого канала; повреждение периапикальных тканей [4].

2. Осложнения после процедуры эндодонтического лечения: острый пульпит; артериовенозная тромбоза; персистирующая инфекция;

периодонтит; образование цист и гранулем; некротическая пульпа [5].

Данные осложнения во многом связаны с недостаточной степенью точности практических навыков врача-стоматолога. Разработка и внедрение эндодонтических блоков с персонализированными 3D-моделями зубов человека позволит студентам стоматологических факультетов ознакомиться с анатомически адекватной архитектурой корневых каналов, отработать навыки их инструментальной обработки, что позволит в будущей врачебной практике избежать ошибок, приводящих к осложнениям процедуры эндодонтического лечения [6].

Для создания 3D-модели по результатам томографического обследования был получен комплект томограмм черепа из архива стоматологической клиники Пензенского государственного университета. Комплект томограмм состоит из 510 файлов изображений в формате DICOM, сделанных с шагом 0,16 мм. Файлы томограмм, полученные в результате обследования, загружаются в специализированное программное обеспечение 3D-Slicer.

Обработка томографических данных в 3D-Slicer включала регулировку контрастности и яркости для выделения тканей зуба и сегментацию изображения с помощью инструмента Threshold. Для получения чистой модели зуба были применены инструменты Erase и Paint, а затем – Smoothing с Gaussian-фильтром. В результате была создана цельная 3D-модель, в которую затем добавили камеру пульпы и корневой канал.

Далее полученная и экспортированная в формат STL 3D-модель была подготовлена к печати в программе КОМПАС-3D. Программа КОМПАС-3D – это мощный и многофункциональный комплекс программного обеспечения, предназначенный для трехмерного моделирования, проектирования и конструирования различных изделий и механизмов. Он включает в себя инструменты для создания чертежей, 3D-моделей, анализа и оптимизации конструкций, а также подготовки производства [7].

Следующий этап изготовления модели – 3D-печать с использованием 3D-принтера (Liquid Crystal Dental).

Материалом для печати послужила фотополимерная смола Anycubic 3D printing sensitive ►



Рис. 1. Напечатанная персонализированная 3D-модель зуба
Fig. 1. Printed personalized 3D tooth model

resin. Напечатанная персонализированная 3D-модель зуба представлена на рисунке 1.

Таким образом, важнейшим фактором оказания качественной стоматологической помощи является высокий уровень мануальных навыков врача, особенно при проведении эндодонтического лечения, так как данная процедура является трудоемкой и важной с точки зрения будущей сохранности зуба.

■ ВЫВОДЫ

Разработка и внедрение эндодонтических блоков с персонализированными 3D-моделями зубов человека позволит студентам стоматологических факультетов более эффективно отрабатывать практические навыки работы с эндодонтом. ▀

ЛИТЕРАТУРА

1. Tishkov DS, Peretyagina IN. Simulation training as an effective method of practical training. *Karel Sci J* 2020;9(2):22-4.
2. Galegashvili LN, Ivanov SYu, Petrov AA. Modern concept of mechanical root canal treatment. Positive and negative aspects of using the self-adjusting file SAF. *Mod Trends Dev Sci Technol* 2016;(11):134.
3. Ivanova EV. Expert assessment of problems in providing endodontic treatment. *Endodontics Today* 2010;(4):26-9.
4. Fedotova YuM, Mamiyeva AA. Causes of tooth perforations. *Int Student*

Sci Bull 2016;(6):265.

5. Lutskaia IK. Errors and complications arising at the stages of endodontic treatment. *Stomatol J* 2017;18(2):118-23.
6. Sevbitov AV, Kuznetsova MYu, Brago AS. Simulation training of dental faculty students. In: Proceedings of the International Symposium «Reliability and Quality»: in 2 volumes. Penza: Penza State University. 2015;2:384.
7. Ganin N. *Proektirovanie v sisteme KOMPAS-3D V11* [Design in the KOMPAS-3D V11 system]. Litres; 2022. Russian.

Сведения об авторах:

Акишина Е.С. – студент Медицинского института ФГБУ ВО «Пензенский государственный университет», лечебный факультет, Пенза, Россия

Герашченко С.М. – д.т.н., профессор кафедры «Медицинская кибернетика и информатика», заместитель директора Медицинского института «Пензенский государственный университет», Пенза, Россия

Зюлькина Л.А. – д.м.н., доцент, заведующая кафедрой «Стоматология» Медицинского института «Пензенский государственный университет», Пенза, Россия

Изотова А.С. – студент Медицинского института ФГБУ ВО «Пензенский государственный университет», лечебный факультет, Пенза, Россия

Вклад авторов:

Акишина Е.С. – обзор научных данных, исследовательская часть работы, написание текста, 25%
Герашченко С.М. – дизайн исследования, определение научного интереса, 25%
Зюлькина Л.А. – дизайн исследования, определение научного интереса, 25%
Изотова А.С. – обзор научных данных, исследовательская часть работы, написание текста, 25%

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Статья поступила: 27.02.25

Результат рецензирования: 15.03.25

Принята к публикации: 19.03.25

Information about authors:

Akishina E.S. – Student, Medical Institute, Penza State University, Faculty of General Medicine, Penza, Russia

Gerashchenko S.M. – Doctor of Engineering, Professor, Department of Medical Cybernetics and Informatics, Deputy Director, Penza State University, Penza, Russia

Zyulkin L.A. – Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Dentistry Department, Penza State University, Penza, Russia

Izotova A.S. – Student, Medical Institute, Penza State University, Faculty of General Medicine, Penza, Russia

Authors Contribution:

Akishina E.S. – review of scientific data, research, writing, 25%

Gerashchenko S.M. – study design, defining scientific interest, 25%

Zyulkin L.A. – study design, defining scientific interest, 25%

Izotova A.S. – review of scientific data, research, writing, 25%

Conflict of interest. The author declare no conflict of interest.

Financing. The study was performed without external funding.

Received: 27.02.25

Review result: 15.03.25

Accepted for publication: 19.03.25

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-1-31-34>

Учебно-практический тренажер для обучения клиническому мышлению на языке программирования Python

В.А. Овсянникова, С.С. Матвеев, С.В. Матвеев, В.В. Гончаров

ФГБУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Нижний Новгород, Россия

Контакт: Овсянникова В.А., ovsiannikovavalerya@yandex.ru

Аннотация:

Развитие клинического мышления является ключевой, но зачастую недостаточно системно преподаваемой компетенцией в медицинском образовании. Существующие цифровые решения для отработки этих навыков, такие как симуляторы виртуальных пациентов, часто имеют высокую стоимость, требуют сложной технической инфраструктуры и могут быть слабо адаптированы к российским образовательным программам.

Целью работы стала разработка учебно-практического тренажера для формирования навыков клинического мышления у студентов медицинских вузов на языке программирования Python.

Тренажер реализован в виде консольного и веб-приложения, которое моделирует клинические случаи. Пользователь анализирует информацию, выбирает необходимые обследования и определяет тактику лечения, получая итоговую оценку своих действий. Ключевыми преимуществами решения являются его доступность, отсутствие требований к мощному оборудованию и постоянному подключению к интернету, простота внедрения в учебный процесс, а также возможность масштабирования за счет добавления новых клинических сценариев.

Разработанный тренажер представляет собой эффективный инструмент для интеграции в дисциплины медицинских вузов, способствующий безопасному и доступному развитию клинического мышления.

Ключевые слова: клиническое мышление; медицинское образование; цифровые образовательные технологии; симуляционные тренажеры; виртуальные пациенты; обучение студентов-медиков; Python; учебные приложения; цифровая педагогика.

Для цитирования: Овсянникова В.А., Матвеев С.С., Матвеев С.В., Гончаров В.В. Учебно-практический тренажер для обучения клиническому мышлению на языке программирования Python. Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения 2025;11(1):31-34;
<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-1-31-34>

A clinical reasoning training simulator in Python

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-1-31-34>

Ovsiannikova V.A., Matveev S.S., Matveev S.V., Goncharov V.V.

Volga Region Research Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Nizhny Novgorod, Russia

Contact: Valerya A. Ovsiannikova, ovsiannikovavalerya@yandex.ru

Summary:

The development of clinical reasoning is a key, yet often insufficiently systematized competency in medical education. Existing digital solutions for practicing these skills, such as virtual patient simulators, are often costly, require complex technical infrastructure, and may be poorly adapted to Russian educational programs.

The aim of this work was to develop a training simulator on the Python programming language for building clinical reasoning skills in medical students.

The simulator is implemented as a console and web application that models clinical cases. The user analyzes information, selects necessary examinations, and determines treatment tactics, receiving a final assessment of their actions. Key advantages of the solution are its accessibility, no requirements for powerful hardware or constant internet connection, ease of integration into the educational process, and scalability through the addition of new clinical scenarios.

The developed simulator is an effective tool for integration into medical university curricula, facilitating the safe and accessible development of clinical reasoning.

Key words: clinical reasoning; medical education; digital learning technologies; simulation training; virtual patients, medical student education; Python; educational applications; digital pedagogy.

For citation: Ovsyannikova V.A., Matveev S.S., Matveev S.V., Goncharov V.V. A clinical reasoning training simulator in Python. Russian Journal of Telemedicine and E-Health 2025; 11(1):31-34; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-1-31-34>

■ ВВЕДЕНИЕ

Клиническое мышление является фундаментальной профессиональной компетенцией врача, обеспечивающей качество диагностики и лечения пациентов. Оно позволяет минимизировать вероятность врачебных ошибок, которые, по данным Всемирной организации здравоохранения, встречаются в 8–12% случаев госпитализаций в странах Европейского союза [1, 2].

Несмотря на это, клиническое мышление редко преподается как отдельная дисциплина. В учебных планах медицинских вузов оно обычно интегрировано в разные курсы и не охватывает все ключевые аспекты: сбор данных, формирование гипотез, постановка дифференциальных диагнозов, планирование обследования, а также межпрофессиональное взаимодействие [2–5].

Несмотря на наличие современных решений, остается потребность в доступных, легко масштабируемых и адаптированных к российской образовательной системе инструментах, которые позволят студентам развивать клиническое мышление в рамках учебных дисциплин.

Целью данной работы стало создание учебно-практического тренажера для студентов медицинских вузов, позволяющего формировать и развивать навыки клинического мышления с использованием языка программирования Python.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Разработанный тренажер был создан в рамках курса «Медицинская информатика» и реализован в виде консольного и веб-приложения на языке Python.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

Развитие клинического мышления требует не только теоретической подготовки, но и большого практического опыта, поскольку процесс принятия решений связан с интеллектуальными, личностными и когнитивными характеристиками специалиста: интеллектом, наблюдательностью, эмпатией, интуицией [2–4]. Однако в условиях ограниченного количества реальных клинических ситуаций на этапе обучения существует необходимость в создании симуляционных и цифровых инструментов, позволяющих студентам безопасно отрабатывать навыки анализа и синтеза информации.

Body Interact – это интерактивный симулятор «виртуальный пациент», применяемый в ФГБОУ ВО «ПИМУ» [1–4]. Он позволяет отрабатывать навыки диагностики и принятия решений в условиях динамически меняющегося состояния пациента. Система реагирует на действия пользователя и предоставляет обратную связь, что способствует развитию рефлексии и навыков анализа собственных ошибок.

Недостатки схожи с подобными решениями в мировой практике: высокая стоимость, потребность в технической инфраструктуре, языковой барьер (интерфейс преимущественно на английском языке).

Особое внимание уделялось тому, чтобы программа помогала студенту учиться критически анализировать предложенную информацию, синтезировать данные в единую клиническую картину и оценивать обоснованность собственных действий. Важным было также создание удобного интерфейса, обеспечивающего простоту работы с программой, возможность масштабирования за счет добавления новых клинических сценариев, а также организация условий для дистанционного обучения и самопроверки, не требующих сложного оборудования и постоянного доступа в интернет.

Его работа строится вокруг интерактивного представления клинических случаев: студенту предлагается описание ситуации, после чего он должен выбрать необходимые обследования или определить тактику лечения. Перечень предлагаемых действий составлен таким образом, что часть из них не имеет прямого отношения к постановке диагноза, что заставляет обучающегося анализировать данные, отбрасывать лишние шаги и выстраивать логическую цепочку клинического мышления. В зависимости от правильности выбора система формирует итоговую оценку, позволяющую студенту отследить уровень усвоения материала.

Программа отличается простым и интуитивным интерфейсом, который обеспечивает быстрый доступ к информации о пациенте и результатам его обследований. Она не требует высокой производительности компьютера или подключения к интернету, что делает ее доступной для использования в региональных вузах и

в условиях ограниченных ресурсов. Кроме того, архитектура программы предусматривает возможность добавления неограниченного числа новых сценариев, что позволяет адаптировать тренажер под разные дисциплины и учебные задачи.

■ ОБСУЖДЕНИЕ

В международной практике активно применяются цифровые образовательные технологии для развития клинических компетенций, такие как DID-ACT – программа, использующая симуляторы и виртуальных пациентов для обучения студентов клиническим рассуждениям [3–5]. Она позволяет безопасно тренироваться в условиях имитации клинических случаев, что особенно важно для начинающих специалистов. К недостаткам относят: высокая стоимость лицензий, необходимость обновления программного обеспечения, потребность в современном оборудовании и стабильном интернете. Кроме того, программа ориентирована на международные образовательные стандарты и требует адаптации к российским условиям.

■ ВЫВОД

Созданный учебно-практический тренажер на языке Python является доступным и эффективным инструментом для формирования клинического мышления у студентов медицинских вузов. Его основные преимущества заключаются в простоте реализации и внедрения в учебный процесс, возможности индивидуализации обучения за счет множества сценариев, отсутствии необходимости в дорогостоящем оборудовании и применимости в дистанционном формате. //

ЛИТЕРАТУРА

1. Clinical reasoning education: current trends and perspectives. *BMC Med Educ* 2024;24:5518. DOI: 10.1186/s12909-024-05518-8
2. Sobirov MA, Skosyreva OV, Babazhanova NR, Markushina AP. The role of clinical thinking formation in physician training. *Molodoy Uchenyy* 2020;(49):428-32. Available from: <https://moluch.ru/archive/339/76048/> (Cited: 2024 Nov 04).
3. Vishneva EM, Futerkhan EM, Evsina MG. The role of clinical thinking formation in physician training. *Vestnik Ural'skogo Gosudarstvennogo Meditsinskogo Universiteta* 2015;(2-3):87-9. Available from: https://elib.usma.ru/bitstream/usma/181/1/usmu_vestnik_2015_2-3_022.pdf (Cited: 2024 Nov 24).
4. Body Interact – virtual patient. Virtual simulators for clinical thinking training [Internet]. Available from: <https://masc.pimunn.ru/equipment/clinical-thinking> (Cited: 2025 Feb 12).
5. DID-ACT project. Digital International Development in Clinical Reasoning [Internet]. Available from: <https://did-act.eu> (Cited: 2025 Feb 12).

Сведения об авторах:

Овсянникова В.А. – студент ФГБУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» МЗ РФ, Нижний Новгород, Россия

Матвеев С.С. – магистрант ФГБУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» МЗ РФ, Нижний Новгород, Россия

Матвеев С.В. – магистрант ФГБУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» МЗ РФ, Нижний Новгород, Россия

Гончаров В.В. – к.х.н., доцент, ФГБУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» МЗ РФ, Нижний Новгород, Россия

Вклад авторов:

Овсянникова В.А. – написание текста, техническая часть исследования, 25%

Матвеев С.С. – написание текста, техническая часть исследования, 25%

Матвеев С.В. – обзор литературы, написание текста, 25%

Гончаров В.В. – дизайн исследования, определение научного интереса, 25%

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Статья поступила: 21.01.25

Результат рецензирования: 23.02.25

Принята к публикации: 03.03.25

Information about authors:

Ovsiannikova V.A. – Student, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

Matveyev S.S. – Master's Student, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

Matveyev S.V. – Master's Student, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

Goncharov V.V. – PhD, Associate Professor, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

Authors Contribution:

Ovsiannikova V.A. – writing, technical part of the study, 25%

Matveyev S.S. – writing, technical part of the study, 25%

Matveyev S.V. – literature review, writing, 25%

Goncharov V.V. – study design, definition of scientific interest, 25%

Conflict of interest. The author declare no conflict of interest

Financing. The study was performed without external funding

Received: 21.01.25

Review result: 23.02.25

Accepted for publication: 03.03.25

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-1-35-40>

ASLEEP – платформа оценки сна и подбора решений для улучшения сна

М.В. Бочкарев¹, В.В. Амелина², М.А. Будковская³, Ф.О. Ларионов⁴,
С.С. Ли⁵, К.И. Мирошниченко⁶

¹ ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

² РГПУ им. А.И. Герцена, к. п. н, Санкт-Петербург, Россия

³ ФГБУ СПб НИИ ЛОР, Санкт-Петербург, Россия

⁴ ООО «Флаттриум», Санкт-Петербург, Россия

⁵ ООО «Новель-Дент», Москва, Россия

⁶ ИП Мирошниченко К.И., Санкт-Петербург, Россия

Контакт: Михаил В. Бочкарев, mikhail.bochkarev82@gmail.com

Аннотация:

Введение. Распространённость нарушений сна остаётся высокой, а их последствия негативно влияют на соматическое и психическое здоровье. Расширение цифровых решений — от электронных дневников сна до когнитивно-поведенческой терапии (CBT-I) — формирует новые возможности для скрининга и мониторинга. Однако интеграция технологий в клиническую практику требует валидации и стандартизации подходов. Целью работы стала разработка платформы ASLEEP для персонализированной маршрутизации пациентов с нарушениями сна.

Материалы и методы. На основании классификации ICSD-3, рекомендаций AASM и NICE определены ключевые симптомы и критерии выбора диагностических методов. Составлен структурированный опросник, включающий 6 блоков и 31 ответ, реализованный в MVP-версии веб-платформы (Next.js, PostgreSQL, Yandex Cloud). Проведён обзор литературы (2017–2025 гг.) по ключевым терминам: actigraphy, HSAT, digital CBT-I, Sleepio, Somryst.

Результаты. Сервис ASLEEP формирует индивидуальный маршрут пациента по 22 вариантам — от самопомощи и CBT-I до выбора специалиста и инструментального исследования сна (HSAT, PSG). Платформа объединяет оценку риска дыхательных нарушений (NoSAS), инсомнии, циркадианных расстройств, парасомний и коморбидных состояний. Опросник проходит клиническую валидацию перед проведением PSG-исследований.

Выводы. Разработанная система обеспечивает структурированный сбор данных и автоматизированные рекомендации, что повышает доступность диагностики сна и эффективность взаимодействия врача и пациента. Дальнейшие шаги включают расширение базы клинических данных и уточнение алгоритмов маршрутизации.

Ключевые слова: бессонница; актинаяция; носимые устройства; HSAT; полисомнография; CBT-I; цифровая терапия; PSQI; ISI; дневник сна; AASM; NICE.

Для цитирования: Бочкарев М.В., Амелина В.В., Будковская М.А., Ларионов Ф.О., Ли С.С., Мирошниченко К.И. ASLEEP – платформа оценки сна и подбора решений для улучшения сна. Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения 2025;11(1):35-40; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-1-35-40>

ASLEEP – a platform for sleep assessment and sleep improvement solutions

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-1-35-40>

M.V. Bochkarev¹, V.V. Amelina², M.A. Budkovaya³, F.O. Larionov⁴, S.S. Lee⁵,
K.I. Miroshnichenko⁶

¹ I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), Moscow, Russia

² Herzen State Pedagogical University of Russia, PhD, St. Petersburg, Russia

³ St. Petersburg Research Institute of ENT, St. Petersburg, Russia

⁴ Flattrium LLC, St. Petersburg, Russia

⁵ Novel-Dent LLC, Moscow, Russia

⁶ K.I. Miroshnichenko, Individual Entrepreneur, St. Petersburg, Russia

Contact: Mikhail V. Bochkarev, mikhail.bochkarev82@gmail.com

Summary:

Introduction. Sleep disorders remain highly prevalent and are associated with adverse somatic and mental health outcomes. The growing ecosystem of digital tools – from electronic sleep diaries to cognitive behavioral therapy for insomnia (CBT-I) – offers new opportunities for screening and monitoring. However, clinical integration requires validation and standardization. The study aimed to develop the ASLEEP platform for personalized patient navigation in sleep disorders.

Materials and Methods. Based on ICSD-3 classification and AASM/NICE recommendations, key symptoms and diagnostic criteria were defined. A structured questionnaire comprising six modules and 31 responses was implemented in an MVP web platform (Next.js, PostgreSQL, Yandex Cloud). A targeted literature review (2017–2025) was conducted using keywords such as actigraphy, HSAT, digital CBT-I, Sleepio, and Somryst.

Results. The ASLEEP service generates 22 possible patient pathways – from self-help and CBT-I to referral for sleep studies (HSAT, PSG). The platform integrates screening for sleep-disordered breathing (NoSAS), insomnia, circadian rhythm disorders, parasomnias, and comorbid conditions. The questionnaire is currently undergoing validation in patients prior to polysomnography.

Conclusions. The developed platform enables structured data collection and automated clinical recommendations, enhancing accessibility of sleep diagnostics and the efficiency of patient–physician interaction. Further steps include expanding clinical datasets and refining routing algorithms.

Key words: insomnia; actigraphy; wearable devices; home sleep apnea testing (HSAT); polysomnography (PSG); cognitive behavioral therapy for insomnia (CBT-I); digital therapeutics; Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI); Insomnia Severity Index (ISI); sleep diary; American Academy of Sleep Medicine (AASM); National Institute for Health and Care Excellence (NICE).

For citation: Bochkarev M.V., Amelina V.V., Budkovaya M.A., Larionov F.O., Lee S.S., Miroshnichenko K.I. ASLEEP – a platform for sleep assessment and sleep improvement solutions. Russian Journal of Telemedicine and E-Health 2025;11(1):35-40; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-1-35-40>

■ ВВЕДЕНИЕ

Распространенность нарушений сна высока среди пациентов амбулаторного звена и стационаров, а последствия включают ухудшение соматического и психического здоровья, снижение когнитивных функций и качества жизни [1]. Расширение экосистемы электронных сервисов – от валидированных опросников и цифровых «дневников сна» до носимых датчиков, домашнего тестирования апноэ сна (HSAT) и цифровых терапевтик CBT-I – предлагает клиницистам новые инструменты скрининга, мониторинга и вмешательств. При этом стандарты AASM подчеркивают: потребительские устройства не заменяют диагностику, а HSAT и актография должны применяться по четким показаниям и под ответственностью врача [2–5].

Цифровые когнитивно-поведенческие программы для лечения бессонницы (CBT-I) продемонстрировали эффективность и экономическую целесообразность в ряде РКИ и были поддержаны регуляторными и экспертными органами (NICE; FDA-cleared PDT Somryst), что расширяет доступ к терапии в условиях дефицита сомнологов. Одновременно сохраняются вопросы валидности алгоритмов стадирования

сна в носимых устройствах и справедливости доступа к технологиям [5–7].

В данной статье критически оценен спектр электронных платформ для оценки сна и выбора вмешательств, суммировать доказательства валидности/надежности и предложить практические клинические сценарии для неврологов, терапевтов и сомнологов, а также предложен собственный сервис для оценки нарушений сна у пациентов.

Цель исследования – разработать сервис, позволяющий персонализировать путь пациента с нарушениями сна для повышения качества и скорости оказания медицинской помощи путем предварительного опроса с последующим подбором метода диагностики, специалиста, и вариантов лечения. Таким сервисом стал ASLEEP – платформа оценки сна и подбора решений для улучшения сна.

■ МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

На основании анализа критериев диагноза всех нарушений сна по классификации ICSD-3, актуальных рекомендаций AASM по показаниям к методам диагностики определены основные симптомы проблем со сном, составлен опросник.

Правила отбора вопросов: включаем только пункты, меняющие маршрут или метод диагностики; опираемся на параметры с доказанным вкладом в предтестовую вероятность или высокую содержательную валидность; поддерживаем коморбидность нарушений сна и других состояний и избегаем лишних дубликатов; экономия времени; однозначные формулировки; учет лицензирования. Это легло в основу создания сервиса ASLEEP.

Также нами проведен целенаправленный обзор руководств (AASM, NICE), позиций профессиональных обществ и первичных исследований (РКИ, валидизационные исследования, систематические обзоры) за 2017–2025 гг. Источники отбирались в JCSM, Sleep, Sleep Medicine, NPJ Digital Medicine, JMIR mHealth and uHealth и др.; дополнительно использованы страницы AASM/NICE и материалы FDA для регуляторного контекста.

Основные поисковые термины: consumer sleep technology, actigraphy guideline, home sleep apnea test, digital CBT-I, Sleepio, Somryst, validation, Oura, Fitbit, electronic sleep diary, PSQI, ISI.

В обзорную часть статьи включались работы с сопоставлением с PSG/HSAT, методологии GRADE в рекомендациях, а также исследования по результатам клинически значимых исходов (ISI, PSQI, WASO, TST).

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

В основе MVP платформы лежит фреймворк Next.js v14. Метод работы с базой данных prismaORM. БД postgresql. Для выполнения запросов к серверу написаны модули запросов с помощью axios. Облачное хранилище-Яндекс. Облако. Менеджер авторизации next.auth.js v4.

Создан опросник: ядро риска нарушений дыхания во сне бесплатный опросник NoSAS; дополнительные модули по вопросам по симптомам инсомнии, уровня дневной сонливости, нарушений циркадианных ритмов, парасомний, синдрома беспокойных ног, бруксизма, и коморбидные состояния (патология ЛОР-органов, кардиопульмональные заболевания и других состояний, влияющих на выбор специалиста или метода исследования).

Всего в опросник включены 6 вопросов и 31 вариант ответа, с автоматическим подсчетом

и правилами с переходом на 22 варианта маршрута (выбор метода диагностики, консультации 4х вариантов специалистов, предложения по лечению).

Опросник на стадии валидации, которая проводится при опросе пациента перед проведением инструментального исследования сна полисомнографии. Опросник размещен на MVP сайта <https://asleep.online>. Инструмент обеспечивает единый сбор данных о ключевых доменах сна и формирует объяснимые рекомендации.

■ ОБСУЖДЕНИЕ

Современные мировые электронные сервисы и платформы для оценки сна демонстрируют значительное разнообразие по функциональности, степени клинической валидации и уровню интеграции в профессиональные стандарты сомнологической помощи. Анализ международных рекомендаций, валидизационных исследований и мета-обзоров позволил выделить несколько ключевых направлений их применения:

1. использование валидированных опросников и электронных дневников сна как инструментов первичного скрининга и динамического мониторинга;
 2. применение актографии и носимых устройств для объективизации сна при определенных клинических показаниях;
 3. развитие домашних тестов апноэ сна (HSAT) в контексте телемедицины;
 4. интеграция цифровых когнитивно-поведенческих программ (CBT-I) в терапию инсомнии.
- Ниже представлены систематизированные результаты анализа по каждому из этих направлений.

Клинические руководства и рамки применения

• **HSAT.** AASM рекомендует HSAT или PSG для диагностики ОАС у неосложненных взрослых с высокой вероятностью умеренно-тяжелого ОАС; при отрицательном/сомнительном HSAT – выполнить PSG; у пациентов с кардиореспираторной патологией, подозрением на гиповентиляцию, приеме опиоидов и тяжелой бессоннице – предпочтительна PSG. Обновленное позиционное заявление AASM подчеркивает: HSAT – медицинская процедура по назначению врача после очного/телемедицинского осмотра [1, 7, 8]. ►

- **Актография.** Рекомендации AASM (2018) допускают актографию для оценки TST при подготовке к MSLT/подтверждении недостатка сна, а также интеграцию с HSAT при отсутствии иных объективных измерений TST; для диагностики PLMD актография не применяется [3, 9, 10].

- **Инсомния.** AASM и ACP рекомендуют CBT-I как первую линию; фармакотерапия – когда CBT-I недоступна/недостаточна. Рекомендации AASM 2017 детализируют показания к конкретным препаратам [11–15]. [aasm.org+2jcsa.aasm.org+2](https://aasm.org/2jcsa.aasm.org+2).

Валидированные электронные опросники и дневники

PSQI и ISI доступны в электронном формате и обладают подтвержденными психометрическими свойствами в разных популяциях; существует краткая версия B-PSQI и укороченные формы ISI (в т.ч. ISI-3) для скрининга и мониторинга. Электронные «дневники сна» сопоставимы с бумажными по параметрам, но обеспечивают лучшую адгезию и снижение памяти-bias благодаря напоминаниям и временным меткам [12–17].

Комбинация e-PSQI/e-ISI + электронный дневник позволяет стандартизировать исходный статус и динамику на фоне CBT-I/фармакотерапии, а также распределять пациентов к HSAT/PSG при наличии признаков SDB.

Носимые и «nearable/airable» устройства

Исследования демонстрируют умеренную точность стадирования сна у потребительских устройств по сравнению с PSG; согласие выше для TST и распознавания сна/бодрствования и ниже – для стадий N1/N3 и WASO. Ряд работ показывает лучшую классификацию у многосенсорных систем (напр., Oura Gen3), но межустройственная вариабельность сохраняется. Клиническая интерпретация должна учитывать алгоритмические обновления и «черный ящик» моделей [10].

Данные потребительских гаджетов могут дополнять анамнез/опросники и мотивировать пациента, но не используются для постановки диагноза; при подозрении на ОАС необходимы HSAT/PSG [1].

Домашнее тестирование ОАС (HSAT) и цифровые платформы маршрутизации

HSAT (тип III/IV) при корректном отборе пациентов демонстрирует сопоставимые диагностические результаты по выявлению умеренно-тяжелой ОАС и повышает доступность диагностики; отрицательный или сомнительный результат требует PSG. Цифровые платформы телемедицины упрощают скрининг, логистику выдачи устройств, автоматизированную расшифровку и обратную связь с пациентом в рамках клинического надзора [18–20].

Цифровые терапевтики и онлайн-CBT-I

- **Sleepio:** NICE рекомендует как вариант для лечения инсомнии и симптомов инсомнии; клинические данные показывают снижение выраженности бессонницы по сравнению с гигиеной сна и снотворными, при этом требуются дополнительные сравнения с очной CBT-I.

- **Somryst (бывш. SHUTi):** первая рецептурная цифровая терапевтика, получившая разрешение FDA (2020); основана на CBT-I и протоколе ограничений сна, эффективность подтверждена клиническими исследованиями. В реальной практике следует оценивать доступность и показания (например, хроническая инсомния у взрослых).

- **Доказательная база CBT-I онлайн:** РКИ и мета-обзоры подтверждают клинически значимое снижение симптомов инсомнии и сопутствующих дневных нарушений при интернет-доставке CBT-I [20–24].

Риски, ограничители и вопросы справедливости

- **Валидность и воспроизводимость:** различия алгоритмов и частые обновления прошивок осложняют сопоставимость результатов между устройствами и во времени; необходима периодическая переоценка валидности [23].

- **Неравномерность доступа** и цифровая грамотность могут ограничивать пользу CST/цифровых терапевтик, особенно у социально уязвимых групп; опросы специалистов

указывают на необходимость обучения пациента и врача корректной интерпретации данных [23, 24].

- Правовой режим: потребительские устройства не предназначены для диагностики/лечения; клиническое использование требует соблюдения регуляторных рамок (FDA/Европа) и локальных стандартов.

■ ВЫВОДЫ

Предложенный подход объединяет простоту стратификации риска нарушений дыхания во сне с широтой охвата сопутствующих расстройств сна и других состояний, что делает его пригодным для ускоренной маршрутизации в первичном звене и цифровых сервисах. Следующий шаг – пилотная валидация и уточнение набора вопросов на основе реальных данных. ▀

ЛИТЕРАТУРА

1. Kapur VK, Auckley DH, Chowdhuri S, et al. Clinical Practice Guideline for Diagnostic Testing for Adult Obstructive Sleep Apnea. *J Clin Sleep Med* 2017;13(3):479-504. <https://doi.org/10.5664/jcsm.6506>. PubMed
2. American Academy of Sleep Medicine. AASM releases position statement on home sleep apnea testing. 2020. Available from: aasm.org/aasm-releases-position-statement-home-sleep-apnea-testing/ (accessed 19 Oct 2025). aasm.org
3. Smith MT, McCrae CS, Cheung J, et al. Use of actigraphy for the evaluation of sleep disorders and circadian rhythm sleep-wake disorders: An AASM clinical practice guideline. *J Clin Sleep Med* 2018;14(7):1231-1237. <https://doi.org/10.5664/jcsm.7230>. PubMed
4. Sateia MJ, Buysse DJ, Krystal AD, Neubauer DN, Heald JL. Clinical Practice Guideline for the Pharmacologic Treatment of Chronic Insomnia in Adults. *J Clin Sleep Med* 2017;13(2):307-349. <https://doi.org/10.5664/jcsm.6470>. PMC
5. American College of Physicians. Cognitive behavioral therapy for insomnia as initial treatment for chronic insomnia. *Ann Intern Med* 2016;165(2):125-133. <https://doi.org/10.7326/M15-2175>. (ACP press summary). acponline.org
6. NICE. Sleepio to treat insomnia and insomnia symptoms (MTG70). 2022. Available from: nice.org.uk/guidance/mtg70. nice.org.uk
7. Espie CA, Kyle SD, Williams C, et al. A randomized, placebo-controlled trial of online CBT for chronic insomnia (Sleepio). *Sleep* 2012;35(6):769-781. <https://doi.org/10.5665/sleep.1872>. PMC
8. AASM. Consumer Sleep Technology: Position Statement. *J Clin Sleep Med* 2018;14(12):2079-2083. <https://doi.org/10.5664/jcsm.7128>. jcsm.aasm.org
9. Addison C, Spira AP, Watson NF, et al. Sleep medicine provider perceptions and attitudes regarding consumer sleep technology. *J Clin Sleep Med* 2023;19(8):1429-1438. <https://doi.org/10.5664/jcsm.10564>. PMC
10. Svensson T, et al. Validity and reliability of the Oura Ring Generation 3 against PSG. *Sleep Med* 2024;112. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2024.01.020>. ScienceDirect
11. de Zambotti M, Rosas L, Colrain IM, Baker FC. The sleep of the ring: comparison of the ÖURA sleep tracker against PSG. *Behav Sleep Med* 2019;17(2):124-136. <https://doi.org/10.1080/15402002.2017.1300587>. PMC
12. Lim SE, Han B, Lee M, et al. Validation of Fitbit Inspire 2 against PSG. *Sensors (Basel)* 2023;23(3):—. <https://doi.org/10.3390/s23030983>. PMC
13. Schyvens AM, et al. Performance validation of six commercial wrist-worn wearables. *Sleep Advances* 2025;6(2):zpaf021. <https://doi.org/10.1093/sleepadvances/zpaf021>. OUP Academic
14. Rosen IM, Kirsch DB, Carden KA, et al. Clinical use of a HSAT: updated AASM position statement. *J Clin Sleep Med* 2018;14(12):2075-2077. aasm.org
15. Wang L, Wu Y-X, Lin Y-Q, et al. Reliability and validity of the PSQI among healthcare workers. *J Clin Sleep Med* 2022;18(2):541-551. <https://doi.org/10.5664/jcsm.9658>. PMC
16. Chung S, Youn S, Park J, et al. Psychometric properties of the Insomnia Severity Index. *Sleep Med Res* 2024. <https://doi.org/10.17241/smr.2024.01704>. PMC
17. Sancho-Domingo C, et al. Brief PSQI (B-PSQI): validation. 2020. Available from: University of Pittsburgh (PDF). sleep.pitt.edu
18. Kristbergisdottir H, et al. Insights from a 90-day digital sleep diary study. *Sleep Sci Pract* 2023;7. <https://doi.org/10.1186/s41606-023-00109-x>. PMC
19. Dietch JR, et al. Evaluation of the Consensus Sleep Diary vs EEG/actigraphy. *Behav Sleep Med* 2021;19(4). <https://doi.org/10.1080/15402002.2020.1835792>. PMC
20. Morin CM, et al. Profile of Somryst prescription digital therapeutic for insomnia. *Expert Rev Med Devices* 2020;17(12):1237-1246. <https://doi.org/10.1080/17434440.2020.1852929>. PubMed
21. U.S. FDA. Somryst (K191716) Premarket Notification. 2020. Available from FDA database. accessdata.fda.gov+1
22. Schutte-Rodin S, et al. Evaluating consumer and clinical sleep technologies (AASM committees). *J Clin Sleep Med* 2021;17(10):2003-2017. <https://doi.org/10.5664/jcsm.9580>. jcsm.aasm.org
23. Birrer V, et al. Evaluating reliability in wearable devices for sleep staging. *NPJ Digit Med* 2024;7. <https://doi.org/10.1038/s41746-024-01016-9>. Nature
24. NICE. Sleepio evidence resource (PDF). 2022.

Сведения об авторах:

Бочкарев М.В. – к.м.н., магистр, Сеченовский университет, Москва

Амелина В.В. – к.п.н., психолог, старший преподаватель РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия

Будковская М.А. – к.м.н., оториноларинголог, старший научный сотрудник отдела патологии верхних дыхательных путей, доцент учебно-методического отдела ФГБУ СПб НИИ ЛОР, Санкт-Петербург, Россия

Ларионов Ф.О. – программист, ООО «Флаттриум», Санкт-Петербург, Россия

Ли С.С. – к.м.н., стоматолог, ООО «Новель-Дент», Москва, Россия

Мирошниченко К.И. – руководитель, ИП, Санкт-Петербург, Россия

Вклад авторов:

Бочкарев М.В. – написание текста, проведение исследования, обзор литературы, 50%

Амелина В.В. – определение научного интереса, 10%

Будковская М.А. – научная часть исследования, 10%

Ларионов Ф.О. – техническая часть исследования, 10%

Ли С.С. – определение научного интереса, 10%

Мирошниченко К.И. – техническая часть исследования, 10%

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Статья поступила: 17.02.25

Результат рецензирования: 01.03.25

Принята к публикации: 05.03.25

Information about authors:

Bochkarev M.V. – PhD, Sechenov University, Moscow

Amelina V.V. – Psychologist, Senior Lecturer, Herzen University, Candidate of Pedagogical Sciences, St. Petersburg, Russia

Budkovaia M.A. – Candidate of Medical Sciences, Otolaryngologist, Senior Researcher of the Upper Airway Pathology Department, Associate Professor of the Educational and Methodological Department, Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech, St. Petersburg, Russia

Larionov F.O. – Programmer, Flattrium LLC, St. Petersburg, Russia

Lee S.S. – Candidate of Medical Sciences, Dentist, Novel-Dent LLC, Moscow, Russia

Miroshnichenko K.I. – Head, Sole Proprietor, St. Petersburg, Russia

Authors Contribution:

Bochkarev M.V. – writing, conducting research, literature review, 50%

Amelina V.V. – defining the research interest, 10%

Budkovaia M.A. – research, 10%

Larionov F.O. – technical support, 10%

Lee S.S. – defining the research interest, 10%

Miroshnichenko K.I. – technical support, 10%

Conflict of interest. The author declare no conflict of interest.

Financing. The study was performed without external funding.

Received: 17.02.25

Review result: 01.03.25

Accepted for publication: 05.03.25

Etta

ПОРТАТИВНЫЙ АНАЛИЗАТОР «ЭТТА АМП-01»

Создан для дома, точен как лаборатория!



ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗ МОЧИ

- > Используется для проведения экспресс-анализа проб мочи
- > Построен на современных фотоэлектрических и микропроцессорных технологиях

ОПИСАНИЕ



- Доказано соответствие лабораторному оборудованию
- Результат за 60 секунд
- Доступна вся история анализов
- Результаты легко отправить врачу через любой мессенджер или электронную почту
- Компактен, помещается в карман, легко взять в дорогу
- Не нужно использовать специальные приспособления для сбора мочи у младенцев

11 исследуемых параметров

1. Глюкоза (GLU)
2. Билирубин (BIL)
3. Относительная плотность (SG)
4. pH (PH)
5. Кетоновые тела (KET)
6. Скрытая кровь (BLD)
7. Белок (PRO)
8. Уробилиноген (URO)
9. Нитриты (NIT)
10. Лейкоциты (LEU)
11. Аскорбиновая кислота (VC)



КАК ПРИОБРЕСТИ

info@ettagroup.ru

Приложение ETТА для iOS и Android:



ettagroup.ru

