

ISSN print 2712-9217 • №4 (11) • декабрь • 2025  
ISSN online 2712-9225 • DOI 10.29188/2712-9217

# РОССИЙСКИЙ ЖУРНАЛ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ И ЭЛЕКТРОННОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

RUSSIAN JOURNAL OF TELEMEDICINE AND E-HEALTH

■ Правовой суверенитет личности в цифровом здравоохранении в эпоху искусственного интеллекта

■ Разработка модели визуализации иммунологических показателей для прогнозирования тяжести сердечно-сосудистых заболеваний

■ Разработка телеграм-бота для обучения основам ЭКГ



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

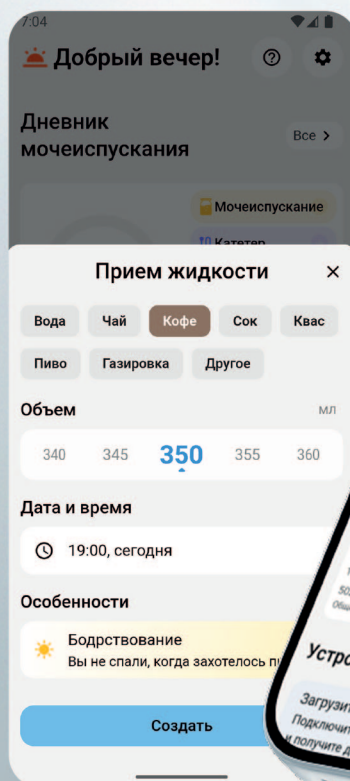


Контролировать  
лечение

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 А.М. Кувшинова

## КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ:

JTelemed.ru  
Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения  
Том 11. № 4. 1–44  
<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-4>

Адрес и реквизиты редакции:

Издатель: ИД «УроМедиа»: 105094 Москва, ул. Золотая, 11  
Тел.: +7 (926) 017-52-14; e-mail: [info@uromedia.ru](mailto:info@uromedia.ru); [viktoriashade1@mail.ru](mailto:viktoriashade1@mail.ru)

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 A.M. Kuvshinova

## CONTACT INFORMATION:

JTelemed.ru

Russian Journal of Telemedicine and E-Health

Volume 11. No. 4. 1-44

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-3>

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](mailto:info@uromedia.ru); [viktoriashade1@mail.ru](mailto:viktoriashade1@mail.ru)

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» № 4 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» № 4 (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., генеральный директор ООО «Робоскоп Патолоджи», 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, CEO of Roboscope Pathology LLC, 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. Voino-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

■ **МНЕНИЕ ЭКСПЕРТА**

И.А. Шадеркин  
 Правовой суверенитет личности в цифровом здравоохранении в эпоху  
 искусственного интеллекта ..... 7

■ **ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ**

А.С. Крылов, М.А. Мягкова, З.В. Боброва, С.Н. Петроченко  
 Разработка модели визуализации иммунологических показателей для  
 прогнозирования тяжести сердечно-сосудистых заболеваний..... 17

Л.С. Муртазина, А.Х. Трегубова  
 Аналитика социальных факторов психического здоровья на low-code  
 платформе LOGINOM: прикладной опыт для здравоохранения..... 26

Д.Д. Подгало  
 Разработка телеграм-бота для обучения основам ЭКГ..... 32

Э.А. Шихалиева, С.В. Костенев, Е.В. Кечин  
 Разработка модели машинного обучения для прогноза результата  
 склеропластики у детей..... 38

Contents ..... 6

■ **EXPERT OPINION**

I.A. Shaderkin  
 Legal Sovereignty of the Individual in Digital Healthcare in the Era of Artificial  
 Intelligence..... 7

■ **ORIGINAL RESEARCH**

A.S. Krylov, M.A. Myagkova, Z.V. Bobrova, S.N. Petrochenko  
 Development of a visualization model for immunological parameters to predict the severity  
 of cardiovascular diseases..... 17

L.S. Murtazina, A.Kh. Tregubova  
 Analysis of social factors of mental health on the low-code  
 LOGINOM platform: applied experience for Healthcare ..... 26

D.D. Podgalo  
 Development of a Telegram bot for teaching ECG basics..... 32

E.A. Shikhalieva, S.V. Kostenev, E.V. Kechin  
 Development of a machine learning model for predicting scleroplasty  
 outcomes in children..... 38

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-4-7-18>

# Правовой суверенитет личности в цифровом здравоохранении в эпоху искусственного интеллекта

**И.А. Шадеркин**

ООО «Робоскоп патолоджи», Москва, Россия

**Контакт:** Шадеркин Игорь Аркадьевич, [info@uroweb.ru](mailto:info@uroweb.ru)

## Аннотация:

Данное аналитическое исследование посвящено одной из наиболее сложных проблем современного права и биоэтики – вопросу принадлежности медицинских данных в эпоху цифрового здравоохранения и искусственного интеллекта. Автор проводит сравнительный анализ правового регулирования и правоприменительной практики в трех юрисдикциях: Российской Федерации (ФЗ-323, ЕГИСЗ), Европейском Союзе (GDPR) и США (HIPAA, 21st Century Cures Act).

В статье раскрывается фундаментальная дихотомия между правом собственности на материальный носитель (сервер, бумажная карта), которое принадлежит медицинской организации, и правами на информационное содержание, которыми наделен пациент. Установлено, что ни одна из рассматриваемых систем не наделяет пациента абсолютным правом собственности (включая право на уничтожение данных) из-за требований общественной безопасности и юридической защиты врачей.

Исследование показывает различия в подходах – российская модель характеризуется централизацией (ЕГИСЗ) и бюрократизированной процедурой доступа; европейская модель фокусируется на правах личности, но ограничивает «право на забвение» в медицине; американская модель через запрет на блокирование информации и внедрение API (Blue Button 2.0) реализует быстрый технологический доступ к данным.

Из анализа моделей можно сделать вывод о том, что реальный «информационный суверенитет» пациента достигается не через юридическое владение оригиналом, а через технологическую возможность получения и накопления полных цифровых копий медицинских записей.

**Ключевые слова:** медицинские данные; права пациента; цифровое здравоохранение; искусственный интеллект; электронная медицинская карта (ЭМК); право собственности на данные; ЕГИСЗ; GDPR; HIPAA; информационный суверенитет; персональные данные; право на доступ; право на забвение; интероперабельность.

**Для цитирования:** Шадеркин И.А. Правовой суверенитет личности в цифровом здравоохранении в эпоху искусственного интеллекта. Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения 2025;11(4):7-16; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-4-7-16>

**Legal Sovereignty of the Individual in Digital Healthcare in the Era of Artificial Intelligence**  
Expert opinion

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-3-7-16>

**I.A. Shaderkin**

Roboskop Pathology LLC, Moscow, Russia

**Contact:** Igor A. Shaderkin, [info@uroweb.ru](mailto:info@uroweb.ru)

**Summary:**

This analytical study addresses one of the most complex issues in modern law and bioethics: the ownership of medical data in the era of digital healthcare and artificial intelligence. The author conducts a comparative analysis of legal regulations and enforcement practices across three jurisdictions: the Russian Federation (Federal Law 323, EGISZ), the European Union (GDPR), and the USA (HIPAA, 21st Century Cures Act).

The paper reveals the fundamental dichotomy between ownership of the physical medium (server, paper record), which belongs to the medical organization, and rights to the informational content, which are vested in the patient. It is established that no jurisdiction grants the patient absolute property rights (including the right to data destruction) due to public safety requirements and the legal defense needs of physicians.

The study highlights distinct approaches: the Russian model is characterized by centralization (EGISZ) and bureaucratic access procedures; the European model focuses on individual rights but restricts the «right to be forgotten» in medicine; while the US model, through the ban on «information blocking» and the implementation of APIs (Blue Button 2.0), enables rapid technological access to data.

Based on the analysis of the models, it can be concluded that a patient's true «information sovereignty» is achieved not through legal ownership of the original, but through the technological capability to obtain and aggregate complete digital copies of medical records.

**Key words:** medical data; patient rights; digital health; artificial intelligence; Electronic Health Records (EHR); data ownership; EGISZ; GDPR; HIPAA; information sovereignty; personal data; right of access; right to be forgotten; interoperability.

**For citation:** Shaderkin I.A. Digital Health: Legal Sovereignty of the Individual in Digital Healthcare in the Era of Artificial Intelligence. Russian Journal of Telemedicine and E-Health 2025;11(4):7-16; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-4-7-16>

**■ ВВЕДЕНИЕ**

Вопрос принадлежности медицинской информации является одной из самых сложных и многогранных проблем современного права, биоэтики и организации здравоохранения. Исторически сложившаяся патерналистская модель медицины, где врач выступал единственным хранителем знания и судьбы пациента, в XXI веке столкнулась с концепцией пациент-центрированности и цифровой трансформацией. В эпоху, когда медицинская карта трансформировалась из папки с бумагами в набор записей в распределенных базах данных, понятие «владение» требует фундаментального переосмысления.

Настоящая публикация, выраженная в виде мнения эксперта, представляет собой глубокое аналитическое исследование, направленное на разрешение центрального конфликта: является ли пациент субъектом, обладающим правом собственности на свои медицинские данные, или же он остается пользователем сервиса с ограниченными правами доступа.

Исследование охватывает юридические, технические и правоприменительные аспекты, сравнивая российскую правовую действитель-

ность с регуляторными ландшафтами Европейского Союза (GDPR) и Соединенных Штатов Америки (HIPAA).

Актуальность данного анализа обусловлена не только теоретическим интересом, но и практическими последствиями для каждого гражданина. Возможность получить свои данные, передать их другому специалисту для получения «второго мнения», исправить ошибку или потребовать забвения – это не просто бюрократические процедуры, а элементы реализации права на жизнь и здоровье.

В представленной работе детально рассматриваются механизмы реализации этих прав, от подачи заявления в регистратуру районной поликлиники в РФ до использования API-интерфейсов Blue Button 2.0 в системе Medicare в США.

**1. Теоретико-правовые основы статуса медицинской документации****1.1. Дихотомия материального носителя и информационного содержания**

Для понимания юридической природы медицинской документации необходимо провести

четкое разграничение между физическим носителем и информацией как таковой. Это различие является краеугольным камнем во всех рассматриваемых юрисдикциях [1].

Традиционно в гражданском праве право собственности распространяется на материальные объекты (вещи). Медицинская карта пациента (форма 025/у в РФ) как физический объект – пачка бумаги, скрепленная и пронумерованная, или жесткий диск сервера, где хранится база данных, – является собственностью медицинской организации. Клиника несет расходы на приобретение бланков, содержание архивов и серверов. Следовательно, право на «карту» как на вещь принадлежит учреждению.

Однако содержание карты – сведения о состоянии здоровья, диагнозах, результатах анализов – относится к категории нематериальных благ и персональных данных. Здесь возникает коллизия прав:

1. Право медицинской организации (авторское и трудовое). Врач, заполняющий карту, осуществляет интеллектуальную деятельность. Формулировка диагноза, описание анамнеза, эпикриз – это результат профессионального труда.
2. Право пациента (личное неимущественное). Информация касается непосредственно личности пациента, его физиологической и социальной сущности. Согласно Конституции РФ и международным конвенциям, каждый имеет право на неприкосновенность частной жизни и ознакомление с документами, затрагивающими его права.

Анализ показывает, что ни одна современная правовая система не наделяет пациента абсолютным правом собственности на медицинскую карту в том же смысле, в каком он владеет недвижимостью или автомобилем [2, 3]. Вместо этого законодатель конструирует сложный комплекс прав, включающий право доступа, копирования, исправления и ограничения обработки, но редко – право полного изъятия оригинала [4].

### **1.2. Медицинские данные как особая категория персональных данных**

В теории информационного права меди-

цинские данные выделяются в специальную категорию, требующую повышенного уровня защиты.

- В Российской Федерации ФЗ-152 «О персональных данных» относит сведения о состоянии здоровья к специальным категориям персональных данных, обработка которых допускается только с письменного согласия субъекта, за исключением медико-профилактических целей [5].
- В Евросоюзе – статья 9 GDPR запрещает обработку данных о здоровье по умолчанию, вводя исчерпывающий перечень исключений [6].
- В США – HIPAA Privacy Rule вводит понятие PHI (Protected Health Information), которое охватывает любую информацию в медицинской карте, позволяющую идентифицировать личность [1, 6].

Возникает парадокс – чем более чувствительна информация, тем сложнее пациенту реализовать полное право собственности на нее. Государство, стремясь защитить эти данные, накладывает строгие ограничения на их оборот, хранение и удаление, что часто интерпретируется пациентами как ограничение их свободы распоряжения собственной информацией.

## **2. Российская Федерация. Законодательное регулирование и правоприменительная практика**

### **2.1. Нормативный ландшафт**

В России правовой статус пациента и его данных регулируется многоуровневой системой нормативных актов. Базовым фундаментом является статья 41 Конституции РФ (право на охрану здоровья) и статья 24 (обязанность органов власти и организаций обеспечить каждому возможность ознакомления с документами).

Основным отраслевым законом является Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации». Статья 22 данного закона – «Информация о состоянии здоровья» – является ключевой для нашего исследования [5]. ►►

Закон гласит: «Каждый имеет право получить в доступной для него форме имеющуюся в медицинской организации информацию о состоянии своего здоровья». Формулировка «получить информацию» принципиально отличается от «получить документ». Законодатель закрепил за пациентом право знать, что написано в карте, но оставил оригинал документа в ведении медицинской организации.

Это решение продиктовано необходимостью обеспечения преемственности лечебного процесса и юридической защиты врачей. Медицинская карта является основным доказательством в спорах о качестве оказания медицинской помощи. Изъятие оригинала пациентом лишило бы клинику возможности защитить себя в суде в случае претензий, а также нарушило бы требования к статистическому учету.

## **2.2. Процедура доступа и получения копий – анализ Приказов № 1050н и № 789н**

Реализация декларативного права, прописанного в законе, осуществляется через жестко регламентированные подзаконные акты Минздрава России. Именно здесь кроются основные бюрократические барьеры для пациента.

### **Порядок ознакомления – Приказ Минздрава РФ № 1050н**

Приказ от 12.11.2021 № 1050н устанавливает процедуру ознакомления пациента с оригиналами медицинской документации [7].

- Механизм. Пациент подает письменный запрос. Клиника обязана предоставить возможность ознакомления в специально отведенном помещении под контролем сотрудников.
- Ограничение – вынос оригинала карты за пределы этого помещения запрещен. Это подтверждает тезис о том, что вещественное право на карту остается у клиники.
- Цифровой аспект – если документация ведется в электронном виде, клиника обязана предоставить заверенную копию. Термин «заверенная копия» подразумевает, что юридическая сила ори-

гинала остается за электронной записью в базе данных (МИС) клиники, а пациенту выдается производный документ.

Сроки и форматы выдачи (Приказ Минздрава РФ № 789н).

Приказ от 31.07.2020 № 789н регулирует выдачу копий и выписок. Анализ сроков показывает значительный разрыв между цифровыми ожиданиями пациентов и нормативной реальностью [8].

- Максимальный срок подготовки документов составляет 30 дней с момента регистрации запроса. Этот срок синхронизирован с ФЗ-59 «О порядке рассмотрения обращений граждан».

- Для пациентов, находящихся в стационаре, выписки и копии должны предоставляться в течение суток (24 часов) [9].

**Аналитический вывод.** 30-дневный срок для амбулаторного звена является архаичным в эпоху мгновенной передачи данных. Он создает искусственный барьер для пациентов, желающих получить «второе мнение» или сменить клинику. Фактически, клиника может легально удерживать информацию в течение месяца, что может быть критично для динамики заболевания. Это демонстрирует, что в балансе интересов «удобство администрирования клиники» против «оперативность доступа пациента» российский законодатель пока склоняется к первому.

## **2.3. Право на удаление и «забвение»**

Может ли российский пациент, руководствуясь правом собственности на свои данные, потребовать удалить историю болезни?

Анализ законодательства дает однозначный ответ: нет.

В отличие от сферы интернет-поиска, где действует «право на забвение» (ст. 10.3 ФЗ «Об информации...»), в медицине действуют императивные нормы архивного дела [10].

- Сроки хранения. Приказы Минздрава и перечни типовых архивных документов устанавливают длительные сроки хранения медицинской документации: 25 лет для амбулаторных карт, 50 лет для историй болезни стационара, 25 лет для стоматологических карт и т.д.

- Обязанность клиники. Уничтожение документов до истечения этих сроков является административным правонарушением и нарушением лицензионных требований. Даже если пациент отзывает согласие на обработку персональных данных (по ФЗ-152), клиника вправе продолжить обработку данных, необходимых для «осуществления медицинской деятельности» и «выполнения возложенных законодательством функций» (п. 2 ч. 2 ст. 10 ФЗ-152).

Таким образом, пациент в РФ лишен права на удаление своего медицинского прошлого. Это обосновывается публичным интересом (эпидемиологический учет) и интересами правосудия (возможность расследования врачебных ошибок спустя годы) [11].

#### **2.4. Цифровой контур здравоохранения. ЕГИСЗ и роль частных клиник**

Внедрение Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ) фундаментально меняет ландшафт владения данными. Государство централизует сбор информации, создавая «супер-архив», независимый от воли конкретной клиники или пациента.

#### **Обязательность передачи данных частными клиниками**

В 2024-2025 годах завершился период неопределенности относительно обязанности частных медицинских организаций передавать данные в ЕГИСЗ. Распространенное мнение о существовании отсрочки до 2027 года является юридическим заблуждением (мифом), активно опровергаемым экспертами и регуляторами [12].

Лицензионные требования (Постановление Правительства РФ № 852) императивно обязывают все медицинские организации, независимо от формы собственности, вносить сведения в ЕГИСЗ. Неисполнение этого требования влечет штрафы и риск приостановки лицензии [12, 13].

Для пациента это означает потерю «приватности через изоляцию». Раньше пациент

мог лечиться в частной клинике, рассчитывая, что информация останется только в ее стенах. Теперь данные о диагнозах и приемах в частном секторе агрегируются в государственном профиле пациента, доступном врачам государственных учреждений (с согласия) и ведомствам.

#### **Реализация на портале Госуслуг**

Портал Госуслуг выступает «витриной» ЕГИСЗ для пациента. Функционал «Мое здоровье» позволяет скачивать электронные медицинские документы (СЭМД).

Технический анализ форматов выгрузки [14]:

1. PDF. Человекочитаемый формат. Предназначен для печати и личного архива.
2. XML. Машиночитаемый формат. Предназначен для обмена между информационными системами.
3. SIG (ЭЦП). Файл отсоединенной электронной подписи. Гарантирует неизменность и авторство документа.

Наличие XML-формата теоретически обеспечивает интероперабельность (переносимость) данных. Однако на текущем этапе экосистема приложений, способных загрузить и визуализировать этот XML для пациента (по аналогии с Apple Health), в России развита слабо. Пациент получает файл, который он не может прочитать без специальных средств, что снижает практическую ценность владения данными.

#### **2.5. Судебная практика и защита интересов**

Вопрос владения данными становится критическим в судебных спорах. Практика показывает, что отсутствие у пациента копий медицинской документации часто делает невозможным доказательство врачебной ошибки.

В российских судах ходатайства пациентов об истребовании оригиналов карт часто удовлетворяются, но клиники нередко заявляют об «утере» документации. Внедрение ЕГИСЗ и электронных медицинских карт (ЭМК) решает эту проблему: электронный след невозможно «потерять» так же легко, как бумажную папку. ►►

### 3. Международный опыт. Европейский Союз (GDPR)

#### 3.1. Концепция GDPR: Контроль над данными вместо владения

Европейский подход, закрепленный в General Data Protection Regulation (GDPR), смещает акцент с вещественного права на права человека. Регламент не использует термин «собственность», но наделяет субъекта данных беспрецедентным объемом прав контроля [6].

#### 3.2. Ключевые права пациента в контексте медицинских данных

##### Право доступа (Article 15)

Пациент имеет право получить подтверждение факта обработки данных и копию всех персональных данных. В отличие от РФ, предоставление первой копии должно быть бесплатным. Срок ответа – «без неоправданной задержки», но не позднее одного месяца (с возможностью продления еще на два в сложных случаях) [15].

##### Право на переносимость (Article 20 Data Portability)

Это новаторское право позволяет пациенту получить свои данные в «структурированном, универсальном и машиночитаемом формате» и передать их другому врачу. Это прямой шаг к реализации концепции владения: пациент может «забрать» свой цифровой профиль из одной клиники и «загрузить» его в другую. Это коррелирует с российским XML-форматом, но в ЕС стандарты интероперабельности (HL7 FHIR) внедряются более системно.

##### Право на удаление («право на забвение», Article 17)

Самый обсуждаемый аспект GDPR – статья 17 «Right to Erasure». Может ли европеец удалить свою медкарту? Анализ исключений показывает, что в медицине это право практически не работает [16].

Пункт 3 статьи 17 прямо блокирует удаление, если обработка необходима:

- Для целей профилактической или профессиональной медицины (диагностика, лечение).
- В интересах общественного здравоохранения.
- Для установления, осуществления или защиты правовых притязаний.

Врачебная практика в странах ЕС тесно связана со страхованием профессиональной ответственности. Врачи обязаны хранить записи для защиты от потенциальных исков. Поскольку сроки исковой давности могут исчисляться десятилетиями (особенно в педиатрии), клиники легально отказывают пациентам в удалении основных медицинских записей [17]. Удалению могут подлежать лишь вспомогательные данные (например, контакты для маркетинговых рассылок), но не клиническая история.

### 4. Международный опыт. США (HIPAA и Cures Act)

#### 4.1. HIPAA. Приватность без права собственности

В США регулирование базируется на Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA) 1996 года. Важно понимать: HIPAA – это федеральный стандарт приватности и безопасности, но он *не устанавливает право собственности* на записи. Вопрос собственности решается на уровне штатов.

- В большинстве штатов (Флорида, Техас, Джорджия и др.) законы прямо указывают, что медицинские записи являются собственностью госпиталя или врача. Только в штате Нью-Гэмпшир закон (N.H. Rev. Stat. Ann. § 332-I:1) декларирует, что информация в медицинской записи является собственностью пациента [3].
- HIPAA Privacy Rule дает пациенту право на доступ к «определенному набору записей», который включает медицинские и биллинговые записи, используемые для принятия решений о пациенте [18].

#### 4.2. Невозможность удаления и Audit Trails

В США концепция «удаления» медицинской записи противоречит требованиям HIPAA Security Rule и стандартам аккредитации.

Системы электронных медицинских карт (EHR) обязаны вести Audit Trails (аудиторский след). Любое действие – создание, просмотр, редактирование, «удаление» – фиксируется в логе [19, 20].

Если врач «удаляет» ошибочный диагноз, система лишь скрывает его из текущего вида, но сохраняет в базе данных с пометкой о деактивации. Это обеспечивает целостность данных для судебных разбирательств. Таким образом, технически и юридически американский пациент не может «стереть» информацию, он может лишь потребовать внести поправку, которая будет прикреплена к оригинальной (ошибочной) записи [18].

### 4.3. Революция доступа

В 2016 г. был принят 21st Century Cures Act, который ввел запрет на «блокирование информации». Это радикально изменило баланс сил.

- Провайдеры (клиники, разработчики ПО) не имеют права препятствовать доступу, обмену или использованию электронной медицинской информации (ЕМИ).
- Закон обязал использовать открытые стандартизированные API. Это означает, что пациент имеет право подключить любое стороннее приложение (например, фитнес-трекер или агрегатор данных) к базе данных своего госпиталя и скачать свои данные.

## 5. Технологическая реализация и форматы данных

### 5.1. Blue Button 2.0 и стандарт FHIR

Наиболее передовой опыт реализации

прав пациента на данные демонстрирует программа Blue Button 2.0, запущенная Centers for Medicare & Medicaid Services (CMS) в США.

- Технология. Система построена на стандарте HL7 FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources) и протоколе авторизации OAuth 2.0 [21].
- Механизм. Пациент (бенефициар Medicare) авторизуется на портале и дает разрешение стороннему приложению на доступ к своим данным.
- Формат данных. Данные передаются в формате JSON (JavaScript Object Notation). В отличие от российского PDF или тяжеловесного XML, JSON легко обрабатывается веб-приложениями и мобильными устройствами.
- Объем данных. Через API доступны ресурсы Patient (демография), Coverage (страховка) и ExplanationOfBenefit (детализация оказанных услуг, диагнозы, стоимость) [22].

Эта модель (Data-as-a-Service) фактически решает проблему собственности через технологию: пациенту не нужно владеть сервером клиники, если он владеет ключом доступа (токеном), позволяющим в любой момент забрать данные в удобном виде.

### 5.2. Сравнение форматов РФ и США

В России пациент получает «слепок» данных на момент запроса. В США через API пациент создает «живой поток» данных. Российский подход (файловый обмен) надежнее с точки зрения архивного хранения, но американский (API) дает больше возможностей для управления здоровьем в реальном времени (табл 1, 2). ►►

**Таблица 1. Сравнение форматов РФ и США**  
**Table 1. Comparison of Russian and USA formats**

Характеристика Characteristics	Россия (Госуслуги / ЕГИСЗ)/Russia (Gosuslugi / Unified State Health Information System)	США (Blue Button 2.0 / CMS) USA (Blue Button 2.0 / CMS)
Основной формат	PDF (визуальный) + XML (структурированный, сложный)	JSON (структурированный, веб-ориентированный)
Стандарт обмена	СЭМД (на базе HL7 CDA)	HL7 FHIR R4
Механизм доступа	Скачивание файла (архив.zip)	API (прямое подключение приложений)
Аутентификация	ЕСИА (Госуслуги)	OAuth 2.0 (MyMedicare.gov)
Интероперабельность	Низкая для пациента (сложно использовать файл XML)	Высокая (экосистема из тысяч приложений)

## 6. Сравнительный анализ

### 6.1. Сводная таблица правовых режимов

В таблице 2 представлено сравнение ключевых параметров владения и управления данными в трех юрисдикциях.

### 6.2. Анализ проблемы собственности

Проведенное исследование выявляет фундаментальную проблему: **ни в одной из рассматриваемых систем пациент не является полноправным собственником своих медицинских данных в классическом понимании гражданского права.** Он не имеет права распоряжения своими данными вплоть до уничтожения.

Причины этого универсальны и не зависят от политического режима той или иной страны:

#### 1. Доказательная природа медицины.

Медицинская запись – это юридический документ, подтверждающий действия врача. Его уничтожение нарушает право врача на защиту.

**2. Общественный интерес.** Данные о здоровье населения являются национальным достоянием, необходимым для планирования системы здравоохранения, борьбы с эпидемиями и научных исследований. Индивидуальное право на приватность уступает коллективному праву на безопасность.

**3. Финансовый контроль.** В страховых моделях (ОМС в РФ, Medicare в США) за-

писи являются основанием для оплаты счетов. Их удаление сделало бы невозможным финансовый аудит.

Таким образом, вместо *собственности* (владения вещью) современные правовые системы предлагают пациенту модель *информационного суверенитета* или *опекунства*, где пациент управляет правами доступа, но не физическим уничтожением информации.

Отвечая на прямой запрос пользователя:

#### 1. Является ли пациент владельцем медицинских данных?

- Юридически – нет. Оригинал медицинской карты (как бумажной, так и записи в базе данных) принадлежит медицинской организации.
- Фактически – пациент обладает обширными правами *пользования* и *распоряжения копиями* этих данных, но не правом владения источником.

#### 2. Может ли он их потребовать?

○ Да. И в России, и за рубежом право на получение копий гарантировано законом (ст. 22 323-ФЗ в РФ, Art. 15 GDPR в ЕС, HIPAA в США). Отказ в выдаче копий является правонарушением.

#### 3. Может ли сохранять у себя?

○ Да. Пациент вправе создавать личный архив на основе полученных копий. В РФ это реализуется через скачивание документов с Госуслуг, в США – через приложения, подключенные к Blue Button.

#### 4. Сравнение опыта.

○ Российская модель характеризуется вы-

**Таблица 2. Сводная таблица правовых режимов владения данными пациентов**

**Table 2. Summary table of legal regimes for ownership of patient data**

Параметр	Россия (РФ)	Евросоюз (GDPR)	США (HIPAA/Cures Act)
Владелец оригинала	Медицинская организация (как создатель документа и владелец носителя).	Контроллер данных (клиника), но права субъекта превалят.	Провайдер (врач/клиника) в большинстве штатов.
Право требовать данные	Да, право на информацию (ст. 22 323-ФЗ).	Да, право доступа (Art. 15 GDPR).	Да, право доступа и копирования (HIPAA Privacy Rule).
Срок предоставления	До <b>30 дней</b> (амбулаторно), 24 часа (стационар).	До <b>1 месяца</b> (с возможностью продления).	<b>30 дней</b> (с возможностью продления на 30 дней).
Право на удаление	<b>Отсутствует.</b> Императивные сроки архивного хранения (25-50 лет).	<b>Ограничено.</b> Практически не применяется к медкартам из-за исключений (Art. 17(3)).	<b>Отсутствует.</b> Требование целостности и аудиторского следа (Audit Trails).
Переносимость	Реализуется через XML на Госуслугах, но экосистема слабая.	Закреплено законодательно (Art. 20), но техническая реализация варьируется.	Высокая. Information Blocking Rule обязывает использовать открытые API (FHIR).
Исправление ошибок	Возможно при доказанной недостоверности.	Право на исправление (Art. 16) – базовое право.	Право на поправку (Right to Amend). Врач может отказать, но обязан сохранить запрос.

сокой централизацией (ЕГИСЗ) и жестким государственным контролем. Пациент получает доступ через «единое окно» (Госуслуги), но процедура бюрократизирована (срок 30 дней).

- Американская модель (HIPAA/Blue Button) ориентирована на рыночные механизмы и технологическую открытость (API). Она предоставляет более гибкие инструменты доступа, но фрагментирована из-за множества частных провайдеров.
- Европейская модель (GDPR) ставит во главу угла права человека, предлагая самые сильные юридические гарантии защиты, но сталкивается с теми же ограничениями в части удаления данных,

что и другие юрисдикции, из-за приоритета медицинской безопасности.

## ■ ВЫВОДЫ

1. В условиях, когда юридическое удаление данных из систем клиник невозможно, наиболее эффективной стратегией для пациента является реализация права на получение полных цифровых копий.

2. Владение собственной, независимой от клиники копией медицинской истории (в формате XML, PDF или через приложение) – это единственная доступная форма реального контроля над своим медицинским прошлым в современном цифровом мире. //

## ЛИТЕРАТУРА

1. Chiruvella V, Guddati AK. Ethical Issues in Patient Data Ownership. *Interact J Med Res* 2021;10(2):e22269. <https://doi.org/10.2196/22269>
2. International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology (IJRASET). Preserving Privacy and Security: A Comparative Study of Health Data Regulations – GDPR vs. HIPAA [Internet]. 2023 [cited 2026 Jan 2]. Available from: <https://www.ijraset.com/research-paper/health-data-regulations-gdpr-vs-hipaa>
3. Health Information & the Law. Who Owns Medical Records: 50 State Comparison [Internet]. [cited 2026 Jan 2]. Available from: <http://www.healthinfolaw.org/comparative-analysis/who-owns-medical-records-50-state-comparison>
4. American Academy of Ophthalmology. Medical Record Ownership and Access [Internet]. 2014 [cited 2025 Dec 2]. Available from: <https://www.aao.org/eyenet/article/medical-record-ownership-and-access>
5. Российская Федерация. Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» (ред. от 23.07.2025). Ст. 22 [Электронный ресурс]. [цитировано 2026 Янв 2]. Доступно по ссылке: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_121895/d2872d82b3b26ca307971f590ce02dd37f71cafc/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_121895/d2872d82b3b26ca307971f590ce02dd37f71cafc/)
6. Censinet. GDPR vs. HIPAA: Key Differences for Healthcare [Internet]. [cited 2026 Jan 2]. Available from: <https://www.censinet.com/perspectives/gdpr-vs-hipaa-key-differences-for-healthcare>
7. Министерство здравоохранения Российской Федерации. Приказ от 12.11.2021 № 1050н «Об утверждении Порядка ознакомления пациента либо его законного представителя с медицинской документацией, отражающей состояние здоровья пациента» [Электронный ресурс]. [цитировано 2026 Янв 2]. Доступно по ссылке: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202111260035?index=4>
8. Министерство здравоохранения Российской Федерации. Приказ от 31.07.2020 № 789н «Об утверждении порядка и сроков предоставления медицинских документов (их копий) и выписок из них» [Электронный ресурс]. [цитировано 2026 Янв 2]. Доступно по ссылке: <https://www.consultant.ru/law/hotdocs/64775.html>
9. Medline.su. Об утверждении порядка и сроков предоставления медицинских документов (их копий) и выписок из них [Электронный ресурс]. [цитировано 2026 Янв 2]. Доступно по ссылке: <https://medline.su/upload/ob-utverzhenii-poryadka-i-srokov-predostavleniya-medicinskih-dokumentov-ih-kopij-i-vypisok-iz-nih.pdf>
10. Российская Федерация. Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» (ред. от 24.06.2025). Ст. 10.3 [Электронный ресурс]. [цитировано 2026 Янв 2]. Доступно по ссылке: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_61798/9c2fa12a6b57079c46dbaf3e8af279177d22b87e/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61798/9c2fa12a6b57079c46dbaf3e8af279177d22b87e/)
11. Министерство здравоохранения Российской Федерации. Приказ от 07.09.2020 № 947н «Об утверждении Порядка организации системы документооборота в сфере охраны здоровья...». V. Хранение электронных медицинских документов [Электронный ресурс]. [цитировано 2026 Янв 2]. Доступно по ссылке: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_373853/fc8f3189e4f5ad84c953415a9c917867b50f4350/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_373853/fc8f3189e4f5ad84c953415a9c917867b50f4350/)
12. ЕГИСЗ Медицина. Нет отсрочки до 2027 года: клиники должны передавать данные в ЕГИСЗ [Электронный ресурс]. 2024 [цитировано 2026 Янв 2]. Доступно по ссылке: <https://egismed.ru/blog/kliniki-dolzhy-peredavat-dannye-v-egis/>
13. Директору Клиники. Передача данных в ЕГИСЗ: отсрочки до 2027 года нет. Что делать клиникам? [Электронный ресурс]. [цитировано 2026 Янв 2]. Доступно по ссылке: <https://www.dirklinik.ru/news/1607-peredacha-dannyh-v-egis-z-ot-srochki-do-2027-goda-net-cto-delat-klinikam>

## ЛИТЕРАТУРА

14. Госуслуги. Что содержит скачанный архив электронного медицинского документа с подписью [Электронный ресурс]. [цитировано 2026 Янв 2]. Доступно по ссылке: [https://www.gosuslugi.ru/help/faq/medical\\_docs/104158](https://www.gosuslugi.ru/help/faq/medical_docs/104158)
15. GDPR.eu. Everything you need to know about the "Right to be forgotten" [Internet]. [cited 2025 Dec 2]. Available from: <https://gdpr.eu/right-to-be-forgotten/>
16. Information Commissioner's Office (ICO). Right to erasure [Internet]. [cited 2025 Dec 2]. Available from: <https://ico.org.uk/for-organisations/uk-gdpr-guidance-and-resources/individual-rights/individual-rights/right-to-erasure/>
17. Incision Indemnity. GDPR 'Right To Be Forgotten' – Am I Required To Destroy Medical Records? [Internet]. [cited 2025 Dec 2]. Available from: <https://incisionindemnity.com/news-resources/gdpr-right-to-be-forgotten/>
18. U.S. Department of Health and Human Services (HHS). Audit Protocol [Internet]. [cited 2025 Dec 2]. Available from: <https://www.hhs.gov/hipaa/for-professionals/compliance-enforcement/audit/protocol/index.html>
19. U.S. Department of Health and Human Services (HHS). Individuals' Right under HIPAA to Access their Health Information [Internet]. [cited 2026 Jan 2]. Available from: <https://www.hhs.gov/hipaa/for-professionals/privacy/guidance/access/index.html>
20. Compliancy Group. What Are HIPAA Audit Trail and Audit Log Requirements? [Internet]. [cited 2026 Jan 2]. Available from: <https://compliancy-group.com/hipaa-audit-log-requirements/>
21. Centers for Medicare & Medicaid Services (CMS). API Documentation [Internet]. Blue Button API; [cited 2026 Jan 2]. Available from: <https://bluebutton.cms.gov/api-documentation/>
22. Centers for Medicare & Medicaid Services (CMS). Understanding the Data [Internet]. Blue Button API; [cited 2026 Jan 2]. Available from: <https://bluebutton.cms.gov/data/understanding-the-data/>

## Сведения об авторе:

Шадеркин И.А. – к.м.н., уролог, генеральный директор ООО «Робоскоп патолоджи», Москва, Россия, RINЦ Author ID 695560, <https://orcid.org/0000-0001-8669-2674>

## Вклад автора:

Шадеркин И.А. – определение научного интереса, литературный обзор, написание текста, 100%

**Конфликт интересов:** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование:** Опубликовано без спонсорской поддержки.

**Статья поступила:** 26.10.25

**Рецензирование:** 19.11.25

**Результаты рецензирования:** 06.12.25

**Принята к публикации:** 10.12.25

## Information about author:

Shaderkin I.A. – Ph.D., urologist, CEO of Roboscope Pathology LLC, Moscow, Russia, RSCI Author ID 695560, <https://orcid.org/0000-0001-8669-2674>

## Author Contribution:

Shaderkin I.A. – identification of scientific interest, literature review, text writing, 100%

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

**Financing.** Published without sponsorship.

**Received:** 26.10.25

**Reviewing:** 19.11.25

**Review results:** 06.12.25

**Accepted for publication:** 10.12.25

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-4-17-25>

# Разработка модели визуализации иммунологических показателей для прогнозирования тяжести сердечно-сосудистых заболеваний

А.С. Крылов<sup>1</sup>, М.А. Мягкова<sup>2</sup>, З.В. Боброва<sup>1</sup>, С.Н. Петроченко<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ООО «ДИАНАРК», Москва, Россия

<sup>2</sup> Институт физиологически активных веществ Федерального исследовательского центра проблем химической физики и медицинской химии Российской академии наук г. Черноголовка, Московская область, Россия

**Контакт:** Боброва Зоя Владимировна, dianark@mail.ru

## Аннотация:

**Введение.** В работе представлено практическое применение разработанного программного комплекса, предназначенного для визуализации и анализа иммунологических показателей у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями (ССЗ). Основой программного обеспечения стала оригинальная трехмерная математическая модель баланса, которая позволяет интегрировать данные лабораторного иммунохимического анализа в интерактивную графическую систему. Визуализация осуществляется через динамическое изменение угла наклона условной платформы, отражающей суммарное состояние ключевых иммунологических параметров, связанных с патогенезом ССЗ.

**Материалы и методы.** Проведено исследование уровней естественных антител (е-Ат) к ключевым биорегуляторам – серотонину, дофамину, гистамину и ангиотензину II у пациентов с различными формами сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ). Анализ проводился в трех группах: 1) пациенты с артериальной гипертензией (n=45), 2) пациенты с сочетанной патологией – гипертоническая болезнь и ишемическая болезнь сердца (n=53), и 3) контрольная группа (n=41). Уровни антител определяли методом ИФА.

**Результаты.** Выявлено статистически значимое повышение уровня е-Ат во всех группах пациентов по сравнению с контролем. Наиболее выраженные изменения отмечены у больных со смешанной патологией. Предложена математическая модель баланса, позволяющая интегрировать данные лабораторного анализа и прогнозировать степень тяжести ССЗ. Полученные результаты подтверждены клиническими заключениями обследованных пациентов.

**Выводы.** Разработан программный продукт, который включает удобный пользовательский интерфейс, меню настроек и шкалу измерения угла отклонения платформы. Разработанная система может быть использована в телемедицинских приложениях для прогнозирования течения заболевания и поддержки принятия клинических решений.

**Ключевые слова:** программный комплекс; математическая модель; иммунохимический анализ; естественные антитела; визуализация данных; телемедицина; сердечно-сосудистые заболевания; балансовая модель.

**Для цитирования:** Крылов А.С., Мягкова М.А., Боброва З.В., Петроченко С.Н. Разработка модели визуализации иммунологических показателей для прогнозирования тяжести сердечно-сосудистых заболеваний. Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения 2025;11(4):17-25; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-4-17-25>

**Development of a visualization model for immunological parameters to predict the severity of cardiovascular diseases**

Original research

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-4-17-25>**A.S. Krylov<sup>1</sup>, M.A. Myagkova<sup>2</sup>, Z.V. Bobrova<sup>1</sup>, S.N. Petrochenko<sup>1</sup>**<sup>1</sup> LLC «DIANARK», Moscow, Russia<sup>2</sup> Institute of Physiologically Active Substances, Federal Research Center for Problems of Chemical Physics and Medicinal Chemistry, Russian Academy of Sciences, Chernogolovka, Moscow Region, Russia**Contact:** Zoya V. Bobrova, dianark@mail.ru**Summary:**

**Introduction.** This study presents the practical application of a developed software suite designed for the visualization and analysis of immunological parameters in patients with cardiovascular diseases (CVD). The core of the software is an original three-dimensional mathematical balance model that integrates laboratory immunochemical data into an interactive graphical system. Visualization is achieved through dynamic changes in the tilt angle of a virtual platform, reflecting the cumulative state of key immunological parameters associated with CVD pathogenesis.

**Materials and methods.** We investigated the levels of natural antibodies (n-Abs) to key bioregulators—serotonin, dopamine, histamine, and angiotensin II—in patients with various forms of CVD. The analysis included three groups: 1) patients with arterial hypertension (n=45), 2) patients with combined pathology (hypertension and coronary artery disease, n=53), and 3) a control group (n=41). Antibody levels were determined using ELISA.

**Results.** A statistically significant increase in n-Ab levels was observed in all patient groups compared to controls, with the most pronounced changes in patients with mixed pathology. A mathematical balance model was proposed to integrate laboratory data and predict CVD severity. The results were validated by clinical assessments of the examined patients.

**Conclusions.** The developed software features a user-friendly interface, adjustable settings, and a scale for measuring the platform's tilt angle. This system can be applied in telemedicine for disease progression prediction and clinical decision support.

**Key words:** software suite; mathematical model; immunochemical analysis; natural antibodies; data visualization; telemedicine; cardiovascular diseases; balance model.

**For citation:** Krylov A.S., Myagkova M.A., Bobrova Z.V., Petrochenko S.N. Development of a visualization model for immunological parameters to predict the severity of cardiovascular diseases. Russian Journal of Telemedicine and E-Health 2025;11(4):17-25; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-4-17-25>

**■ ВВЕДЕНИЕ**

Сердечнососудистые заболевания (ССЗ) остаются одной из ведущих причин смертности и инвалидизации населения во многих странах мира [1, 2]. Важным направлением в современной кардиологии является поиск новых биомаркеров, позволяющих более точно осуществлять прогнозирование и оценку степени тяжести течения патологического процесса [3]. На сегодняшний день в работе врача для этой цели применяются различные принципы (оценка риска ССЗ по шкалам, стратификация риска при конкретной патологии и т.д.), но в реальной практике, их использование, часто, представляет определенные трудности [4, 5]. Недостатки существующих подходов делают акту-

альной задачу разработки нового инструментария для применения в системе прогнозирования развития и течения ССЗ. Распространение получили интеллектуальные модели, основанные на математической логике, которые позволяют достаточно быстро и точно обрабатывать медицинские данные, ставить и решать задачи рутинного планирования процесса обследования и лечения пациента [6, 7]. При разработке программного обеспечения, позволяющего путем сбора и анализа информации влиять на принятие врачом решения, важную роль играет выбор факторов риска. Эти показатели должны иметь диагностическую значимость и отражать закономерности развития патологического процесса с исходом заболевания. Современные подходы к диагностике требуют не

только выявления клинических проявлений, но и глубокого понимания патофизиологических механизмов, включая, в том числе, роль иммунной системы. Проведенные системные клиничко-биохимические исследования показали, что возникновение и развитие кардиологических заболеваний зависит от воздействия как нейрогенных факторов, так и от защитных механизмов и реактивности организма [8]. На этом фоне, особый интерес представляет изучение иммунологических показателей, таких как естественные антитела (e-Ат), взаимодействующие с эндогенными нейромедиаторами и гормонами. Эти биомолекулы играют важную роль в регуляции метаболизма и функционального состояния организма и все чаще рассматриваются как потенциальные маркеры течения ССЗ. Установленная ранее достоверная взаимосвязь клиничко-биохимического анализа с уровнем антител к эндогенным регуляторам подтвердила возможность измерения иммунологических параметров (e-Ат) при мониторинге состояния кардиологических больных для определения сценария развития заболевания [9].

*Целью данного исследования является разработка трехмерной математической модели баланса, визуализирующей взаимосвязь между лабораторными параметрами, а именно естественными антителами к серотонину, дофамину, ангиотензину, гистамину для прогнозирования тяжести развития сердечно-сосудистых заболеваний.*

## ■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работа выполнена на базе клиничко-диагностической лаборатории «ДИАНАРК» г. Москвы (Лицензия №ЛО41-01137-77/00369646 от 09.12.2014г). Для построения модели были использованы результаты иммуноферментного анализа (ИФА) уровня естественных антител (e-Ат) к следующим эндогенным биорегуляторам: серотонину, дофамину, гистамину и ангиотензину II. Материалы для исследования предоставлены отделением кардиологии ГБУЗ «Городская больница №1» г. Пензы. В работе участвовали 139 пациентов в возрасте от 40 до 70 лет. Средний возраст больных составил  $55 \pm 7,3$  лет. Диагностика пациентов выполнялась согласно Международному классификатору болезней

(МКБ – 10). Исследование проводилось у пациентов с различными формами ССЗ. Группа 1 – артериальная гипертензия (n=45). Группа 2 – сочетание гипертонической болезни и ишемической болезни сердца (n=53). Контрольная группа – здоровые добровольцы (n=41). Для каждого из них получено добровольное согласие на исследование. Обязательным для установления вышеперечисленных заболеваний являлось наличие медицинской документации – это истории болезни, выписки, эпикризы, биохимические и клинические исследования. Исследование проводили в соответствии с намеченным графиком. Так, на первые сутки поступления для лечения у пациентов осуществляли забор образцов крови для иммунологического анализа. Одновременно, в этих же образцах сыворотки крови для обследуемых больных и лиц контрольной группы изучили необходимый ряд клиничко-биохимических параметров формулы периферической крови и биохимических показателей, подтверждающих установленный диагноз. Выполненное исследование является унифицированным методом, принятым для данной группы нозологии в практике клиничко-диагностических лабораторий [10]. Иммунохимический анализ проводили по разработанному ранее методам [11]. Для этого использовали «Набор реагентов для иммуноферментного определения антител к эндогенным биорегуляторам в сыворотке крови «АДИМУСТАТ®» (РУ № РЗН 2022/19268). (Производство «Дианарк»). Оценку результата анализа проводили индивидуально для каждого выбранного эндогенного регулятора в соответствии с прилагаемой инструкцией, путем сравнения значения оптической плотности (OD450) для анализируемого и контрольного образца. Статистическую обработку результатов выполняли с применением пакета программ для научных исследований. Результаты исследования оценивали с использованием средней арифметической величины (M), стандартного отклонения (sd). Установление различий изменения иммунологических показателей e-Ат к исследуемым эндогенным регуляторам проводили для формирования групп с учетом клиничко-диагноза, сравнивая OD450 в ИФА контрольной группы «норма» с интервалом значений равным  $M_{cp} \pm \sigma$ . Повышенному ►

содержанию e-At соответствовал интервал показателей от  $(M_{ср}+2\sigma)$  до  $(M_{ср}+3\sigma)$ . Гипотезы принимали с достоверностью 95% ( $p=0,05$ ).

**Математическая модель.** Разработана трехмерная модель баланса с использованием полученных лабораторных показателей ИФА. В ее основе положена концепция условной платформы, оснащенной «весами» и «противовесами». Каждый весовой элемент соответствует определенному иммунологическому показателю. Отклонение платформы от горизонтального положения рассчитывается как функция соотношения между значениями этих показателей.

**Программный комплекс.** Разработанный программный комплекс реализован в среде Python (библиотеки Matplotlib, PyQt5, NumPy) и предоставляет следующие функциональные возможности:

- Ввод пользователем лабораторных данных;
- Автоматический расчет угла отклонения платформы;
- Графическое представление платформы в 3D;
- Шкала отклонения платформы;
- Меню настройки параметров отображения и масштабирования

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Построение различных когнитивных моделей в трехмерном пространстве значительно облегчает восприятие отображаемой информации. В качестве такого инструмента может выступать какой-либо трехмерный редактор с

возможностью анимации в соответствии с физическими законами [12,13]. В рамках исследования проведен сравнительный анализ современных инструментов для визуализации трехмерных моделей, включая Unreal Engine (UE), Blender, 3ds Max и Unity. Каждый из этих инструментов теоретически может быть использован для разработки интерактивной модели баланса для визуализации иммунологических показателей, однако выбор пал на Unreal Engine в силу анализа характеристик, приведенных в таблице 1.

Сопоставление данных, представленных в таблице 1, показало недостатки для выбора альтернативных инструментарию [14, 15, 16]. Так, в случае Blender отмечена слабая интеграция с внешним кодом, что критично для динамической визуализации медицинских данных. Для инструмента 3ds Max ограничением является высокая стоимость и сложность лицензирования в РФ. Для Unity установлена меньшая производительность, ограниченный базовый функционал, требующий дополнительных ассетов. В результате проведения сравнительного анализа инструментов для 3D-визуализации медицинских данных Unreal Engine выбран как оптимальный инструмент благодаря: 1) Сочетанию визуального программирования (Blueprints) и классического C++. 2) Готовым решениям для UI (UMG). 3) Поддержке сообщества и кроссплатформенности [17]. Другие инструменты, Blender и 3ds Max могут использоваться только для предварительного моделирования 3D-объектов, а Unity уступает UE в производительности и изначальном наборе функций.

**Таблица 1. Сравнительный анализ инструментов для визуализации трехмерных моделей**  
**Table 1. Comparative analysis of tools for visualization of 3D models**

Критерий сравнения	Россия (РФ)			
	Unreal Engine	Blender	3ds Max	Unity
Гибкость кода	C++ Blueprints	Ограниченная	Низкая	C#
Интерфейсы	UMG	Нет готовых решений	Нет	UI Toolkit
Производительность	Высокая	Средняя	Средняя	Зависит от оптимизации
Документация	Очень подробная	Умеренная	Узкоспециализированная	Подробная
Стоимость	Бесплатный (роялти 5% при монетизации)	Бесплатный	Дорогой	Бесплатный (с ограничениями)

С учетом представленных выше результатов исследования создана интерактивная 3D-модель, позволяющая наглядно оценивать баланс иммунологических показателей при выполнении лабораторного анализа сыворотки крови пациентов ССЗ. В основе системы лежит платформа с расположенными на поверхности весами и противовесами, которые соответствуют значениям иммунологических показателей, характеризующих развитие ССЗ. А, визуальная интерпретация результатов вводимых показателей анализа осуществляется в виде изменения угла наклона платформы. Архитектура модели включает. 1) Агенты агрегирования – цилиндры (веса) и параллелепипеды (противовесы), отражающие иммунологические пара-

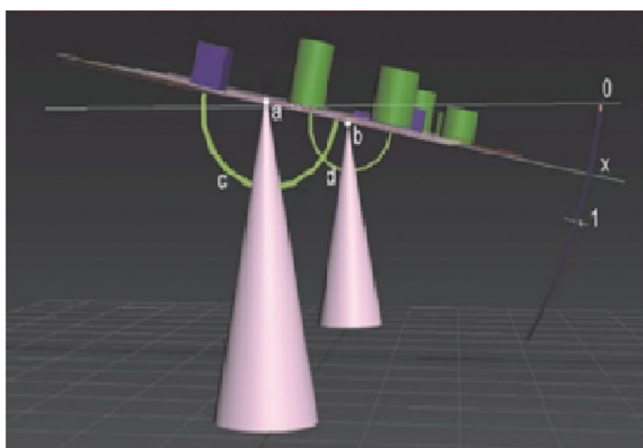


Рис.1 Вид трехмерной модели баланса сбоку  
Fig. 1 Side view of a three-dimensional balance model

Примечание: на рисунке приведен вид платформы сбоку. Это абсолютно твердая плоскость, у которой на линии, проходящей через точки опоры, а и b, закреплены пружины с и d, обладающие в совокупности единичным коэффициентом жесткости. Плоскость может вращаться вдоль линии опоры, а, b и не имеет других степеней свободы. Вращение плоскости ограничено и угол ее отклонения от горизонтали может меняться в диапазоне [0, 1]. Этот угол отображается на шкале и соответствует конкретному значению «х», получаемому при введении анализируемых показателей.

метры. 2) Пользовательский интерфейс – ввод лабораторных данных с возможностью настройки. 3) Логика визуализации – расчет угла наклона платформы и цветовой индикации в зависимости от введенных значений. Модель разработана в редакторе Unreal Engine 5 с использованием физического движка Chaos. Основные компоненты системы представлены на рисунке 1.

В плане дальнейшего исследования проведено тестирование разработанной модели на реальных данных лабораторного анализа пациентов ССЗ, с оценкой корреляции между визуализированными показателями и клиническими диагнозами. Для этого, первоначально, анализировали образцы сыворотки крови пациентов с диагнозом гипертоническая болезнь и гипертоническая болезнь с ишемической болезнью сердца, находящихся на стационарном лечении и отличающихся тяжестью течения ССЗ. В указанных группах больных проведено иммуноферментное определение иммунологических показателей – естественных антител к регуляторам основных систем биохимического гомеостаза. В таблице 2 представлены результаты ИФА определения е-Ат к серотонину, гистамину, дофамину и ангиотензину для пациентов обследованных групп, отличающихся клиническим диагнозом.

В результате иммунологического мониторинга установлено, что для лиц группы контроля (3 группа), находящихся на амбулаторном наблюдении, с отсутствием систематических проявлений клиники сердечно-сосудистых заболеваний, иммунологические показатели находились в пределах физиологической ►►

**Таблица 2. Иммунологические показатели уровня естественных антител в сыворотке крови пациентов с ССЗ обследуемых групп**

**Table 2. Immunological indicators of natural antibody levels in the blood serum of patients with CVD in the study groups**

Анализируемые показатели	Значение показателей OD450 в ИФА ( $M \pm 2\sigma$ )		
	гипертоническая болезнь (1 группа), n=45	гипертоническая болезнь и ишемическая болезнь сердца (2 группа), n=53	контрольная группа (3 группа), n=41
е – Ат к гистамину	1,01±0,17*	1,36±0,20*	0,62±0,08
е – Ат к ангиотензин	0,87±0,14*	0,89±0,18*	0,61±0,07
е – Ат к дофамину	1,37±0,16*	1,65±0,20*	0,79±0,09
е – Ат к серотонину	1,18±0,16*	1,46±0,19*	0,82±0,08

Примечание: \*  $p < 0,05$  по отношению к норме

нормы [10]. Для больных с диагностированной сердечно-сосудистой патологией уровень анализируемых естественных антител к биорегуляторам был увеличен по сравнению с пациентами контрольной группой (табл. 1). Так, у больных (1 группа) с гипертонической болезнью уровень е – Ат в среднем по группе увеличен к гистамину – на 62%, ангиотензину – на 43%, дофамину – на 76%, серотонину – на 44% ( $p < 0,05$ ). У больных (2 группа) с гипертонической и ишемической болезнью сердца было уже значительное повышение уровня е – Ат ко всем антигенам по сравнению с результатами анализа для первой группы. К гистамину увеличение более чем в два раза (119%), аналогичное двукратное повышение к дофамину (108%) ( $p < 0,05$ ). Для показателей ангиотензина и серотонина увеличение на 46% и 78% соответственно ( $p < 0,05$ ), что подтверждает тенденцию роста уровня е-Ат для этой категории больных.

Полученные результаты иммунохимического анализа использовали в дальнейшем исследовании практического применения разработанного программного комплекса для оценки тяжести течения ССЗ. Работу трехмерной модульной системы, обеспечивает компьютерная программа визуальной интерпретации результатов вводимых показателей анализа, которая выражается в виде изменения угла наклона платформы. Программный продукт включает меню настроек, визуальный интерфейс с окнами для ввода лабораторных данных и шкалу для измерения угла отклонения платформы. В процессе выполнения работы для реализации логики программного алгоритма визуализации вводили данные ИФА определения е-Ат к серотонину, дофамину, ангиотензину, гистамину

каждого обследованного пациента и регистрировали угол отклонения платформы. В таблице 3 представлены обобщенные результаты сравнения изменения иммунологических показателей и отклонения платформы, связанные с клиническим диагнозом пациентов.

Было показано, что угол изменения наклона платформы связан с индивидуальными различиями получаемых лабораторных данных каждого обследованного больного. В группах пациентов, различающихся диагнозом, установлен усредненный диапазон отклонения угла наклона платформы. Результатом выполнения программного алгоритма является суммарная оценка изменения иммунологических показателей, характеризующих состояние регуляторов биохимических систем, участвующих в развитии ССЗ.

## ■ ОБСУЖДЕНИЕ

Разработана интерактивная платформа, позволяющая преобразовывать лабораторные данные в наглядную графическую интерпретацию. При развитии патологии ССЗ в кровотоке происходит изменение содержания факторов биохимической регуляции, которое проявляется в продукции естественных антител, специфичных к серотонину, дофамину, ангиотензину, гистамину [18,19]. Уровень е-Ат и концентрация самих антигенов, к которым и относятся перечисленные выше регуляторы, являются взаимосвязанными величинами [8, 11, 19]. В ранее выполненных нами исследованиях показано, что ресурсы сердечно-сосудистой системы и, соответственно, картину течения заболевания и риск его развития, отражают естественные

**Таблица 3. Результаты сравнительного определения угла наклона платформы и диапазона значения иммунологических показателей в группах больных с различным диагнозом ССЗ**

**Table 3. Results of comparative determination of the platform tilt angle and the range of immunological parameters in groups of patients with different CVD diagnoses**

Анализируемые показатели е-Ат	Гипертоническая болезнь (1 группа), n=45			Гипертоническая болезнь и ишемическая болезнь сердца (2 группа), n=53		
	Диапазон значений OD <sub>450</sub> в ИФА	Кол-во пац-в выше (M ± 2σ) контроля	Диапазон угла наклона Платформы (град.)	Диапазон значений OD <sub>450</sub> в ИФА	Кол-во пац-в выше (M ± 2σ) контроля	Диапазон угла наклона Платформы (град.)
Серотонин	1,12-1,24	25	5-9	1,36 -1,55	37	10-14
Дофамин	1,27-1,46	17		1,58 -1,72	26	
Гистамин	0,98-1,04	22		1,28-1,44	34	
Ангиотензин	0,73 -1,01	14		0,79 -0,99	43	

антитела к низкомолекулярным биорегуляторам. Перечисленные эндогенные молекулы выполняют значительную роль в функционировании сердечно-сосудистой системы и оказывают множество эффектов на организм человека [9, 11, 20]. Так, биогенные амины (серотонин, гистамин), катехоламины (дофамин), пептид ренин – ангиотензиновой системы (ангиотензин) при взаимодействии с определенными рецепторами осуществляют регуляцию артериального давления, действуют на гладкомышечные клетки сосудов, которые снабжают кровью кожу и слизистые оболочки, либо влияют на микрососудистый эндотелий, приводя к повышенной проницаемости капилляров и целый ряд других явлений указанным выше эндогенным молекулам [21, 22]. Дальнейший анализ позволил дифференцировать вклад метаболизма биохимических регуляторов, отражающих различные сценарии течения заболевания. Так, для показателей e-Ат к ангиотензину и серотонину выявлено увеличение количества пациентов с диагнозом гипертоническая и ишемическая болезнь сердца по сравнению с лицами, имеющими диагноз гипертоническая болезнь (табл. 3). Полученные данные дают основание предположить, что нарушение метаболизма указанных биомолекул, проявляющихся в продукции специфических e-Ат, показывает их возможное участие в дальнейшем развитии тяжести течения заболевания. Известно, что одна из функций ангиотензина связана с контролем артериального давления за счет воздействия на стенки сосудов [22]. Серотонин, в свою очередь, участвует в процессах реологии кровотока [19]. Именно эти процессы запускают направление риска течения того или иного сценария ССЗ.

Разработанный программный продукт позволяет визуализировать изменения иммунологического фона пациента в реальном времени. Угол отклонения платформы служит суммарным интегральным показателем, характеризующим степень дисбаланса между исследуемыми иммунологическими параметрами, включающим визуализацию данных лабораторного анализа для автоматической оценки «сценария» течения ССЗ. Анализ результатов эксперимента позволил установить, что диапазон отклонения угла наклона платформы тесно связан с вводи-

мыми лабораторными данными и отражает изменения иммунологических показателей для каждого антигена. Рассматривая возможность оценки тяжести развития ССЗ заболевания с учетом отклонения от нормы иммунопоказателей, отражающих тот или иной метаболический путь, можно условно выделить следующие направления. В первом случае, для пациентов с гипертонической болезнью наибольший вклад вносят показатели для серотонина и гистамина. В дальнейшем при диагнозе гипертония и ишемическая болезнь сердца дополнительно к указанным показателям значительно увеличивается число лиц с изменением e-Ат к ангиотензину (табл. 3). При этом, в обоих случаях отмечен высокий разброс значений для показателей дофамина, а во втором и для гистамина. Следовательно, можно предположить, что нарушения метаболизма именно ангиотензина в значительной степени может приводить к риску отягощения течения гипертонии. Исследованные иммунопоказатели, естественные антитела к серотонину, дофамину, ангиотензину, гистамину характеризуют адаптационные ресурсы сердечно-сосудистой системы при развитии ССЗ. Степень их отклонения от нормы свидетельствует либо о риске начала развития патологического процесса, либо о стадии уже начавшегося заболевания. Было установлено, что с увеличением тяжести заболевания угол отклонения возрастает, что коррелирует с клиническими данными пациентов. Особую ценность представляет возможность использования программного комплекса в телемедицинских системах, где важны простота интерфейса и наглядность отображения информации. Это особенно актуально для наблюдения за пациентами с хроническими формами ССЗ, находящимися на диспансерном учете. Графический интерфейс программы обеспечивает возможность быстрого сравнения состояния пациента с контрольными значениями и позволяет использовать систему в режиме телемониторинга

## ■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный программный комплекс на основе трехмерной математической модели баланса обеспечивает объективную и наглядную оценку тяжести сердечно-сосудистых заболе-

ваний. Интеграция лабораторных данных с визуальной моделью повышает точность диагностики и открывает новые возможности для при-

менения в телемедицинских системах мониторинга и поддержки принятия клинических решений. //

## ЛИТЕРАТУРА

1. Timmis A., Townsend N., Gale C.P. и др. European Society of Cardiology: Cardiovascular Disease Statistics 2019. *Europ Heart J* 2020;41(1):12-85. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz859>
2. Шляхто Е.В., Баранова Е.И. Основные направления снижения сердечно-сосудистой смертности: что можно изменить уже сегодня? *Российский кардиологический журнал* 2020;25(7):3983. [Shlyakhto E.V., Baranova E.I. Central directions for reducing cardiovascular mortality: what can be changed today? *Rossiyskiy kardiologicheskij zhurnal = Russian Journal of Cardiology* 2020;25(7):3983 (In Russian)]. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-3983>.
3. Шляхто Е.В., Звартану Н.Э., Виллевалде С.В. и др. Система управления сердечно-сосудистыми рисками: предпосылки к созданию, принципы организации, целевые группы. *Российский кардиологический журнал* 2019;(11):69-82. [Shlyakhto E.V., Zvartanu N.E., Villevalde S.V. et al. Cardiovascular risk management system: prerequisites for creation, principles of organization, target groups. *Rossiyskiy kardiologicheskij zhurnal = Russian Journal of Cardiology* 2019;(11):69-82. (In Russian)]. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2019-11-69-82>
4. Столбов А.П. О классификации рисков применения программного обеспечения медицинского назначения. *Вестник Росздравнадзора* 2017;3:36-42. [Stolbov A.P. On risk classification of application software for medical purposes. *Vestnik Roszdravnadzora = Bulletin of Roszdravnadzor* 2017;3:36-42. (In Russian)].
5. Гусев А.В., Гаврилов Д.В., Новицкий Р.Э. и др. Совершенствование возможностей оценки сердечно-сосудистого риска при помощи методов машинного обучения. *Российский кардиологический журнал* 2021;26(12):4618. [Gusev A.V., Gavrilov D.V., Novitsky R.E. et al. Improving the assessment of cardiovascular risk using machine learning methods. *Rossiyskiy kardiologicheskij zhurnal = Russian Journal of Cardiology* 2021;26(12):4618. (In Russian)]. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2021-4618>
6. Князев Е.Г., Самченко А.А., Рюмки К.В. Формирование системы поддержки принятия врачебных решений на основе оцифровки клинических рекомендаций с применением инструментов формальной логики. *Менеджмент качества в медицине* 2019;4:52-57. [Knyazev E.G., Samchenko A.A., Ryumkin K.V. The formation of a system to support medical decision-making based on the digitization of clinical guidelines using formal logic tools. *Menedzhment kachestva v meditsine = Quality Management in Medicine* 2019;4:52-57. (In Russian)].
7. Лебедев Г.С., Фартушный Э.Н., Шадеркин И.А. и др. Создание информационной системы поддержки принятия врачебных решений на основе методов доказательной медицины. *Журнал телемедицины и электронного здравоохранения* 2019;5(1):8-16. [Lebedev G.S., Fartushny E.N., Shaderkin I.A. et al. Building of the medical decision support system on the basis of evidence-based medicine. *Zhurnal telemeditsiny i elektronogo zdravookhraneniya = Journal of Telemedicine and Electronic Health Care* 2019;5(1):8-16 (In Russian)].
8. Мягкова М.А., Орлова Е.А., Петроченко С.Н. и др. Анализ иммунобиохимических показателей у людей с избыточной массой тела в оценке риска сердечно-сосудистых заболеваний. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины* 2022;174(10):452-6. [Myagkova M.A., Orlova E.A., Petrochenko S.N. et al. Analysis of immunobiochemical parameters in overweight people in assessing the risk of cardiovascular diseases. *Byulleten' eksperimental'noy biologii i meditsiny = Bulletin of Experimental Biology and Medicine* 2022;174(10):452-6 (In Russian)]. <https://doi.org/10.47056/0365-9615-2022-174-10-452-456>
9. Морозова В.С., Мосейкин И.А., Петроченко С.Н. и др. Анализ иммунобиохимических показателей для оценки риска развития кардиологической патологии. *Доклады Академии наук* 2017;437(2):225-228. [Morozova V.S., Moseikin I.A., Petrochenko S.N. et al. Analysis of immune-biochemical indicators to assess the risk of developing cardiological pathology. *Doklady Akademii nauk = Reports of the Academy of Sciences* 2017;437(2):225-228 (In Russian)]. <https://doi.org/10.7868/S0869565217060287>
10. Никулина Н.Н., Якушин С.С. Современные аспекты формулировки диагноза и статистического учета инфаркта миокарда. *Кардиология* 2016;56(9):60-66. [Nikulina N.N., Yakushin S.S. The modern aspects of diagnosis formulation and statistical recording of myocardial infarction. *Kardiologiya = Cardiology* 2016;56(9):60-66. (In Russian)]. <https://doi.org/10.18565/cardio.2016.9.60-66>
11. Мягкова М.А., Петроченко С.Н., Морозова В.С. Определение антител к эндогенным биорегуляторам для диагностики функционального состояния организма. *Известия академии наук. Серия химическая*. 2018;4:762-767. [Myagkova M.A., Petrochenko S.N., Morozova V.S. Detection of natural antibodies to endogenous bioregulators for the diagnostics of the functional state of the body. *Izvestiya akademii nauk. Seriya khimicheskaya = Bulletin of the Academy of Sciences. Chemical Series*. 2018;4:762-767. (In Russian)].
12. Фролов С.В., Коробов А.А., Ветров А.Н. Система поддержки принятия врачебных решений в кардиологии на основе цифрового двойника сердечно-сосудистой системы. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии* 2023;11(1). [Frolov S.V., Korobov A.A., Vetrov A.N. A decision support system for cardiology based on a digital twin of the cardiovascular system. *Modelirovaniye, optimizatsiya i informatsionnyye tekhnologii = Modeling, Optimization, and Information Technology* 2023;11(1) (In Russian)]. <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2023.40.1.007>
13. Сакулин С.А. Визуализация операторов агрегирования с применением трехмерной когнитивной графики. *Вестник компьютерных и информационных технологий* 2022;19(3):15-22. [Sakulin S.A. Aggregation operators visualization using 3D cognitive graphics. *Vestnik komp'yuternykh i informatsionnykh tekhnologiy = Bulletin of Computer and Information Technologies* 2022;19(3):15-22. (In Russian)]. <https://doi.org/10.14489/vkit.2022.03.pp.015-022>
14. Документация по Autodesk 3ds MAX. URL: [https://help.autodesk.com/view/MAXDEV/2023/ENU/?guid=MAXDEV\\_MCG\\_UNPLACED\\_to\\_work\\_with\\_the\\_max\\_creation\\_gr\\_html](https://help.autodesk.com/view/MAXDEV/2023/ENU/?guid=MAXDEV_MCG_UNPLACED_to_work_with_the_max_creation_gr_html) (дата обращения: 05.08.2025). [Autodesk 3ds MAX Documentation. URL: [https://help.autodesk.com/view/MAXDEV/2023/ENU/?guid=MAXDEV\\_MCG\\_UNPLACED\\_to\\_work\\_with\\_the\\_max\\_creation\\_gr\\_html](https://help.autodesk.com/view/MAXDEV/2023/ENU/?guid=MAXDEV_MCG_UNPLACED_to_work_with_the_max_creation_gr_html) (accessed: 05.08.2025).]
15. Официальный сайт Autodesk 3ds MAX. URL: <https://www.autodesk.com/> (дата обращения: 05.08.2025). [Official website of Autodesk 3ds MAX. URL: <https://www.autodesk.com/> (accessed: 05.08.2025).]
16. Официальный сайт Blender. URL: <https://www.blender.org/> (дата обращения: 05.08.2025). [Official website of Blender. URL: <https://www.blender.org/> (дата обращения: 05.08.2025).]

## ЛИТЕРАТУРА

blender.org/ (accessed: 05.08.2025).]

17. Официальный сайт Unity. URL: <https://unity.com/ru> (дата обращения: 05.08.2025). [Official website of Unity. URL: <https://unity.com/ru> (accessed: 05.08.2025).]

18. Zuo L.J., Yu S.Y., Hu Y. и др. Serotonergic dysfunctions and abnormal iron metabolism: relevant to mental fatigue of Parkinson disease. *Scientific reports* 2016;6:1. <https://doi.org/10.1038/s41598-016-0018-z>

19. Игонькина С.И., Ветрилэ Л.А., Кукушкин М.Л. Влияние антител к норадреналину на развитие невропатической боли. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины* 2016;162(12):678-81. [Igonkina S.I., Vetrile L.A., Kukushkin M.L. The effect of antibodies to norepinephrine on the development of neuropathic pain. *Byulleten' eksperimental' noy biologii i meditsiny = Bulletin of Experimental Biology and Medicine* 2016;162(12):678-81. (In Russian)].

20. Nieto-Alamilla G., Marquez-Gomez R., Garcia-Galvez A.M. и др. The Histamine H3 Receptor: Structure, Pharmacology, and Function. *Mol Pharmacol* 2016;90:649-73. <https://doi.org/10.3390/ijms23042291>

21. Гордеев А.В., Галушко Е.А., Савушкина Н.М. Роль ангиотензинов в патогенезе воспалительных заболеваний суставов. *Терапевтический архив* 2021;93(5):635-9. [Gordeev A.V., Galushko E.A., Savushkina N.M. The role of angiotensins in the pathogenesis of inflammatory joint diseases. *Terapevticheskiy arkhiv = Therapeutic Archive* 2021;93(5):635-9. (In Russian)]. <https://doi.org/10.26442/00403660.2021.05.200796>

22. Pongpanich P. The benefits of angiotensin-converting enzyme inhibitors/angiotensin II receptor blockers combined with calcium channel blockers on metabolic, renal, and cardiovascular outcomes in hypertensive patients: a meta-analysis. *International urology and nephrology* 2018;50(12):2261-78. <https://doi.org/10.1007/s11255-018-1991-x>

## Сведения об авторах:

Крылов А.С. – младший научный сотрудник ООО «ДИАНАРК»; Москва, Россия; <https://orcid.org/0000-0001-7085-3437>

Мягкова М.А. – д.б.н., профессор, главный научный сотрудник Института физиологически активных веществ Федерального исследовательского центра проблем химической физики и медицинской химии Российской академии наук; Московская обл., Черноголовка, Россия; <https://orcid.org/0000-0001-7831-7663>

Боброва З.В. – научный сотрудник ООО «ДИАНАРК»; Москва, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-8073-8763>

Петроченко С.Н. – генеральный директор ООО «ДИАНАРК»; Москва, Россия; <https://orcid.org/0000-0003-3656-9007>

## Вклад авторов:

Крылов А.С. – концепция исследования, разработка визуальной модели, 40%  
Мягкова М.А. – дизайн исследования, анализ результатов, написание статьи, 30%  
Боброва З.В. – проведение ИФА, статистическая обработка, 20%  
Петроченко С.Н. – статистическая обработка, 10%

**Этические нормы:** Все исследования проводились в соответствии с принципами биомедицинской этики, изложенными в Хельсинкской декларации 1964 г. и последующих поправках к ней. Они также были одобрены локальным биоэтическим комитетом Института физиологически активных веществ РАН (Черноголовка, Московская область), протокол № 396/10 от 25.10.2023 г. Каждый участник исследования дал добровольное письменное информированное согласие после получения разъяснений о потенциальных рисках и преимуществах, а также о характере предстоящего исследования.

**Информированное согласие:** Каждый участник исследования предоставил добровольное письменное информированное согласие, подписанное им после разъяснения ему потенциальных рисков и преимуществ, а также характера предстоящего исследования.

**Конфликт интересов:** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование:** Работа выполнена в соответствии с исследованием, согласно Госрегистрации № 01200952666.

Статья поступила: 25.08.25

Рецензирование: 02.10.25

Принята к публикации: 17.11.25

## Information about authors:

Krylov A.S. – Junior Researcher, DIANARK LLC; Moscow, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-7085-3437>

Myagkova M.A. – Dr. Sci. (Biol.), Professor, Leading Researcher, Institute of Physiologically Active Compounds, Federal Research Center for Problems of Chemical Physics and Medicinal Chemistry, Russian Academy of Sciences; Chernogolovka, Moscow Region, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-7831-7663>

Bobrova Z.V. – Researcher, DIANARK LLC; Moscow, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-8073-8763>

Petrochenko S.N. – general director DIANARK LLC; Moscow, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-3656-9007>

## Authors Contribution:

Krylov A.S. – research concept, visual model development, 40%  
Myagkova M.A. – study design, results analysis, article writing, 30%  
Bobrova Z.V. – ELISA testing, statistical analysis, 20%  
Petrochenko S.N. – statistical analysis, 10%

**Ethical Standards.** All studies were conducted in accordance with the principles of biomedical ethics outlined in the 1964 Declaration of Helsinki and its subsequent amendments. They were also approved by the Local Bioethics Committee of the Institute of Physiologically Active Substances of the Russian Academy of Sciences (Chernogolovka, Moscow Region), Protocol No. 396/10 dated October 25, 2023.

**Informed Consent.** Every study participant provided voluntary written informed consent, signed after receiving an explanation of the potential risks and benefits, as well as the nature of the upcoming study.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Financing.** The work was carried out in accordance with the research under State Registration No. 01200952666.

Received: 25.08.25

Review: 02.10.25

Accepted for publication: 17.11.25

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-4-26-31>

# Аналитика социальных факторов психического здоровья на low-code платформе LOGINOM: прикладной опыт для здравоохранения

Л.С. Муртазина, А.Х. Трегубова

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, фармакологический факультет, Уфа, Россия

**Контакт:** Муртазина Ляйсан Салаватовна, [murtazina00.00@mail.ru](mailto:murtazina00.00@mail.ru)

## Аннотация:

**Введение.** Цифровизация медицины генерирует массивы неоднородных данных, в том числе социально-экономических и поведенческих, необходимых для комплексной оценки психического здоровья населения. Современные российские low-code платформы, такие как Loginom, позволяют автоматизировать анализ подобных данных методом построения визуальных сценариев – это облегчает интеграцию анализа в рабочие процессы специалистов без углубленных ИТ-навыков.

**Цель.** Сквозной анализ социальных и медицинских данных, необходимых для оперативного моделирования и поддержки принятия решений в медицине, используя возможности платформы Loginom как доступного.

**Материалы и методы.** В исследовании использована открытая база данных опроса о влиянии соцсетей на психическое здоровье (580 студентов, параметры – демография, уровень депрессии/тревожности и самооценка здоровья). В Loginom построены сценарии: автоматическая очистка/категоризация (устранение пропусков, типизация), корреляционный анализ (автоматизация поиска и визуализация взаимосвязей), региональная сравнительная аналитика (проекция по штатам и экономическим параметрам, автоматический отчет). Важный аспект – моделирование без программирования, что критично для масштабируемых цифровых решений.

**Результаты.** Обнаружена сильная положительная корреляция между тревожностью и депрессией (коэффициент Спирмена 0,78,  $p < 0,001$ ), стабильная на различных срезах данных. В экономически развитых регионах выше показатели как общего здоровья, так и частоты заявленной тревожности, что может транслироваться в стратегии таргетированного профилактического мониторинга. Loginom позволил получить итоговые отчеты и визуализации менее чем за час после загрузки данных, что подтверждает пригодность low-code решений для внедрения в рутинную практику медицинских учреждений.

**Заключение.** Продемонстрированы практические преимущества Loginom для быстрой и прозрачной работы с большими массивами социально-медицинских данных, создания гибких сценариев для оценки психического здоровья, а также генерации рекомендаций по цифровому медицинскому сопровождению. Подход позволяет вовлекать большее количество специалистов в работу с медицинскими ИТ-инструментами, актуален для задач мониторинга и управления здоровьем в условиях цифровой трансформации отечественного здравоохранения. Рекомендуется тиражирование методики для региональных центров, а также последующее включение экономических и культурных параметров в аналитику для повышения точности интерпретации.

**Ключевые слова:** low-code платформы; Loginom; психическое здоровье; анализ данных в медицине; цифровое здравоохранение; тревожность; депрессия; социальные детерминанты здоровья.

**Для цитирования:** Муртазина Л.С., Трегубова А.Х. Аналитика социальных факторов психического здоровья на low-code платформе LOGINOM: прикладной опыт для здравоохранения. Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения 2025;11(4):26-31; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-4-26-31>

## Social factor analysis of mental health on the LOGINOM Low-Code platform: applied experience for healthcare

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-4-26-31>

L.S. Murtazina, A.Kh. Tregubova

Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department, Moscow, Russia

**Contact:** Laysan S. Murtazina, [murtazina00.00@mail.ru](mailto:murtazina00.00@mail.ru)

### Summary:

**Background.** The digitalization of medicine generates vast arrays of heterogeneous data, including socio-economic and behavioral factors, which are essential for a comprehensive assessment of the population's mental health. Modern Russian low-code platforms, such as Loginom, enable the automation of this data analysis through the construction of visual scenarios, thereby facilitating the integration of analytics into the workflows of specialists who lack advanced IT skills.

**Objective.** To conduct an end-to-end analysis of social and medical data required for operational modeling and decision-making support in medicine, utilizing the capabilities of the Loginom platform as an accessible tool.

**Materials and Methods.** The study utilized an open database from a survey regarding the impact of social media on mental health (n=580 students; parameters included demographics, depression/anxiety levels, and self-rated health). The following scenarios were constructed in Loginom: automatic cleaning/categorization (handling missing values, data typing), correlation analysis (automated search and visualization of relationships), and regional comparative analytics (projection by states and economic parameters, with automated reporting). A key aspect is modeling without programming, which is critical for scalable digital solutions.

**Results.** A strong positive correlation was observed between anxiety and depression (Spearman's rank correlation coefficient 0.78,  $p < 0.001$ ), which remained stable across various data subsets. Economically developed regions demonstrated higher indicators for both general health and the frequency of reported anxiety; this finding can be translated into strategies for targeted preventive monitoring. Loginom enabled the generation of final reports and visualizations in less than one hour after data loading, confirming the suitability of low-code solutions for implementation in the routine practice of medical institutions.

**Conclusion.** The practical advantages of Loginom for rapid and transparent processing of large socio-medical datasets, the creation of flexible scenarios for mental health assessment, and the generation of recommendations for digital medical support have been demonstrated. This approach allows for the involvement of a greater number of specialists in working with medical IT tools and is relevant for health monitoring and management tasks within the context of the digital transformation of domestic healthcare. Replication of this methodology in regional centers is recommended, as well as the subsequent inclusion of economic and cultural parameters in the analytics to enhance interpretation accuracy.

**Key words:** low-code platforms; Loginom; mental health; data analysis in medicine; digital healthcare; anxiety; depression; social determinants of health.

**For citation:** Murtazina L.S., Tregubova A.Kh. Social factor analysis of mental health on the LOGINOM Low-Code platform: applied experience for healthcare. Russian Journal of Telemedicine and E-Health 2025;11(4):26-31; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-4-26-31>

## ВВЕДЕНИЕ

Цифровая трансформация здравоохранения в XXI веке характеризуется экспоненциальным ростом объемов данных. Цифровизация медицины генерирует массивы неоднородных данных, в том числе социально-экономических и поведенческих, необходимых для комплексной оценки психического здоровья населения. Традиционные

клинические данные (результаты лабораторных исследований, данные инструментальной диагностики) сегодня дополняются сведениями, получаемыми из носимых устройств, мобильных приложений и цифрового следа пациентов в социальных сетях. Эти данные формируют так называемый «цифровой фенотип» пациента, который имеет критическое значение для ранней диагностики психических расстройств [1]. ►►

Однако, несмотря на наличие данных, их практическое использование в клинической медицине ограничено дефицитом специалистов с компетенциями в области Data Science. Врачи-клиницисты и администраторы лечебных учреждений часто не обладают навыками программирования на языках Python или R, что создает барьер между накопленной информацией и принятием врачебных решений. Современные российские low-code платформы, такие как Loginom, позволяют автоматизировать анализ подобных данных методом построения визуальных сценариев – это облегчает интеграцию анализа в рабочие процессы специалистов без углубленных ИТ-навыков.

Актуальность данного исследования продиктована необходимостью импортозамещения программного обеспечения в российском здравоохранении и переходом к ценностно-ориентированной модели медицины, где ключевую роль играет предиктивная аналитика и профилактика.

*Цель исследования.* Сквозной анализ социальных и медицинских данных, необходимых для оперативного моделирования и поддержки принятия решений в медицине, используя возможности платформы Loginom как доступного инструмента.

## ■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### *Характеристика выборки*

В исследовании использована открытая база данных опроса о влиянии соцсетей на психическое здоровье. Выборка составила 580 студентов, анализируемые параметры включали демографические данные (возраст, пол, место проживания), уровень депрессии/тревожности (оцененный по валидированным психометрическим шкалам) и субъективную самооценку здоровья. Выбор студенческой популяции обусловлен высокой активностью данной группы в цифровой среде и уязвимостью к стрессогенным факторам обучения.

### *Инструментарий и алгоритм анализа*

Исследование проводилось на базе аналитической платформы Loginom (версия 6.5). Ме-

тодология включала построение визуальных сценариев обработки данных, что является ключевым преимуществом low-code подхода [8-10].

В Loginom построены следующие сценарии обработки:

#### **1. ETL-процессы (Extract, Transform, Load).**

Автоматическая очистка и категоризация данных. Этот этап включал устранение пропусков, типизацию переменных (преобразование строковых значений в числовые или категориальные) и удаление выбросов, которые могли бы исказить статистическую значимость.

**2. Корреляционный анализ.** Автоматизация поиска и визуализация взаимосвязей между переменными. Использовался узел «Корреляционный анализ», позволяющий рассчитать матрицу коэффициентов корреляции для всех пар переменных одновременно.

#### **3. Региональная сравнительная аналитика.**

Проекция данных по территориальному признаку (штатам/регионам) и экономическим параметрам с генерацией автоматического отчета.

Важный аспект методологии – моделирование без программирования, что критично для создания масштабируемых цифровых решений, способных тиражироваться в различных медицинских учреждениях без существенной адаптации кода. Для оценки статистической связи между порядковыми переменными (баллы по шкалам тревожности и депрессии) использовался коэффициент ранговой корреляции Спирмена, так как распределение данных в медицинских выборках часто отличается от нормального.

## ■ РЕЗУЛЬТАТЫ

### *Статистические взаимосвязи*

В ходе анализа массива данных была обнаружена сильная положительная корреляция между уровнем тревожности и депрессии. Коэффициент корреляции Спирмена составил 0,78 ( $p < 0,001$ ). Данная связь оставалась стабильной на различных срезах данных (при фильтрации по полу, возрасту и типу используемой социальной платформы).

Полученный результат ( $r=0,78$ ) статистически подтверждает высокую коморбидность тре-

возных и депрессивных расстройств. Для практикующего врача это означает, что выявление у пациента признаков тревожности, связанных с использованием социальных сетей, с вероятностью 78% сопряжено с наличием депрессивной симптоматики, требующей скрининга.

### **Социально-экономические проекции**

Анализ географического и экономического распределения выявил неочевидный паттерн: в экономически развитых регионах (с более высоким ВВП на душу населения) зафиксированы выше показатели как общего самооценки здоровья, так и частоты заявленной тревожности.

Этот феномен может объясняться двумя факторами:

1. В развитых регионах выше доступность психиатрической помощи и уровень медицинской грамотности, что приводит к лучшей выявляемости проблем (эффект гипердиагностики).

2. Высокий темп жизни и конкуренция в экономически активных регионах могут выступать независимыми факторами риска тревожных расстройств.

Эти данные могут транслироваться в стратегии таргетированного профилактического мониторинга, позволяя региональным департаментам здравоохранения перераспределять ресурсы психопрофилактики в зоны повышенного риска.

### **Оценка эффективности платформы Loginot**

Техническая оценка эксперимента показала высокую производительность инструмента. Loginot позволил получить итоговые отчеты и визуализации менее чем за час после загрузки «сырых» данных. Для сравнения, ручная обработка аналогичного массива в электронных таблицах или написание скрипта на языке Python с отладкой заняли бы в 3–4 раза больше времени, требуя при этом привлечения профильного специалиста. Это подтверждает пригодность low-code решений для внедрения в рутинную практику медицинских учреждений, где фактор времени и дефицит IT-кадров являются критическими ограничениями.

## ■ ОБСУЖДЕНИЕ

### ***Low-Code как драйвер доказательной медицины и глобальный тренд***

Полученные нами результаты согласуются с общемировой тенденцией демократизации анализа данных в здравоохранении. В мировой практике подход, при котором медицинские специалисты без профильного IT-образования создают цифровые решения, получил название «Citizen Developer» («гражданский разработчик»). Исследования показывают, что вовлечение «гражданских разработчиков» (врачей, медсестер, администраторов) позволяет сократить разрыв между клиническими потребностями и технической реализацией, устраняя так называемое «узкое место» в IT-отделах [11].

Примером успешного внедрения подобных технологий является использование платформы Microsoft Power Platform в госпитальном секторе США. Так, в ряде клиник были развернуты приложения для автоматизации маршрутизации пациентов и мониторинга соблюдения планов лечения, созданные с минимальным написанием кода. Это позволило снизить административную нагрузку на персонал и улучшить координацию помощи, аналогично тому, как в нашем исследовании платформа Loginot автоматизировала обработку опросников [12].

### ***Цифровое фенотипирование и анализ социальных данных***

Наше исследование, связывающее активность в социальных сетях с уровнем тревожности, лежит в русле развивающегося направления «цифрового фенотипирования». Зарубежные коллеги активно используют данные со смартфонов (время экрана, GPS-трекинг, скорость набора текста) и активность в социальных медиа для предикции рецидивов биполярного расстройства и депрессии [13].

Например, исследования, проведенные с использованием методов обработки естественного языка (NLP), продемонстрировали возможность выявления признаков ментальных расстройств через анализ семантики постов в Twitter и поисковых запросов Google. Эти «цифровые биомаркеры» позволяют фиксировать ►►

ухудшение состояния пациента раньше, чем это происходит на клиническом приеме [14]. Платформа Loginom в данном контексте выступает доступным инструментом для первичной обработки таких неструктурированных данных, делая сложные методы анализа доступными для региональных исследователей.

### **Интеграция социальных детерминант здоровья (SDoH)**

Особую значимость нашему исследованию придает фокус на социальных факторах. В мировой науке интеграция социальных детерминант здоровья (Social Determinants of Health – SDoH) в прогностические модели считается этическим императивом для устранения предвзятости алгоритмов ИИ. Работа Olaitan S. (2025) показала, что добавление переменных SDoH (доход, жилищные условия, социальная изоляция) в модели машинного обучения значительно повышает точность прогноза рисков и обеспечивает более справедливое распределение медицинских ресурсов [15].

Наш опыт подтверждает, что даже базовые low-code инструменты позволяют эффективно агрегировать разнородные данные (клинические шкалы + социально-экономические параметры), создавая основу для персонализированной медицины.

### **Ограничения и перспективы**

Необходимо отметить, что, несмотря на преимущества, low-code платформы имеют ограничения при работе с высоконагруженными системами реального времени. В то

время как для скрининговых исследований (как в нашем случае) их производительности достаточно, для задач глубокого обучения и анализа геномики по-прежнему требуются специализированные программные среды. Тем не менее, для рутинных задач мониторинга общественного здоровья low-code остается оптимальным решением по соотношению «цена/эффективность» [16].

## **■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. В ходе работы продемонстрированы практические преимущества платформы Loginom для быстрой и прозрачной работы с большими массивами социально-медицинских данных. Создание гибких сценариев без написания программного кода позволяет оперативно оценивать состояние психического здоровья популяции и генерировать рекомендации по цифровому медицинскому сопровождению.

2. Практическая значимость исследования заключается в подтверждении возможности тиражирования данной методики для региональных медицинских информационно-аналитических центров (МИАЦ). Использование отечественного ПО в данном контексте обеспечивает не только технологический суверенитет, но и соответствие требованиям по защите персональных данных пациентов.

3. Для врачей всех специальностей внедрение подобных аналитических инструментов означает переход от реактивной медицины (лечение болезней) к проактивной (предотвращение рисков на основе анализа данных), что является глобальным трендом развития систем здравоохранения. //

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Insel TR. Digital Phenotyping: Technology for a New Science of Behavior. *JAMA* 2017;318(13):1215–6. <https://doi.org/10.1001/jama.2017.11295>
2. Twenge JM, Campbell WK. Media Use Is Linked to Lower Psychological Well-Being: Evidence from Three Datasets. *Psychiatr Q* 2018;90:311–31.
3. Vannucci A, Flannery KM, Ohannessian CM. Social media use and anxiety in emerging adults. *J Affect Disord* 2017;207:163-166.
4. Рындина С.В. Интеллектуальные информационные системы и технологии: системы Business Intelligence (ML-платформа Loginom) : учеб.-метод. пособие. Пенза : Изд-во ПГУ, 2022. – 68 с. [Ryndina S.V. Intelligent information systems and technologies: Business Intelligence systems (ML-platform Loginom): teaching aid. Penza: Publishing house of PSU, 2022. – 68 p.]
5. Колесников А.А., Пальмов С.В. Loginom: Основные возможности. *Форум молодых ученых* 2018;10(25):582-7. [Kolesnikov A.A., Palmov S.V. Loginom: Main capabilities. *Forum molodykh uchenykh = Forum of young scientists* 2018;10(25):582-7 (In Russian)].
6. Монаков Д.М., Алтуни Д.В. Медицинские информационные системы: современные реалии и перспективы. *Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения* 2022;8(4):46-53. [Monakov D.M., Altunin D.V. Medical information systems: current realities and prospects. *Rossiyskiy zhurnal telemeditsiny i*

## ЛИТЕРАТУРА

*elektronnogo zdravoookhraneniya = Russian Journal of Telemedicine and Electronic Healthcare* 2022; 8(4):46–53 (In Russian)]. <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2022-8-4-46-53>

7. Waschke M. Low-Code/No-Code: Citizen Developers and the Future of Software. In: Digital Transformation of Enterprise Architecture. *CRC Press* 2020.

8. Loginom: Основные возможности [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/loginom-osnovnyye-vozmozhnosti> (дата обращения: 10.08.2025).

9. Loginom. Прогнозирование [Электронный ресурс]. URL: <https://loginom.ru/tags/prognozirovanie> (дата обращения: 10.08.2025).

10. Loginom. Кейсы использования [Электронный ресурс]. URL: <https://loginom.ru/tags/keys> (дата обращения: 10.08.2025).

11. Ozkaya M. Unlocking Citizen Developer Potential: A Systematic Review

and Model for Digital Transformation. *MDPI Systems* 2025;5(1):36.

12. Harper K. Understanding Low-Code and No-Code for Healthcare: Integration and Workflow Automation. *HealthTech Magazine* 2025;12(4):45–49.

13. Cardoso TA. Key Features of Digital Phenotyping for Monitoring Mental Disorders: Systematic Review. *JMIR Ment Health* 2025;12:e77331. <https://doi.org/10.2196/77331>.

14. Torous J, Staples P, Onnela JP. Digital phenotyping using smart-phones could help steer mental health treatment. *NIH National Library of Medicine* 2025; PMC12002295.

15. Olaitan S. Integrating Social Determinants of Health into Predictive Healthcare Analytics. *ResearchGate* 2025 Jul. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/393849199>

16. Prolifics. Low-Code No-Code Platforms In Healthcare Innovation: Cost and Efficiency Analysis. *Prolifics White Paper* 2025 Jun.

## Сведения об авторах:

Муртазина Л.С. – студент, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, фармакологический факультет, Уфа, Россия; RINЦ Author ID 1032438

Трегубова А.Х. – к.ф.-м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, фармакологический факультет, Уфа, Россия; RINЦ Author ID 158776

## Вклад авторов:

Муртазина Л.С. – обзор литературы, анализ данных, написание текста, 50%  
Трегубова А.Х. – определение научного интереса, дизайн исследования, 50%

**Конфликт интересов:** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование:** Исследование проведено без спонсорской поддержки.

**Статья поступила:** 12.08.25

**Рецензирование:** 19.09.25

**Принята к публикации:** 29.10.25

## Information about authors:

Murtazina L.S. – Student, Bashkir State Medical University of the Russian Ministry of Health, Faculty of Pharmacology, Ufa, Russia; RSCI Author ID 1032438

Tregubova A.Kh. – PhD, Associate Professor, Bashkir State Medical University of the Russian Ministry of Health, Faculty of Pharmacology, Ufa, Russia; RSCI Author ID 158776

## Authors Contribution:

Murtazina L.S. – literature review, data analysis, writing, 50%  
Tregubova A.Kh. – definition of scientific interest, study design, 50%

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest

**Financing.** The study was performed without external funding

**Received:** 12.08.25

**Review:** 19.09.25

**Accepted for publication:** 29.10.25

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-4-32-37>

# Разработка телеграм-бота для обучения основам ЭКГ

**Д.Д. Подгало**

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

**Контакт:** Подгало Дмитрий Дмитриевич, [podgalo32@icloud.com](mailto:podgalo32@icloud.com)

## Аннотация:

**Введение.** С развитием образовательных технологий MOOC (Massive Open Online Courses) стали популярными, но их большой объем и недостаток интерактивности могут затруднять обучение, тогда как Telegram, будучи самым популярным мессенджером в России, не требует перехода на специализированные сайты и позволяет создавать доступные персонализированные обучающие решения.

**Цель.** Разработка телеграм-бота для обучения студентов медицинских вузов основам ЭКГ с использованием метода микрообучения.

**Материалы и методы.** Для разработки телеграм-бота используется язык программирования Python и библиотеки: `python-telegram-bot` и `aiogram`. Структура обучения включает 5 модулей, соответствующих образовательной программе медицинских вузов, а именно: «Основы ЭКГ», «Нарушения ритма», «Нарушения проводимости», «Гипертрофии», «Острый коронарный синдром». Каждый модуль состоит из нескольких уроков, которые, в свою очередь, разбиты на шаги. Каждый урок включает 4 теоретических шага и 4 практических шага. Таким образом, достигается 50% практики, а в конце каждого модуля добавлена алгоритмическая задача по анализу ЭКГ. Теоретические шаги содержат текстовые и визуальные материалы, практические – тестовые задания, направленные на проверку и закрепление знаний. Система микрообучения организована таким образом, что материал разбит на небольшие части. За каждый пройденный шаг начисляются баллы, а по итогам обучения выдается сертификат – простой или с отличием, в зависимости от набранного количества баллов.

**Результаты.** В результате разработки телеграм-бота создан цифровой инструмент для обучения студентов основам ЭКГ. Бот позволит студентам освоить теоретические и практические знания, необходимые для успешной сдачи экзамена.

**Выводы.** Разрабатываемый телеграм-бот для обучения ЭКГ с использованием метода микрообучения должен оказаться эффективным инструментом для подготовки студентов медицинских вузов. Он предоставит удобный, доступный и мотивирующий способ освоения сложного материала, поможет студентам повысить уровень знаний при интерпретации ЭКГ. Такой подход имеет потенциал для внедрения в самостоятельную часть процесса обучения и может служить дополнением к традиционным методам обучения.

**Ключевые слова:** телемедицина; медицинское образование; ЭКГ; чат-бот; Telegram; микрообучение; mHealth.

**Для цитирования:** Подгало Д.Д. Разработка телеграм-бота для обучения основам ЭКГ. Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения 2025;11(4):32-37; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-4-32-37>

## Development of a Telegram bot for teaching ECG basics

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-4-32-37>

**D.D. Podgalo**

I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

**Contact:** Dmitry D. Podgalo, [podgalo32@icloud.com](mailto:podgalo32@icloud.com)

**Summary:**

**Introduction.** With the development of educational technologies, MOOCs (Massive Open Online Courses) have become popular; however, their large volume and lack of interactivity can make learning difficult. In contrast, Telegram, being the most popular messenger in Russia, does not require moving to specialized websites and allows for the creation of accessible, personalized learning solutions.

**Aim.** To develop a Telegram bot for teaching medical students the basics of ECG using the microlearning method.

**Materials and Methods.** The programming language Python and the libraries python-telegram-bot and aiogram are used to develop the Telegram bot. The training structure includes 5 modules corresponding to the medical university curriculum, specifically: "ECG Basics," "Rhythm Disorders," "Conduction Disorders," "Hypertrophies," and "Acute Coronary Syndrome." Each module consists of several lessons, which are in turn divided into steps. Each lesson includes 4 theoretical steps and 4 practical steps. Thus, 50% practice is achieved, and an algorithmic task on ECG analysis is added at the end of each module. Theoretical steps contain textual and visual materials, while practical steps contain test assignments aimed at checking and reinforcing knowledge. The microlearning system is organized in such a way that the material is broken down into small parts. Points are awarded for each step completed, and based on the training results, a certificate is issued—either a standard one or one with distinction, depending on the number of points scored.

**Results.** As a result of the development of the Telegram bot, a digital tool for teaching students the basics of ECG has been created. The bot will allow students to master the theoretical and practical knowledge necessary to successfully pass the exam.

**Conclusions.** The Telegram bot being developed for ECG training using the microlearning method is expected to prove to be an effective tool for preparing medical students. It will provide a convenient, accessible, and motivating way to master complex material and will help students improve their level of knowledge in ECG interpretation. Such an approach has the potential for implementation into the independent part of the learning process and can serve as a supplement to traditional teaching methods.

**Key words:** telemedicine; medical education; ECG; chatbot; Telegram; microlearning; mHealth.

**For citation:** Podgalo D.D. Development of a Telegram bot for teaching ECG basics. Russian Journal of Telemedicine and E-Health 2025;11(4):32-37; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-4-32-37>

**■ ВВЕДЕНИЕ**

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) остаются ведущей причиной смертности во всем мире, что диктует необходимость высокой компетенции врачей в методах функциональной диагностики. Электрокардиография (ЭКГ) является наиболее доступным, недорогим и информативным инструментальным методом исследования сердца. Однако, несмотря на его повсеместность, уровень владения навыком интерпретации ЭКГ среди выпускников медицинских вузов и врачей некардиологических специальностей остается субоптимальным. По данным ряда международных исследований, точность интерпретации ЭКГ врачами первичного звена и ординаторами варьируется в пределах 36–50%, что создает риски диагностических ошибок и неверной тактики лечения [1, 2].

В современной педагогике высшей школы наблюдается кризис традиционных форматов лекционной подачи материала. С развитием об-

разовательных технологий MOOC (Massive Open Online Courses) стали популярными, позволяя охватить широкую аудиторию. Однако их большой объем, линейность подачи материала и недостаток интерактивности могут затруднять обучение и приводить к низкому проценту завершения курсов. Студенты и практикующие врачи испытывают дефицит времени, что делает длительные видеолекции малоэффективными [3].

В этом контексте перспективным направлением является использование мобильных мессенджеров. Telegram, будучи самым популярным мессенджером в России, обладает уникальной архитектурой для создания чат-ботов. Он не требует перехода на специализированные сайты, установки дополнительного ПО, регистрации в сторонних LMS-системах (Learning Management Systems) и позволяет создавать доступные персонализированные обучающие решения.

*Цель исследования* – разработка телеграм-бота для обучения студентов медицинских вузов и врачей всех специальностей основам ► ЭКГ с

использованием метода микрообучения, направленного на повышение доступности образования и закрепление практических навыков.

Традиционные методы обучения ЭКГ не отвечают потребностям современных студентов и клиническим реалиям – до 70% студентов изучают теорию без достаточного количества практики, что формирует разрыв между фундаментальными знаниями и клиническим применением. Более того, статистические данные свидетельствуют, что до 45% врачей допускают ошибки при расшифровке ЭКГ, что может иметь фатальные последствия при диагностике таких состояний, как острый коронарный синдром или жизнеугрожающие аритмии [4]. В существующей парадигме образования до 60% учебного времени тратится без качественной обратной связи, что замедляет формирование устойчивого нейронного паттерна распознавания патологий.

Ключевыми барьерами являются:

1. Сложность восприятия теоретического материала. Электрофизиология сердца требует высокого уровня абстрактного мышления.

2. Недостаток практических навыков. Доступ к архивам пленок ЭКГ в вузах часто ограничен, а их интерпретация не всегда проверяется преподавателем индивидуально.

3. Отсутствие персонализированного обучения. Стандартная программа не учитывает индивидуальный темп усвоения материала студентом.

### **Микрообучение как педагогическая стратегия**

Концепция микрообучения предполагает разбиение учебного материала на небольшие, логически завершённые блоки, изучение которых занимает от 5 до 10 минут. Такой подход коррелирует с теорией когнитивной нагрузки Дж. Свеллера, согласно которой рабочая память человека имеет ограниченную ёмкость [5]. Микрообучение позволяет избежать когнитивной перегрузки и способствует лучшему удержанию информации в долговременной памяти за счёт эффекта распределённого повторения [6].

Внедрение микрообучения через чат-боты соответствует профилю современного обучающегося («Digital-native поколение»), который

привык к потреблению контента через мобильные устройства и предпочитает интерактивные микроформаты длительным сессиям.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

### *Техническая реализация*

Для разработки телеграм-бота был выбран язык программирования Python, являющийся стандартом де-факто в области Data Science и разработки искусственного интеллекта благодаря своей гибкости и обширной экосистеме библиотек. В качестве основного фреймворка использовались библиотеки `python-telegram-bot` и `aiogram`. Библиотека `aiogram` выбрана ввиду её асинхронной природы, что позволяет боту обрабатывать большое количество запросов от пользователей одновременно без задержек, обеспечивая высокую производительность даже при масштабировании аудитории [7].

Архитектура бота построена по модульному принципу. Хранение данных пользователей, прогресса обучения и результатов тестирования может быть организовано с использованием реляционных баз данных (например, PostgreSQL или SQLite), что обеспечивает надёжность и возможность выгрузки аналитики.

Интерфейс взаимодействия реализован через стандартные элементы Telegram API: текстовые сообщения, изображения (сканы ЭКГ), кнопки (`ReplyKeyboardMarkup`, `InlineKeyboardMarkup`) для навигации и выбора ответов.

### *Педагогический дизайн и структура контента*

Структура обучения разработана с учётом Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) по специальностям «Лечебное дело» и «Педиатрия», а также профессиональных стандартов для врачей-терапевтов и кардиологов.

Курс включает 5 модулей, соответствующих образовательной программе медицинских вузов и клиническим рекомендациям, а именно:

1. «Основы ЭКГ»: нормальная анатомия проводящей системы, формирование зубцов и интервалов, алгоритм анализа.

2. «Нарушения ритма»: номотопные и гетеротопные нарушения, экстрасистолии, парок-

ксизмальные тахикардии, фибрилляция предсердий.

3. «Нарушения проводимости»: синоатриальные и атриовентрикулярные блокады, блокады ножек пучка Гиса.

4. «Гипертрофии»: признаки гипертрофии предсердий и желудочков, перегрузки отделов сердца.

5. «Острый коронарный синдром»: ишемия, повреждение, некроз, топическая диагностика инфаркта миокарда.

Логичная система обучения выстроена иерархически: Модуль → Урок → Шаг.

Каждый модуль состоит из нескольких уроков, которые, в свою очередь, разбиты на шаги. Принципиальным отличием от классических учебников является строгая структура урока: каждый урок включает 4 теоретических шага и 4 практических шага. Таким образом, достигается 50% практики в общем объеме курса. В конце каждого модуля добавлена сложная алгоритмическая задача по анализу ЭКГ, требующая синтеза знаний, полученных во всех уроках модуля.

Теоретические шаги содержат лаконичные текстовые объяснения и, что критически важно, качественные визуальные материалы (схемы векторов, инфографику, размеченные фрагменты ЭКГ). Практические шаги представляют собой тестовые задания (как с выбором варианта ответа, так и с вводом значений), направленные на проверку и немедленное закрепление знаний.

### ***Система мотивации и оценки (геймификация)***

Для повышения вовлеченности (engagement rate) в архитектуру бота интегрированы элементы геймификации. Система микрообучения организована таким образом, что материал разбит на небольшие части, что позволяет пользователю видеть постоянный прогресс. За каждый пройденный шаг пользователю начисляются баллы. Эта система балльно-рейтинговой оценки служит не только мотиватором, но и инструментом объективизации знаний.

По итогам обучения предусмотрена автоматическая генерация сертификата – простого или с отличием, в зависимости от набранного количества баллов. Сертификат формируется ботом в формате PDF и отправляется пользова-

телю в чат, что создает чувство завершенности и достижения результата.

## **■ РЕЗУЛЬТАТЫ**

В результате разработки телеграм-бота создан полнофункциональный цифровой инструмент для обучения студентов и врачей основам ЭКГ – @sechenov\_ecg\_bot.

Интерфейс бота интуитивно понятен и адаптирован под мобильные устройства. При запуске команды /start пользователь получает приветственное сообщение и доступ к меню выбора модулей.

### ***Функциональные возможности***

Бот позволяет студентам и врачам освоить теоретические и практические знания, необходимые для успешной сдачи экзамена и клинической практики.

Ключевые особенности реализованного решения:

1. В отличие от пассивного чтения, пользователь постоянно взаимодействует с интерфейсом, выбирая ответы. Пример сценария: бот присылает фрагмент ЭКГ с вопросом «Какой ритм зафиксирован на ЭКГ?». Пользователь выбирает вариант (например, «Синусовая тахикардия»). При правильном ответе бот подкрепляет успех положительной реакцией и переходит к следующему шагу; при ошибке – выдает пояснение, почему ответ неверен, реализуя принцип мгновенной обратной связи.

2. Бот доступен 24/7, что позволяет заниматься в транспорте, в перерывах между парами или дежурствами.

3. Использование технологии отправки изображений высокого разрешения позволяет детально рассматривать комплексы QRS и сегменты ST, что критично для дифференциальной диагностики.

### ***Апробация и целевая аудитория***

Инструмент ориентирован на широкую аудиторию:

- **Студенты медицинских вузов (3–6 курсы).** Изучающие пропедевтику внутренних болезней, факультетскую и госпитальную тера-

пию. Бот служит тренажером перед экзаменационными сессиями и аккредитацией.

• **Ординаторы и врачи первичного звена.**

Терапевты, врачи общей практики, педиатры, которым необходимо знание ЭКГ для ежедневной рутинной работы, но у которых нет времени на прохождение длительных курсов повышения квалификации (ДПО).

Цифровизация медобразования через подобные инструменты решает проблему нехватки практики в вузах и отвечает на растущий тренд персонализированного обучения. Предварительная оценка рынка (SAM в РФ) и тенденции развития EdTech показывают, что спрос на такие решения растет на 30% ежегодно, что подтверждает актуальность разработки.

## ■ ОБСУЖДЕНИЕ

Внедрение разработанного телеграм-бота в образовательный процесс представляет собой инновационный подход к изучению ЭКГ с применением современных технологий.

### *Сравнение с аналогами*

Существующие на рынке решения, такие как мобильные приложения для изучения ЭКГ (например, «ECG Guide», «Litfl»), часто требуют платной подписки, не локализованы на русский язык или обладают избыточным академизмом без должной интерактивности. Классические учебники (например, Орлов В.Н., Мурашко В.В.) являются золотым стандартом теории, но не предоставляют возможности самопроверки в режиме реального времени.

Разрабатываемый телеграм-бот выгодно отличается тем, что он использует уже установленную платформу (Telegram), устраняя барьер входа («app fatigue» – усталость от установки новых приложений) [8].

### *Эффективность микрообучения в медицине*

Разбивка на модули и шаги («Основы», «Аритмии», «Блокады») позволяет пользователю сфокусироваться на конкретных пробелах в знаниях. Например, врач может пропустить базовый модуль и сразу перейти к теме «Острый коронарный синдром», если именно эта тема вызы-

вает затруднения в практике. Такой подход имеет потенциал для внедрения в самостоятельную часть процесса обучения и может служить эффективным дополнением к традиционным методам обучения (лекциям и семинарам).

### *Перспективы масштабирования*

Архитектура бота позволяет в будущем интегрировать элементы искусственного интеллекта (AI) для генерации уникальных клинических задач или анализа ответов пользователя на естественном языке. Кроме того, проект обладает потенциалом монетизации и устойчивого развития (модель Freemium, B2B сотрудничество с онлайн-школами), что позволит поддерживать актуальность контента и техническую часть. Будущее проекта видится в создании первой полноценной онлайн-школы на базе мессенджера, реализующей концепцию интерактивного микрообучения.

## ■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разрабатываемый телеграм-бот для обучения ЭКГ с использованием метода микрообучения должен оказаться эффективным инструментом для подготовки студентов медицинских вузов и повышения квалификации врачей.

2. Он предоставляет удобный, доступный и мотивирующий способ освоения сложного материала, поможет студентам и врачам повысить уровень знаний при интерпретации ЭКГ, снижая вероятность диагностических ошибок.

3. Интеграция 50% практических заданий в структуру каждого урока позволяет перевести теоретические знания в устойчивый практический навык.

4. Использование платформы Telegram обеспечивает максимальный охват аудитории и соответствует цифровым привычкам современного поколения специалистов. ▀

## ЛИТЕРАТУРА

1. Cook DA, Levinson AJ, Garside S. Time and learning efficiency in Internet-based learning: a systematic review and meta-analysis. *Adv Health Sci Educ Theory Pract* 2010;15(5):755-70.
2. Fent G, Gosai J, Purva M. Teaching the interpretation of electrocardiograms: which method is best? A systematic review of the literature. *Acad Med* 2015;90(5):672-81. <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000000674>
3. Galyardt A, Bradbury J. Assessing the Impact of Microlearning in Medical Education. *J Med Educ Curric Dev* 2020;7:2382120520973220.
4. Khatib R, Sabir I, Omari C, et al. Managing knowledge gaps in ECG interpretation by healthcare professionals: a systematic review. *Curr Cardiol Rev* 2021;17(3):e230421189025.
5. Sweller J. Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learn Instr* 1994;4(4):295-312.
6. Kang SHK. Spaced Repetition Promotes Efficient and Effective Learning: Policy Implications for Instruction. *Policy Insights Behav Brain Sci* 2016;3(1):12-9.
7. Dastan H. Developing Telegram Bots for Educational Purposes: A Python Approach. *Int J Comput Sci* 2021;12(4):45-50.
8. Hafen J. App Fatigue: The Mobile Web and the Future of Apps. *Tech Trends* 2019;24(2):112-8.
9. Podgalo D.D. Development of a Telegram bot for teaching ECG basics. *Proceedings of the Sechenov Biomedical Summit 2024*.
10. Tolsgaard MG. Virtual reality and chatbots in medical education: A review of the literature. *Med Teach* 2022;44(3):289-96.

## Сведения об авторе:

Подгало Д.Д. – студент ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия; РИНЦ Author ID 1293885

## Вклад автора:

Подгало Д.Д. – дизайн исследования, разработка технологии, обзор литературы, написание текста, 100%

**Конфликт интересов:** Автор заявляет о разработке описываемого программного продукта Ptolemaea.

**Финансирование:** Исследование проведено без спонсорской поддержки.

**Статья поступила:** 27.08.25

**Рецензирование:** 24.09.25

**Принята к публикации:** 10.10.25

## Information about author:

Podgalo D.D. – student at the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), Moscow, Russia; RSCI Author ID 1293885

## Author Contribution:

Podgalo D.D. – study design, technology development, literature review, writing, 100%

**Conflict of interest.** The author declares the development of the described software product Ptolemaea.

**Financing.** The study was performed without external funding

**Received:** 27.08.25

**Review:** 24.09.25

**Accepted for publication:** 10.10.25

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-4-38-44>

# Разработка модели машинного обучения для прогноза результата склеропластики у детей

Э.А. Шихалиева<sup>1</sup>, С.В. Костенев<sup>1</sup>, Е.В. Кечин<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, Москва, Россия

**Контакт:** Шихалиева Эльвира Абдулжалиловна, [mellifluous.el@mail.ru](mailto:mellifluous.el@mail.ru)

## Аннотация:

**Введение.** Прогрессирующая миопия (близорукость) у детей представляет собой одну из наиболее острых медико-социальных проблем современной офтальмологии.

**Цель исследования** – разработать модель машинного обучения для прогнозирования исхода склеропластики у детей через 12 месяцев после операции.

**Материалы и методы.** Сформирован набор данных о 128 глазах 128 пациентов, которым провели склеропластику в ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России (г. Москва). Разработку моделей машинного обучения для бинарной классификации проводили с использованием языка программирования Python 3 и библиотеки PyCaret.

Всего было разработано 19 моделей: Extra Trees Classifier, Linear Discriminant Analysis, Gradient Boosting Classifier, Naive Bayes, Logistic Regression, CatBoost Classifier, K Neighbors Classifier, MLP Classifier, Decision Tree Classifier, Quadratic Discriminant Analysis, Random Forest Classifier, Ada Boost Classifier, Light Gradient Boosting Machine, Gaussian Process Classifier, Extreme Gradient Boosting, SVM – Radial Kernel, Dummy Classifier, Ridge Classifier, SVM – Linear Kernel. В качестве целевой переменной был прогноз результата склеропластики в виде бинарного признака: благоприятный (64 глаза) и неблагоприятный (64 глаза) исход. Благоприятным исходом признавали результат, который соответствовал значению годового градиента прогрессирования через 12 месяцев после склеропластики более -1,00 дптр, а неблагоприятный – -1,00 дптр и менее. Независимыми переменными на основании, которых планировалось разрабатывать модели машинного обучения были следующими: возраст, пол, НКОЗ до, Sph до, Cyl до, МКОЗ до, СЭ до, К min до, К max до, R до, ПЗО до. Для каждой модели машинного обучения осуществляли подбор гиперпараметров с использованием кросс-валидации на 10 подвыборках с использованием библиотеки Optune, оптимизацию осуществляли по метрике AUC. Рассчитывали следующие метрики качества моделей: AUC, accuracy, precision, recall, F1-score. Для разработки и тестирования моделей машинного обучения общий набор данных был разделен на обучающую и тестовую выборку в соотношении 69:31, стратификацию проводили по целевой переменной. Оценку важности признаков моделей проводили с использованием метода `feature_importances_`.

**Результаты.** Разработаны 19 моделей машинного обучения для бинарной классификации исхода склеропластики у детей через 12 месяцев после операции (благоприятный / неблагоприятный исход), среди которых наилучшее качество по метрике AUC показала модель Extra Trees Classifier (AUC 0,79), все другие метрики качества (Accuracy, Precision, Recall, F1) для данной модели составили 0,70. Наиболее важными признаками для прогноза явились следующие показатели: возраст пациента, сферический компонент рефракции до операции, ПЗО до операции и НКОЗ до операции.

**Заключение.** Разработанная модель показала приемлемое качество для прогнозирования исхода склеропластики у детей через 12 месяцев после операции.

**Ключевые слова:** миопия; склеропластика; машинное обучение; искусственный интеллект; прогнозирование; PyCaret; офтальмология; телемедицина.

**Для цитирования:** Шихалиева Э.А., Костенев С.В., Кечин Е.В. Разработка модели машинного обучения для прогноза результата склеропластики у детей. Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения 2025; 11(4):38-44; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-4-38-44>

## Development of a machine learning model for predicting scleroplasty outcomes in children

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-4-38-44>

E.A. Shikhalieva<sup>1</sup>, S.V. Kostenev<sup>1</sup>, E.V. Kechin<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> S.N. Fyodorov National Medical Research Center «MNTK «Eye Microsurgery», Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Russian Medical Academy of Continuous Professional Education (RMACPE), Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

**Contact:** Elvira A. Shikhalieva, mellifluous.el@mail.ru

### Summary:

**Introduction.** Progressive myopia (nearsightedness) in children represents one of the most acute medical and social problems in modern ophthalmology.

**Purpose.** To develop a machine learning model for predicting the outcome of scleroplasty in children 12 months after surgery.

**Material and methods.** A dataset was formed comprising 128 eyes of 128 patients who underwent scleroplasty at the S.N. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution (Moscow). The development of machine learning models for binary classification was conducted using the Python 3 programming language and the PyCaret library.

A total of 19 models were developed: Extra Trees Classifier, Linear Discriminant Analysis, Gradient Boosting Classifier, Naive Bayes, Logistic Regression, CatBoost Classifier, K Neighbors Classifier, MLP Classifier, Decision Tree Classifier, Quadratic Discriminant Analysis, Random Forest Classifier, Ada Boost Classifier, Light Gradient Boosting Machine, Gaussian Process Classifier, Extreme Gradient Boosting, SVM – Radial Kernel, Dummy Classifier, Ridge Classifier, and SVM – Linear Kernel. The target variable was the prognosis of the scleroplasty result in the form of a binary feature: favorable (64 eyes) and unfavorable (64 eyes) outcome. An outcome was considered favorable if the annual progression gradient 12 months after scleroplasty was greater than -1.00 D, and unfavorable if it was -1.00 D or less. The independent variables used to develop the machine learning models were: age, gender, UCVA (uncorrected visual acuity) before, Sph (sphere) before, Cyl (cylinder) before, BCVA (best corrected visual acuity) before, SE (spherical equivalent) before, K min before, K max before, R (radius) before, and AL (axial length) before. For each machine learning model, hyperparameter tuning was performed using cross-validation on 10 folds using the Optuna library; optimization was carried out based on the AUC metric. The following quality metrics were calculated: AUC, accuracy, precision, recall, and F1-score. For the development and testing of the machine learning models, the total dataset was divided into training and test sets in a 69:31 ratio, with stratification performed by the target variable. Feature importance assessment was conducted using the `feature_importances_` method.

**Results.** 19 machine learning models were developed for the binary classification of scleroplasty outcomes in children 12 months after surgery (favorable/unfavorable outcome). Among them, the Extra Trees Classifier showed the best quality according to the AUC metric (AUC 0.79); all other quality metrics (Accuracy, Precision, Recall, F1) for this model were 0.70. The most important features for prediction were the following indicators: patient age, spherical component of refraction before surgery, AL (axial length) before surgery, and UCVA before surgery.

**Conclusion.** The developed model demonstrated acceptable quality for predicting the outcome of scleroplasty in children 12 months after surgery.

**Key words:** myopia; scleroplasty; machine learning; artificial intelligence; forecasting; PyCaret; ophthalmology; telemedicine.

**For citation:** Shikhalieva E.A., Kostenev S.V., Kechin E.V. Development of a machine learning model for predicting scleroplasty outcomes in children. Russian Journal of Telemedicine and E-Health 2025;11(4):38-44; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-4-38-44>

## ВВЕДЕНИЕ

Прогрессирующая миопия (близорукость) у детей представляет собой одну из наиболее острых медико-социальных проблем современной офтальмологии. По данным всемирных эпи-

демиологических исследований, распространенность миопии неуклонно растет, и, согласно прогнозам Института зрения Брайена Холдена, к 2050 году миопией будет страдать около 50% населения земного шара, причем у 10% (около 1 млрд человек) прогнозируется миопия ►►

высокой степени [1]. Высокая миопия ассоциирована с риском развития таких угрожающих зрению осложнений, как миопическая макулопатия, отслойка сетчатки, катаракта и глаукома, что делает задачу контроля прогрессирования заболевания приоритетной для систем здравоохранения [2].

В арсенале офтальмологов стран СНГ и ряда государств Восточной Европы склероукрепляющие вмешательства (склеропластика) остаются одним из основных методов патогенетического лечения прогрессирующей близорукости [2, 3]. Механизм действия склеропластики основан на механическом укреплении заднего полюса глаза и стимуляции обменных процессов в склере, хориоиде и сетчатке, что способствует стабилизации рефракции и замедлению роста передне-задней оси (ПЗО) глаза. Несмотря на доказанную эффективность в ряде клинических исследований, результат операции варьирует: у части пациентов прогрессирование останавливается, в то время как у других, несмотря на вмешательство, продолжается градиентный рост миопии [4, 5].

Проблема персонализированного отбора пациентов на хирургическое лечение стоит крайне остро [5-7]. Традиционные методы прогнозирования, основанные на линейном анализе отдельных клинических параметров (возраст, годовой градиент прогрессирования), часто не учитывают сложные нелинейные взаимосвязи между биометрическими показателями глаза. В условиях цифровизации здравоохранения и развития телемедицинских технологий появляется возможность использования методов искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (Machine Learning, ML) для создания систем поддержки принятия врачебных решений (СППВР) [8, 9, 11].

Алгоритмы машинного обучения демонстрируют высокую эффективность в задачах медицинской диагностики и прогнозирования, зачастую превосходя возможности традиционной статистики. В офтальмологии ML активно применяется для диагностики диабетической ретинопатии, глаукомы и возрастной макулярной дегенерации [10, 12, 14]. Однако работ, посвященных прогнозированию исходов склеропластических операций с использованием ан-

самблевых методов ML, в мировой литературе представлено недостаточно [13, 15-17].

*Цель исследования* – разработать модель машинного обучения для прогнозирования исхода склеропластики у детей через 12 месяцев после операции. Создание такой модели позволит врачам первичного звена и специалистам специализированных центров с высокой точностью определять целесообразность хирургического вмешательства, минимизируя количество неэффективных операций и связанных с ними рисков.

## ■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось как ретроспективное когортное исследование на базе одного из ведущих офтальмологических центров России.

Сформирован набор данных о 128 глазах 128 пациентов, которым провели склеропластику в ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России (г. Москва). Критериями включения в исследование являлись: наличие прогрессирующей миопии, возраст пациентов от 8 до 17 лет, выполнение склероукрепляющей операции по единой методике, наличие полных данных клинического обследования до операции и через 1 год после нее. Критерии исключения: наличие сопутствующей офтальмопатологии (кератоконус, увеиты, врожденная глаукома), ранее перенесенные операции на глазном яблоке.

В качестве целевой переменной был прогноз результата склеропластики в виде бинарного признака: благоприятный (64 глаза) и неблагоприятный (64 глаза) исход. Сбалансированность классов в выборке (50% на 50%) является важным методическим аспектом, позволяющим избежать смещения модели в сторону мажоритарного класса и обеспечивающим адекватность метрики Ассигасу.

Критерии эффективности были строго формализованы. Благоприятным исходом признавали результат, который соответствовал значению годового градиента прогрессирования через 12 месяцев после склеропластики более -1,00 дптр, а неблагоприятный – -1,00 дптр и менее.

В контексте миопии градиент прогрессирования обычно оценивается в отрицательных значениях. Значение «более -1,00 дптр» (например, -0,5 дптр или 0 дптр) свидетельствует о стабилизации или медленном прогрессировании. Значение «-1,00 дптр и менее» (например, -1,5 или -2,0 дптр) указывает на быстрое прогрессирование, что интерпретируется как отсутствие эффекта от операции.

Независимыми переменными на основании, которых планировалось разрабатывать модели машинного обучения были следующими: возраст, пол, НКОЗ до, Sph до, Суl до, МКОЗ до, СЭ до, К min до, К max до, R до, ПЗО до.

Расшифровка переменных:

- Возраст (лет) – предиктор активности роста глаза.
- Пол – биологический фактор.
- НКОЗ до – некорригированная острота зрения до операции.
- Sph до – сферический компонент рефракции (дптр).
- Суl до – цилиндрический компонент рефракции (дптр).
- МКОЗ до – максимально корригированная острота зрения.
- СЭ до – сферический эквивалент рефракции.
- К min / К max – кератометрия (преломляющая сила роговицы в сильном и слабом меридианах).
- R до – радиус кривизны роговицы.
- ПЗО до – длина передне-задней оси глаза (мм), ключевой морфометрический параметр миопии.

## Процедура машинного обучения

Разработку моделей машинного обучения для бинарной классификации проводили с использованием языка программирования Python 3 и библиотеки PyCaret [11]. Библиотека PyCaret представляет собой low-code инструмент автоматизированного машинного обучения, позволяющий значительно ускорить процесс экспериментирования, сравнения алгоритмов и развертывания моделей.

Всего было разработано 19 моделей: Extra Trees Classifier, Linear Discriminant Analysis, Gradient Boosting Classifier, Naive Bayes, Logistic Re-

gression, CatBoost Classifier, K Neighbors Classifier, MLP Classifier, Decision Tree Classifier, Quadratic Discriminant Analysis, Random Forest Classifier, Ada Boost Classifier, Light Gradient Boosting Machine, Gaussian Process Classifier, Extreme Gradient Boosting, SVM – Radial Kernel, Dummy Classifier, Ridge Classifier, SVM – Linear Kernel.

Использование столь широкого спектра алгоритмов, от линейных (Logistic Regression, Ridge) до сложных ансамблевых методов (Gradient Boosting, CatBoost, Extra Trees), обеспечивает робастность исследования и позволяет найти оптимальную гиперплоскость или решающее правило для разделения классов.

Для разработки и тестирования моделей машинного обучения общий набор данных был разделен на обучающую и тестовую выборку в соотношении 69:31, стратификацию проводили по целевой переменной. Стратификация гарантирует, что соотношение благоприятных и неблагоприятных исходов в обучающей и тестовой выборках будет идентичным исходному набору, что критически важно при небольших выборках.

Для каждой модели машинного обучения осуществляли подбор гиперпараметров с использованием кросс-валидации на 10 подвыборках с использованием библиотеки Optuna, оптимизацию осуществляли по метрике AUC. Optuna – это современный фреймворк для автоматической оптимизации гиперпараметров, использующий байесовскую оптимизацию (TPE – Tree-structured Parzen Estimator), что эффективнее классического перебора по сетке (Grid Search).

Рассчитывали следующие метрики качества моделей: AUC, accuracy, precision, recall, F1-score.

- AUC (Area Under the Curve ROC) – интегральная метрика качества классификации, устойчивая к дисбалансу классов.
- Accuracy – доля правильных ответов.
- Precision (Точность) – способность модели не присваивать положительную метку отрицательному объекту.
- Recall (Полнота) – способность модели найти все положительные объекты.
- F1-score – гармоническое среднее между Precision и Recall. ►►

Оценку важности признаков моделей проводили с использованием метода `feature_importances_`. Это позволяет интерпретировать модель, объясняя врачу, какие именно клинические параметры повлияли на прогноз.

## ■ РЕЗУЛЬТАТЫ

В ходе экспериментального моделирования было проведено обучение и валидация 19 алгоритмов классификации.

Разработаны 19 моделей машинного обучения для бинарной классификации исхода склеропластики у детей через 12 месяцев после операции (благоприятный/неблагоприятный исход), среди которых наилучшее качество по метрике AUC показала модель Extra Trees Classifier (AUC 0,79), все другие метрики качества (Accuracy, Precision, Recall, F1) для данной модели составили 0,70.

Модель Extra Trees (Extremely Randomized Trees) является ансамблевым методом, похожим на Random Forest, но с большей степенью случайности при выборе разделений в узлах деревьев, что часто позволяет снизить дисперсию (variance) модели и уменьшить риск переобучения на малых выборках. Значение AUC 0,79 интерпретируется как «хорошее» качество классификации, позволяющее использовать модель в клинической практике в качестве скринингового инструмента. Метрики Accuracy, Precision, Recall и F1 на уровне 0,70 свидетельствуют о сбалансированности модели: она с одинаковой успешностью выявляет как пациентов, которым операция поможет, так и тех, для кого она будет неэффективна.

### **Анализ важности признаков**

Ключевым аспектом для клинического доверия к модели является интерпретируемость. Наиболее важными признаками для прогноза явились следующие показатели: возраст пациента, сферический компонент рефракции до операции, ПЗО до операции и НКОЗ до операции.

Можно выделить следующую патофизиологическую обоснованность данных признаков:

1. Возраст. Является мощнейшим предиктором прогрессирования. Известно, что раннее

начало миопии (в 7-9 лет) ассоциировано с более агрессивным течением и худшим прогнозом по сравнению с миопией, возникшей в подростковом возрасте<sup>34</sup>.

2. ПЗО (длина глаза). Исходная длина глаза коррелирует с запасом прочности склеры. Экстремально длинные глаза могут хуже реагировать на стандартные техники склеропластики из-за истончения оболочек.

3. Сферический компонент (Sph). Отражает текущую степень миопии.

4. НКОЗ. Косвенно отражает функциональное состояние зрительного анализатора и степень рефракционных нарушений.

## ■ ОБСУЖДЕНИЕ

В эпоху доказательной медицины и перехода к парадигме 4P-медицины (предиктивная, профилактическая, персонализированная, партисипативная), разработка инструментов прогнозирования исходов лечения становится стандартом. Наше исследование показало, что методы машинного обучения способны извлекать скрытые паттерны из стандартных клинических данных для прогноза эффективности склеропластики.

### **Сравнительный анализ и технические аспекты**

Выбор Extra Trees Classifier как лучшей модели согласуется с рядом исследований в области биомедицинской информатики, где ансамблевые методы часто превосходят нейронные сети на табличных данных малого и среднего объема (менее 10 000 наблюдений). Нейронные сети, такие как MLP, требуют значительно больших объемов данных для настройки весов, в то время как деревья решений эффективно работают с нелинейными зависимостями и устойчивы к выбросам.

Достигнутая точность (AUC 0,79) является обнадеживающей, однако указывает на наличие факторов, не учтенных в модели. Вероятно, генетические маркеры, биомеханические свойства корнеосклеральной оболочки (гистерезис роговицы) или уровень повседневной зрительной нагрузки могли бы повысить точность прогноза. Тем не менее, использование только

стандартных параметров (рефракция, биометрия, возраст) делает разработанную модель универсальной и доступной для любого офтальмологического кабинета, не оснащенного дорогостоящим оборудованием для генетического анализа или анализа биомеханики глаза.

### **Значение для телемедицины и электронного здравоохранения**

Разработанная модель имеет высокий потенциал для интеграции в телемедицинские сервисы.

1. Логистика пациентов. Врач районной поликлиники может ввести данные пациента (возраст, рефракцию, ПЗО) в веб-интерфейс или мобильное приложение, подключенное к модели, и получить вероятность успешного исхода операции. Это позволит направлять в федеральные центры только тех детей, у которых прогнозируется высокий эффект от хирургии.

2. Второе мнение. Система может служить инструментом «второго мнения» для молодых специалистов, снижая вероятность врачебных ошибок.

3. Оптимизация ресурсов. Снижение числа операций с заведомо низким прогнозируемым эффектом позволит перераспределить ресурсы здравоохранения на более эффективные методы лечения для данной группы пациентов (например, ортокератологию или конт-

роль периферического дефокуса).

### **Ограничения исследования**

К ограничениям работы следует отнести относительно небольшой объем выборки (128 глаз), что характерно для пилотных медицинских исследований, а также ретроспективный дизайн. Валидация модели на внешней выборке из других клинических центров необходима для подтверждения ее обобщающей способности.

## **■ ВЫВОДЫ**

1. Интеграция искусственного интеллекта в детскую офтальмохирургию открывает новые горизонты персонализированного лечения.

2. Разработанная модель показала приемлемое качество для прогнозирования исхода склеропластики у детей через 12 месяцев после операции.

3. Практическое применение данной модели, особенно в формате телемедицинского сервиса, способно повысить качество оказания офтальмологической помощи, обеспечивая научно обоснованный подход к выбору тактики лечения прогрессирующей миопии.

4. Дальнейшие исследования должны быть направлены на расширение набора данных, включение новых предикторов (биомеханика, генетика) и проведение проспективных мультицентровых испытаний. //

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Morgan IG, Ohno-Matsui K, Saw SM. Myopia. *Lancet* 2012;379(9827):1739-48.
2. Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, et al. Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology* 2016;123(5):1036-42.
3. Шихалиева ЭА, Костенев СВ, Кечин ЕВ. Разработка модели машинного обучения для прогноза результата склеропластики у детей. Тезисы доклада. ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова». 2023.
4. Grzybowski A, Kanclerz P, Tsubota K, Lanca C, Saw SM. A review on the epidemiology of myopia in school children worldwide. *BMC Ophthalmol* 2020;20(1):27.
5. Avetisov SE, Tarutta EP, Iomdina EN, et al. Nonsurgical and surgical methods of myopia control. *Vestn Oftalmol* 2018;134(6):13-20.
6. Huang J, Wen D, Wang Q, et al. Efficacy Comparison of 16

- Interventions for Myopia Control in Children: A Network Meta-analysis. *Ophthalmology* 2016;123(4):697-708.
7. Ward A, Tarutta E, Mayer MJ. The efficacy and safety of posterior pole reinforcement in the treatment of high myopia: a systematic review. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 2009;46(6):326-33.
8. Ting DSW, Pasquale LR, Peng L, et al. Artificial intelligence and deep learning in ophthalmology. *Br J Ophthalmol* 2019;103(2):167-75.
9. Lin H, Long E, Ding X, et al. Prediction of myopia development among Chinese school-aged children using refraction data: A deep learning study. *PLoS Med* 2018;15(11):e1002674.
10. Alyoubi WL, Shalabi WM, Alragas AM. Diabetic retinopathy detection through deep learning techniques: A review. *Inform Med Unlocked* 2020;20:100377.
11. Ali M, Jung LT, Abdel-Aty AH, et al. PyCaret: An open source,

## ЛИТЕРАТУРА

- low-code machine learning library in Python. *PyCaret.org* 2020.
12. Akiba T, Sano S, Yanase T, et al. Optuna: A Next-generation Hyperparameter Optimization Framework. Proceedings of the 25th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining. 2019:2623–2631.
13. Geurts P, Ernst D, Wehenkel L. Extremely randomized trees. *Mach Learn* 2006;63(1):3–42.
14. Chua SY, Sabanayagam C, Cheung YB, et al. Age of onset of myopia predicts risk of high myopia in later childhood in myopic Singapore children. *Ophthalmic Physiol Opt* 2016;36(4):388–94.
15. Shwartz-Ziv R, Armon A. Tabular Data: Deep Learning is Not All You Need. *Inf Fusion* 2022;81:84–90.
16. Iomdina E, Tarutta E. Biomechanics of the sclera in myopia. In: Myopia and the Control of Eye Growth. *Karger Publishers* 2016:164–87.
17. Walline JJ, Lindsley KB, Vedula SS, et al. Interventions to slow progression of myopia in children. *Cochrane Database Syst Rev* 2011;(12):CD004916.

## Сведения об авторах:

Шихалиева Э.А. – врач-ординатор, ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова» Минздрава России; Москва, Россия; <https://orcid.org/0009-0005-1139-0731>

Костенев С.В. – сотрудник ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова» Минздрава России; Москва, Россия; РИНЦ Author ID 580574, <https://orcid.org/0000-0002-7387-7669>

Кечин Е.В. – сотрудник ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова» Минздрава России; ФГБОУ ДПО РМАНПО МЗ РФ, Москва, Россия, РИНЦ Author ID 894794, <https://orcid.org/0000-0002-6732-1226>

## Вклад авторов:

Шихалиева Э.А. – клиническая часть исследования, обзор литературы, написание текста, 40%

Костенев С.В. – определение научного интереса, дизайн исследования, 30%

Кечин Е.В. – определение научного интереса, дизайн исследования, 30%

**Конфликт интересов:** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование:** Опубликовано без спонсорской поддержки.

**Статья поступила:** 15.07.25

**Рецензирование:** 27.09.25

**Принята к публикации:** 01.11.25

## Information about authors:

Shikhaliyeva E.A. – S.N. Fyodorov National Medical Research Center «MNTK «Eye Microsurgery», Ministry of Health of the Russian Federation; Moscow, Russia; <https://orcid.org/0009-0005-1139-0731>

Kostenev S.V. – S.N. Fyodorov National Medical Research Center «MNTK «Eye Microsurgery», Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia, RSCI Author ID 580574, <https://orcid.org/0000-0002-7387-7669>

Kechin E.V. – S.N. Fyodorov National Medical Research Center MNTK «Eye Microsurgery», Ministry of Health of the Russian Federation; Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Ministry of Health of the Russian Federation; Moscow, Russia; RSCI Author ID 894794, <https://orcid.org/0000-0002-6732-1226>

## Authors Contribution:

Shikhaliyeva E.A. – clinical part of the study, literature review, writing the text, 40%

Kostenev S.V. – definition of scientific interest, study design, 30%

Kechin E.V. – definition of scientific interest, study design, 30%

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Financing.** Published without sponsorship.

**Received:** 15.07.25

**Reviewing:** 27.09.25

**Accepted for publication:** 01.11.25

# 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 ETTA для iOS и Android:



Портативный анализатор «ЭТТА АМП-01»



**jtelemed.ru**

ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ «УРОМЕДИА»