

# ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ПИЛОТНОГО ПРОЕКТА «ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ» В РАБОТЕ УЧАСТКОВОГО ТЕРАПЕВТА НА ТЕРРИТОРИИ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА: ПИЛОТНОЕ ОДНОМОМЕНТНОЕ СКРИНИНГОВОЕ ОБСЕРВАЦИОННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Е. В. Жданова, Е. В. Рубцова\*

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Тюменский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
ул. Одесская, д. 54, г. Тюмень, 625023, Россия*

## АННОТАЦИЯ

**Введение.** Раннее выявление факторов риска (ФР) сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) имеет важнейшее значение для профилактики возникновения ССЗ и развития их осложнений. Для выявления факторов риска ССЗ можно использовать системы искусственного интеллекта (ИИ), способные к обучению, обобщению и выводу. ИИ за короткий срок обрабатывает огромные массивы данных и выдает готовую информацию.

**Цель исследования** — оценить эффективность использования программы ИИ для выявления факторов риска ССЗ у пациентов в практике участкового врача-терапевта.

**Методы.** В исследование включены данные 1778 электронных амбулаторных карт пациентов старше 18 лет, прикрепленных к одному участку амбулаторного-поликлинического отделения государственного бюджетного учреждения здравоохранения Ямало-Ненецкого автономного округа «Муравленковская городская больница». Исследование проведено в четыре этапа. Первым этапом выполнено предварительное «обучение» программы «Искусственный интеллект» многочисленными шкалами оценки риска ССЗ. Платформой для ее работы явилась программа прогнозной аналитики и управления рисками Webiomed (компания «К-Скай», Россия). Второй этап: анализ медицинской информации для выявления факторов риска ССЗ по шкале относительного риска для пациентов младше 40 лет и шкалы SCORE для пациентов старше 40 лет. Третий этап: специалист проанализировал имеющуюся ранее и полученную новую информацию о каждом пациенте. По результатам третьего этапа исследования были сформированы 4 группы риска ССЗ (низкий, средний, высокий и очень высокий). Четвертым этапом впервые выявленные пациенты с высоким риском ССЗ, ранее не состоявшие на диспансерном учете, направлены на дополнительное клинико-лабораторное и инструментальное дообследование, консультации специалистов. Получены статистические данные в абсолютном и процентном отношениях. Статистическая обработка результатов осуществлена компьютерной программой системы поддержки принятия врачебных решений. Визуализация контента осуществлялась в электронных таблицах и диаграммах.

**Результаты.** На основании выявленных данных ИИ разделил всех пациентов на группы риска по ССЗ, а также указал на неучтенные факторы. ИИ подтвердил очень высокий и высокий риск ССЗ по SCORE (Systematic Coronary Risk Evaluation) у 623 человек,

которые уже состояли на диспансерном учете у терапевта, кардиолога и получали соответствующую терапию. ФР, которые ранее не были учтены при постановке диагноза, были зафиксированы у 41 (11,5%) пациента из группы очень высокого риска и 37 (12,7%) пациентов с высоким риском. Система ИИ впервые выявила высокий риск ССЗ у 29 человек, который ранее не наблюдался участковым терапевтом и другими узкими специалистами по причине редкого обращения в медицинские учреждения. Эти пациенты были обнаружены системой ИИ по результатам периодических и предварительных медицинских осмотров (35%), после курса терапии других заболеваний в условиях круглосуточного стационара (31%), при обращении к узким специалистам (17%), при оформлении медицинского заключения на вождение транспортного средства (12%), при получении справки в бассейн (3%) или на оружие (2%). Среди впервые выявленных пациентов с высоким риском ССЗ основную группу составили мужчины — 24 человека (82%) и только 5 женщин (8%). Все эти лица были трудоспособного возраста от 40 до 50 лет. С целью подтверждения полученной информации врачом-куратором впоследствии назначено дообследование пациентов, в результате которого только у 1 человека (3%) была исключена соматическая патология.

**Заключение.** Эффективность использования программы ИИ составила 97%. Постоянный мониторинг всех параметров электронных историй болезни и амбулаторных карт в короткое время позволяет выявить наличие ФР при любом обращении человека в медицинское учреждение (профилактические и периодические медицинские осмотры, плановая диспансеризация, обращение к узким специалистам и т.д.) и формировать группы риска по ССЗ. Данный мониторинг дает возможность эффективного медицинского контроля за трудоспособным контингентом.

**Ключевые слова:** факторы риска, группы риска, сердечно-сосудистые заболевания, искусственный интеллект в медицине, профилактика сердечно-сосудистых заболеваний

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

**Для цитирования:** Жданова Е.В., Рубцова Е.В. Опыт внедрения пилотного проекта «Искусственный интеллект» в работе участкового терапевта на территории Ямало-Ненецкого автономного округа: пилотное одномоментное скрининговое обсервационное исследование. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2022; 29(4): 14–31. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2022-29-4-14-31>

*Поступила 12.07.2021*

*Принята после доработки 20.05.2022*

*Опубликована 29.08.2022*

# IMPLEMENTING AN ARTIFICIAL INTELLIGENCE SYSTEM IN THE WORK OF GENERAL PRACTITIONER IN THE YAMALO-NENETS AUTONOMOUS OKRUG: PILOT CROSS-SECTIONAL SCREENING OBSERVATIONAL STUDY

Ekaterina V. Zhdanova, Elena V. Rubtsova\*

*Tyumen State Medical University, Ministry of Healthcare of the Russian Federation  
Odesskaya str., 54, Tyumen, 625023, Russia*

## ABSTRACT

**Background.** Early identification of risk factors (RF) associated with cardiovascular diseases (CVD) is essential for the prevention of CVDs and their complications. CVD risk factors can be identified using Artificial Intelligence (AI) systems, which are capable of learning, analyzing and drawing conclusions. The advantage of AI systems consists in their capacity to process large amounts of data over a short period of time and produce ready-made information.

**Objectives.** Evaluation of the efficiency of implementing an AI software application by a general practitioner for identifying CVD risk factors.

**Methods.** The study included data from 1778 electronic medical histories of patients aged over 18, assigned to an outpatient and polyclinic department of Muravlenkovskaya Gorodskaya Bolnitsa (Muravlenko municipal hospital), Yamalo-Nenets Autonomous Okrug (Russia). The study was conducted in four stages. The first stage involved a preliminary training of the Artificial Intelligence (AI) system under study using numerous CVD risk assessment scales. The Webiomed predictive analytics and risk management software by K-SkAI, Russia, was selected as a platform for this purpose. The second stage included an analysis of medical data to identify CVD risk factors according to the relative risk scale for patients under 40 and the SCORE scale for patients over 40. At the third stage, a specialist analyzed the previous and new information received about each patient. According to the results of the third stage, four risk groups for CVD (low, medium, high and very high) were formed. At the fourth stage, newly diagnosed patients with a high risk of CVD, who had not been previously subject to regular medical check-up, were directed for additional clinical, laboratory and instrumental follow-up examination and consultations of relevant specialists. Statistical data in absolute terms and as a percentage were obtained. Statistical processing of the results was carried out by a computer program aimed at medical decision support. Content visualization was performed in spreadsheets and charts.

**Results.** Based on the data obtained, the AI system under study divided all patients into CVD risk groups and identified uncounted factors. The AI system confirmed a high and very high risk of CVD according to SCORE (Systematic COronary Risk Evaluation) in 623 people, who were already receiving appropriate cardiological assistance. The RFs that had not previously been taken into account in the diagnosis were recorded in 41 (11.5%) patients from the very high-risk group and in 37 (12.7%) high-risk patients. The AI system identified a high risk of CVD in 29 people who had not been previously under care of a general practitioner or other specialists due to their infrequent visits to health care facilities. These patients were detected by the AI system following periodic and preliminary medical check-ups (35%), full in-patient treatment for other diseases (31%), when seeking help of other specialists (17%), as well as when obtaining a medical certificate for a driving license (12%), admission to a swimming pool (3%) or possessing a weapon (2%). In a group with the newly diagnosed patients at a high risk of CVD, men dominated (24 persons, 82%) and women comprised only 8% (5 persons). All these people were of working age between 40 and 50. In order to confirm the information received, the supervising physician subsequently referred patients for a follow-up examination, as a result of which only 1 person (3%) was not diagnosed with a somatic pathology.

**Conclusion.** The efficiency of the AI system under study comprised 97%. Permanent monitoring of all parameters of electronic medical histories and outpatient records is an efficient method for timely identification of RF at any visit of a person to a health care facility (preventive and periodic medical examinations, regular check-ups, specialist consultations, etc.) and their assignment to respective CVD risk groups. Such monitoring ensures an effective medical supervision of able-bodied populations.

**Keywords:** risk factors, risk groups, cardiovascular diseases, artificial intelligence in medicine, prevention of cardiovascular diseases, hfnm

**Conflict of interest:** the authors declare no conflict of interest.

**For citation:** Zhdanova E.V., Rubtsova E.V. Implementing an Artificial Intelligence System in the Work of General Practitioner in the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug: Pilot Cross-sectional Screening Observational Study. *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2022; 29(4): 14–31. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2022-29-4-14-31>

Received 12.07.2021

Adopted after revision 20.05.2022

Published 29.08.2022

## ВВЕДЕНИЕ

Разработка и внедрение технологий искусственного интеллекта (ИИ) сегодня является приоритетной задачей для многих стран мира [1, 2]. Рост интереса к ИИ обусловлен сразу несколькими трендами: появление мощных графических процессоров и рост вычислительной мощности современных компьютеров, развитие облачных вычислений, взрывной рост больших баз данных. Эти технологии дали возможность выполнять автоматизированное машинное обучение с высокой точностью получаемых моделей, что, в свою очередь, открыло многочисленные примеры успешной автоматизации процессов и перспектив цифровой трансформации с возможностью сокращения затрат на здравоохранение.

В России цифровая трансформация здравоохранения определена как одна из ключевых задач и производится в рамках Национального проекта «Здравоохранение». Утвержденная Указом Президента России № 490 от 10.10.2019 г. Национальная стратегия развития искусственного интеллекта (ИИ) в Российской Федерации (РФ) на период до 2030 г. направлена на становление РФ как одной из стран-лидеров в области ИИ. Главное отличие систем ИИ от простых автоматизированных алгоритмов заключается в его способности к обучению, он анализирует большие объемы информации и делает выводы в достаточно короткие временные промежутки. В настоящее время есть результаты успешного использования ИИ для диагностики онкологических заболеваний [3–5]. ИИ осуществляет предварительную обработку снимков, сегментацию изображений для выделения исследуемых объектов диагностики и классификацию этих объектов для дифференцировки

злокачественных или доброкачественных новообразований. Анализ мониторинга различных параметров жизнедеятельности пациентов, находящихся в отделениях интенсивной терапии, позволяет оценить прогноз и скорректировать лечебную тактику [6, 7].

В настоящее время в нашей стране назрела необходимость использования инновационных технологий и в кардиологии, так как распространенность сердечно-сосудистой патологии (ССП) как основной причины смертности в РФ растет с каждым годом, как и во всем мире в целом [8, 9]. Согласно данным официальной статистики около 40% людей в России умирают в активном трудоспособном возрасте (25–64 года)<sup>1</sup> [10, 11]. Существующие методы лечения заболеваний сердца и сосудов (медикаментозные, эндоваскулярные и хирургические) не приводят к полному излечению. Смертность мужчин трудоспособного возраста от ишемической болезни сердца (ИБС) в России выше [11], чем, например, во Франции, более чем в 10 раз [4, 6]. Основная причина высоких показателей смертности — это низкая выявляемость заболеваний на ранних стадиях, низкая приверженность пациентов к выполнению врачебных рекомендаций по профилактике ССЗ. Что касается многих клинических общемировых рекомендаций, то в них есть четкое понимание последовательности действия врача, которое направлено на оценку объективных данных, выявление ФР у конкретного пациента и только затем решение вопроса по снижению риска ССЗ [12, 13].

Для выполнения данных рекомендаций в России пока существуют барьеры, которые сводят практически на нет полное соблюдение этих правил. Во-первых, в настоящее время для оценки

<sup>1</sup> Демографический ежегодник России. 2017: Стат. сб. Под ред. Г.К. Оксенойт. М.: Росстат. 2017. 263 с.

сердечно-сосудистого риска существует более 40 шкал, использование даже нескольких из них во время приема пациента участковым врачом-терапевтом невозможно. Тем более врач в сегодняшнее время — это перезагруженный специалист. У 70% врачей объем нагрузки увеличился без роста численности персонала. 50% опрошенных врачей жалуются на увеличение объема работы, которое не связано с лечением пациентов [14, 15]. Полноценно оценить риск ССЗ во время рутинного, пятнадцатиминутного, а зачастую и более короткого приема обратившегося за медицинской помощью пациента у врача нет даже физической возможности. Он тратит колоссальное время на оформление документации. Таким образом, бумажная работа занимает до 80% от всего времени приема пациента [16, 17].

Для предотвращения развития ССП, ее негативных последствий и для улучшения общего прогноза здоровья путем раннего выявления и коррекции факторов риска ССЗ может быть использован ИИ [18–20]. Система «Искусственный интеллект» (ИИ)<sup>2</sup> была разработана в рамках федеральных проектов «Развитие сети национальных медицинских исследовательских центров и внедрение инновационных медицинских технологий» и «Создание единого цифрового контура в здравоохранении на основе единой государственной информационной системы здравоохранения (ЕГИСЗ)» для повышения эффективности донозологической диагностики, первичной и вторичной профилактики ССЗ.

Разработчиком первого пилотного проекта в России системы ИИ является платформа прогнозной аналитики и управления рисками Webiomed, компания «К-Скай» (система поддержки принятия врачебных решений (СППВР) Webiomed). Инновационный центр «Сколково», Сколковский институт науки и техники, (2019). Проект зарегистрирован Росздравнадзором как программное медицинское изделие<sup>3</sup>. СППВР Webiomed ИИ — облачная система, способная интегрировать все медицинские информационные системы города, включающая электронные карты амбулаторного пациента, истории болезни всех стационарных отделений, а также все данные клинико-диагностических подразделений городской больницы. Затем происходит обработка обезличенной медицинской информации, получаемой при любом посещении пациентом ЛПУ. Система получает сведения из медицинских электронных карт в автоматическом режиме, включая неструктурированные данные, анализи-

рует электронные карты методами ИИ (электронные аналитические системы и машинное обучение). Программа самостоятельно проводит анализ данных о состоянии здоровья пациентов, применяя различные методы анализа, включая внесенные в нее многочисленные шкалы оценки риска и методы искусственного интеллекта, использует два подхода в обработке данных: алгоритмический и нейронные сети, что позволяет обработать большие объемы информации в быстром режиме [23, 24]. Полученную информацию ИИ направляет врачу-куратору пилотного проекта. После сравнения имеющихся ранее данных и полученной новой информации по каждому пациенту специалист дает обратную связь ИИ. Автоматически проанализировав электронную медицинскую карту пациента, система отправляет пакет деперсонифицированных данных в Webiomed через открытые API (application programming interface) системы. На основании обработанной информации система выявляет факторы риска ССЗ, автоматически разделяя пациентов на группы, делает предположение о наличии тех или иных заболеваний и общую оценку рисков каждого пациента по укрупненным нозологическим группам [21–23].

**Цель исследования** — оценка эффективности использования программы ИИ в выявлении факторов риска ССЗ у пациентов в практике участкового врача-терапевта.

## МЕТОДЫ

### Дизайн исследования

Было проведено пилотное одномоментное скрининговое обсервационное исследование 1778 взрослых людей в возрасте старше 18 лет, прикрепленных к одному терапевтическому участку лечебно-профилактического учреждения.

### Условия проведения исследования

Анализ полученных данных проводился на базе амбулаторно-поликлинического отделения государственного бюджетного учреждения здравоохранения Ямало-Ненецкого автономного округа «Муравленковская городская больница» (ГБУЗ ЯНАО «Муравленковская ГБ»). Настоящее исследование проводилось с февраля по май 2019 года.

### Критерии соответствия

#### Критерии включения

Основным критерием включения пациентов в изучаемую группу выступал факт прикрепления взрослых людей к одному терапевтическому

<sup>2</sup> Платформа предиктивной аналитики и управления рисками в здравоохранении на основе машинного обучения. Available: [https://files.sk.ru/navigator/company\\_files/1122678/1595485799\\_Webiomed.pdf](https://files.sk.ru/navigator/company_files/1122678/1595485799_Webiomed.pdf)

<sup>3</sup> Платформа прогнозной аналитики и управления рисками в здравоохранении на основе машинного обучения Webiomed. Available: <https://leader.orgzdrav.com/storage/app/uploads/public/626/534/bb9/626534bb93cd8859825910.pdf>

участку лечебно-профилактического учреждения (ЛПУ) города. Наличие электронной амбулаторной карты; возраст старше 18 лет; наличие информированного добровольного согласия.

### **Критерии не включения**

Критерии не включения: возраст моложе 18 лет.

### **Описание критериев соответствия (диагностические критерии)**

С использованием программы ИИ анализировали сведения из электронной амбулаторной карты и историй болезни, заносимые при любом обращении пациента за медицинской помощью в ЛПУ в течение последних двух лет. ИИ извлекал из компьютерной сети информацию о предполагаемых факторах риска ССЗ: данные анамнеза (гиподинамия, табакокурение, злоупотребление алкоголем, отягощенный наследственный анамнез по ССЗ и СД); клинически подтвержденные ССЗ (перенесенный инфаркт миокарда (ИМ) или острый коронарный синдром (ОКС), операции реваскуляризации коронарных и других артерий, мозговой инсульт или транзиторная ишемическая атака, аневризма аорты, заболевания периферических артерий, хроническая сердечная недостаточность); данные физикального осмотра с измерением антропометрических и клинических параметров; данные стандартных общеклинических анализов крови и мочи, биохимического профиля (уровень глюкозы и показатели липидограммы (общий холестерин, ЛПВП, ЛПНП, триглицериды)).

### **Подбор участников в группы**

Выборка участников исследования формировалась сплошным методом на основании анализа амбулаторных карт в соответствии с заданными критериями.

### **Целевые показатели исследования**

#### **Основной показатель исследования**

Основной конечной точкой исследования являлось определение с использованием программы ИИ статистически значимых результатов калькуляции оценки риска сердечно-сосудистых событий в течение ближайших 10 лет с помощью шкалы SCORE (Systematic Coronary Risk Evaluation) у пациентов старше 40 лет. Для людей младше 40 лет использовалась шкала относительного риска. По полученной ИИ информации о выявленных факторах риска врачом-куратором проводилась сверка с имеющейся ранее медицинской информацией по каждому из пациентов.

#### **Дополнительные показатели исследования**

При впервые выявленном факторе риска ССЗ пациенту дополнительно проводилось инстру-

ментальное исследование (Эхо КГ, УЗИ сосудов нижних конечностей) с последующей консультацией узких специалистов.

### **Методы измерения целевых показателей**

Первым этапом выполнено предварительное обучение программы «Искусственный интеллект» с использованием шкал оценки риска ССЗ (SCORE (Systematic Coronary Risk Evaluation)). Платформой для ее работы явилась программа прогнозной аналитики и управления рисками Webiomed, компания «К-Скай» (система поддержки принятия врачебных решений (СППВР) Webiomed). Инновационный центр «Сколково», Сколковский институт науки и техники (2019).

Вторым этапом ИИ проанализировал всю медицинскую информацию о пациенте, заносимую при любом его обращении в ЛПУ в течение последних двух лет. Извлечение из компьютерной сети данных о предполагаемых факторах риска ССЗ, интеграция, обработка обезличенной медицинской информации и отправка пакета деперсонифицированных данных в Webiomed через открытые API (application programming interface) системы врачу-куратору пилотного проекта проводились в автоматическом режиме двумя подходами: алгоритмический и нейронные сети, что позволило обработать большие объемы информации в быстром режиме.

У каждого пациента производилась выверка критериев риска сердечно-сосудистых событий с помощью шкалы SCORE (Systematic COronary Risk Evaluation) и шкал относительного риска. Обследование проводилось в соответствии с Российскими рекомендациями по кардиоваскулярной профилактике 2017 г. [17]. Этими показателями являлись: возраст (мужчины старше 45 лет, женщины старше 55 лет), наличие наследственной предрасположенности, курение, злоупотребление алкоголем, артериальная гипертензия, избыток массы тела (индекс массы тела более 30 кг/м<sup>2</sup>, окружность талии более 102 см у мужчин, более 88 см у женщин), изменения в биохимическом анализе крови: уровень общего холестерина более 5,2 ммоль/л, липопротеидов низкой плотности более 4,1 ммоль/л, глюкозы более 5,5 ммоль/л.

На третьем этапе специалист проанализировал имеющуюся ранее и полученную новую информацию о каждом пациенте. Отправка обратной связи ИИ в виде подтверждения или отрицания выявленных факторов риска ССЗ. По результатам третьего этапа исследования были сформированы 4 группы риска ССЗ (низкий, средний, высокий и очень высокий).

Четвертым этапом впервые выявленные пациенты с высоким риском ССЗ, ранее не состоявшие на диспансерном учете, направлены на дополнительное клинико-лабораторное и инструментальное дообследование, консультации специалистов.

### Переменные (предикторы, конфаундеры, модификаторы эффекта)

Для коррекции результатов исследования путем стратификации до начала исследования были использованы все показатели общей компьютерной базы ЛПУ по пациентам одного терапевтического участка. Анализировались параметры пациентов с риском ССЗ, обращавшихся за медицинской помощью на амбулаторном и госпитальном этапе.

### Статистические процедуры

#### Принципы расчета размера выборки

Исследование выполнено сплошным методом на основе изучения генеральной совокупности путем извлечения информационной программой «ИИ» СППВР Webiomed из общей базы ЭМК информации о факторах риска ССЗ у пациентов, прикрепленных к одному из территориальных участков городской поликлинической службы.

#### Статистические методы

Статистическая обработка полученных результатов осуществлена компьютерной программой «ИИ» СППВР Webiomed. При анализе использован пакет программ для работы с таблицами Microsoft Excel (Microsoft Office, США). Программа

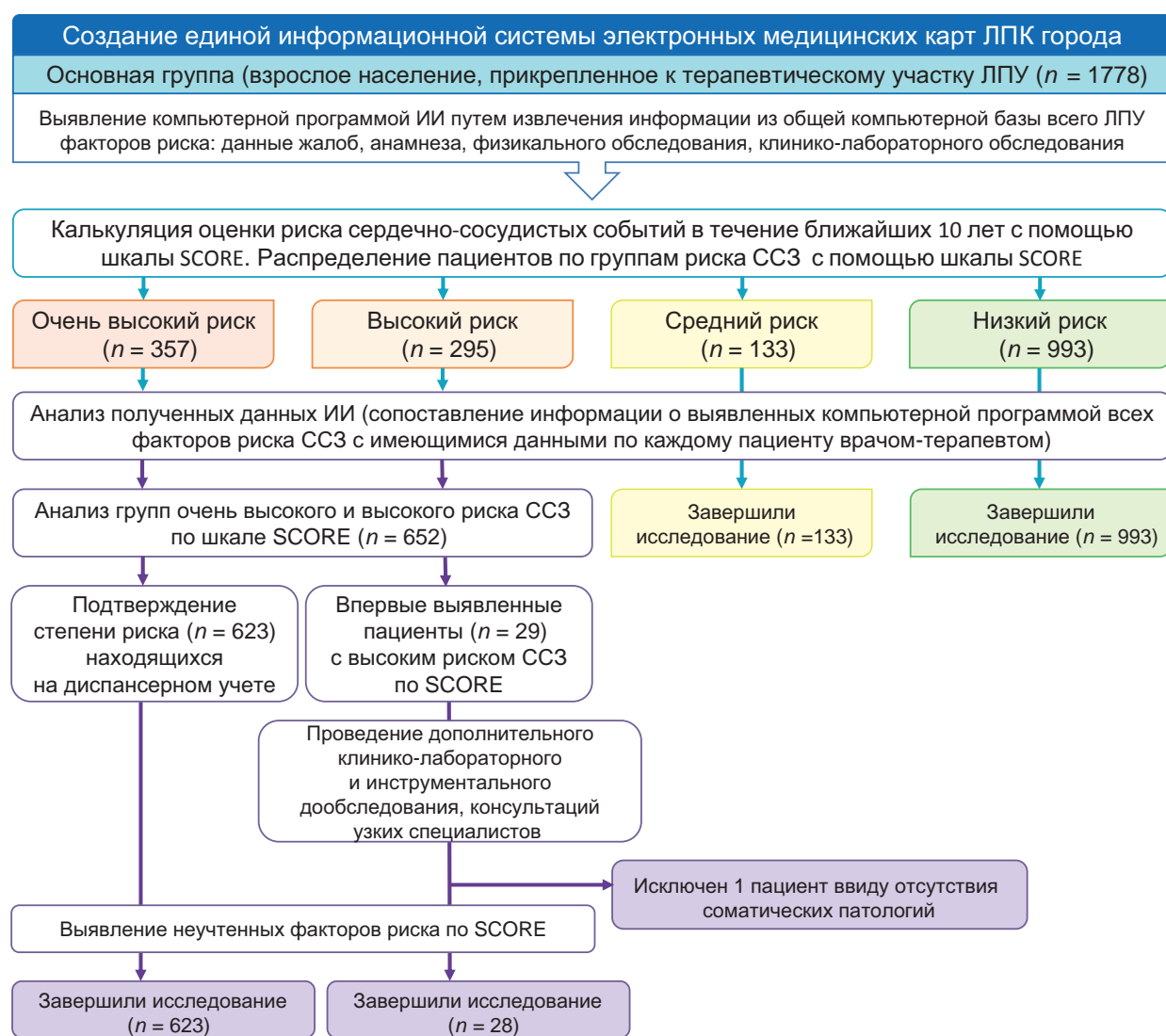


Рис. 1. Блок-схема дизайна проведенного исследования.

Примечание: ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания; SCORE — шкала SCORE (Systematic COronary Risk Evaluation).

Fig. 1. Schematic diagram of the research design.

Note: CVD — cardiovascular diseases. SCORE — Systematic COronary Risk Evaluation scale.

ИИ использовала обезличенные общие данные электронных карт прикрепленного к терапевтическому участку населения в зависимости от группы риска, пола, возраста, наличия неучтенных факторов и т.д. Система извлекла из всей имеющейся компьютерной базы всю медицинскую информацию, полученную при любом обращении человека в ЛПУ. Проведен подсчет выявленных факторов риска ССЗ и сформированы группы риска по SCORE и шкале относительного риска. Результат получен в абсолютном и процентном отношении. На основании полученных статистических данных были рассчитаны экстенсивные показатели (ЭП) вероятной заболеваемости и возможных осложнений, показатели наглядности (ПН) и соотношения (ПС), а также проведена оценка достоверности различий статистических величин. Накопление первичной информации, ее обработка, визуализация контента на основе полученных результатов осуществлялись в электронных таблицах с последующим построением диаграмм.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### Формирование выборки исследования

Принципы формирования выборки исследования, а также блок-схема дизайна исследования представлены на рисунке 1.

### Характеристики выборки (групп) исследования

В зависимости от наличия факторов риска ССЗ пациенты были распределены на 4 группы.

*Группа очень высокого риска (ОВР) ССЗ* — отнесено 357 пациентов с доказанной ССП: ИМ, ОКС, чрескожное коронарное вмешательство, коронарное шунтирование, острое нарушение мозгового кровообращения, транзиторная ише-

мическая атака, аневризма аорты, периферический атеросклероз, подтвержденная атерома при коронароангиографии или ультразвуковой доплерографии сонных артерий; СД с поражением органов-мишеней; хронические болезни почек (ХБП) со скоростью клубочковой фильтрации (СКФ) < 30 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>; риск по SCORE ≥ 10%.

В *группу высокого риска (ВР) ССЗ* вошли 295 пациентов со значительной гиперхолестеринемией (общий холестерин >8 ммоль/л), семейной гиперхолестеринемией, АД ≥180/110 мм рт. ст.; СД без поражения органов-мишеней (исключая молодых с СД 1-го типа); ХБП со СКФ 30–59 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>; риск по SCORE ≥5 и <10%.

В *группу среднего риска (СР) ССЗ* вошли 133 пациента с небольшим повышением общего холестерина (>5, но <8 ммоль/л), АД <180/110 мм рт. ст.; при отсутствии в анамнезе СД и ХБП; риск по SCORE ≥1 и <5%.

В *группу низкого риска (НР) ССЗ* вошли 993 человека молодого возраста без ФР ССЗ; риск по SCORE <1.

Основные клинические данные и результаты лабораторных исследований представлены в таблице 1.

Особое внимание уделено группам очень высокого и высокого риска ССЗ.

### Основной результат исследования

Согласно полученным данным гендерный и возрастной состав групп был сопоставим. Степени риска ССЗ среди прикрепленного к участку населения по результатам анализа ИИ приведены в таблице 2.

Очень высокий риск ССП был зафиксирован у 357 человек (20%). Среди них оказались 254 мужчины (71%) и 103 женщины (29%) (рис. 2).

Таблица 1. Основные клинические данные и результаты лабораторных исследований пациентов, включенных в анализ (n = 1778)

Table 1. Main clinical and laboratory findings of patients included in the analysis (n = 1778)

Показатели	Риск сердечно-сосудистых заболеваний			Очень высокий риск	p-value
	низкий риск	средний риск	высокий риск		
Возраст (годы)	34,25 ± 7,70	49,25 ± 10,00	65,73 ± 11,70	69,25 ± 7,40	0,3
ИМТ (кг/м <sup>2</sup> )	27,60 ± 4,15	29,61 ± 6,22	32,77 ± 13,82	31,82 ± 4,24	0,34
Объем талии (см)	99,57 ± 7,72	102,41 ± 12,56	107,92 ± 14,30	100,47 ± 7,42	0,80
САД (мм рт. ст.)	123,83 ± 11,66	132,63 ± 18,88	148,28 ± 17,35	120,75 ± 13,56	0,04
ДАД (мм рт. ст.)	73,75 ± 7,44	89,33 ± 11,55	93,43 ± 10,97	72,75 ± 7,44	0,01
Общий холестерин (ммоль/л)	4,91 ± 1,50	5,77 ± 1,25	6,76 ± 1,39	6,25 ± 1,69	0,36
Триглицериды (ммоль/л)	1,10 ± 0,21	1,68 ± 1,42	1,89 ± 0,72	1,90 ± 0,23	0,35
ЛПНП (ммоль/л)	3,65 ± 0,69	4,75 ± 1,21	5,95 ± 1,07	5,94 ± 0,69	0,462

Примечание: ИМТ — индекс массы тела, САД — систолическое артериальное давление, ДАД — диастолическое артериальное давление, ЛПНП — липопротеиды низкой плотности.

Note: BMI — Body Mass Index, SBP — Systolic Blood Pressure, DBP — Diastolic Blood Pressure, LDL — Low Density Lipoproteins.



Таблица 2. Степени риска ССЗ среди прикрепленного к участку населения по результатам анализа ИИ  
 Table 2. CVD risk levels among the patients according to the AI analysis

Степени риска ССЗ (по шкале SCORE)	Всего, n (% от общего числа пациентов)	Мужчин	Женщин	Распределение по возрасту n (%)
		n	n	
Очень высокий риск (≥10%)	357 (20%)	254	103	20–30 лет: 0 31–40 лет: 17 (4.8%) 41–50 лет: 69 (19.3%) 51–60 лет: 67 (18.8%) <b>61–70 лет: 185 (51.8%)</b> 71 год и старше: 19 (5.3%)
Высокий риск (≥5 и <10%)	295 (17%)	168	127	20–30 лет: 1 (0.3%) 31–40 лет: 34 (11.5%) 41–50 лет: 68 (23.1%) <b>51–60 лет: 97 (32.9%)</b> 61–70 лет: 87 (29.5%) 71 год и старше: 8 (2.7%)
Средний риск (≥1 и <5%)	133 (7%)	59	74	20–30 лет: 14 (11%) 31–40 лет: 31 (23%) <b>41–50 лет: 72 (54%)</b> 51–60 лет: 11 (8%) 61–70 лет: 5 (4%) 71 год и старше: 0
Низкий риск (<1%)	993 (56%)	491	502	<b>20–30 лет: 679 (68.4%)</b> 31–40 лет: 206 (20.7%) 41–50 лет: 104 (10.5%) 51–60 лет: 4 (0.4%) 61–70 лет: 0 71 год и старше: 0

Примечание: ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания. SCORE — шкала SCORE (Systematic COronary Risk Evaluation), позволяющая оценить риск смерти человека от сердечно-сосудистого заболевания в течение ближайших 10 лет.

Note: BMI — Body Mass Index, SBP — Systolic Blood Pressure, DBP — Diastolic Blood Pressure, LDL — Low Density Lipoproteins.

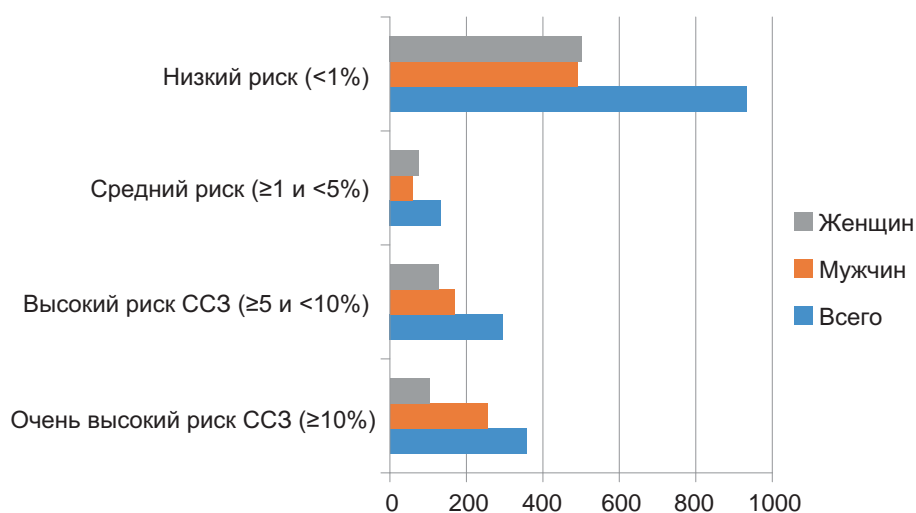


Рис. 2. Степени риска ССЗ среди прикрепленного к участку населения.

Fig. 2. CVD risk levels in the patients included in the study.

Половина (185 человек) этих пациентов были в возрасте 61–70 лет (рис. 3).

У всех пациентов, включенных программой в эту группу, диагноз ССЗ был ранее установлен клинически, и все они находились под наблюдением терапевта. Однако у 41 пациента (11,5%) из этой группы ИИ выделил ФР, которые ранее не были учтены при постановке диагноза (в связи с отсутствием информации о них):

у 21 пациента (51%) с СД в сочетании с АГ и гиперхолестеринемией программа отметила наследственную предрасположенность к поражению ССС. У 11 (26%) пациентов, имеющих СД, АГ, ИБС, программа дополнительно указала на признаки нефропатии, а у 9 (22%) пациентов, изначально страдающих СД и АГ на фоне гиперхолестеринемии, зафиксировано табакокурение (рис. 4).

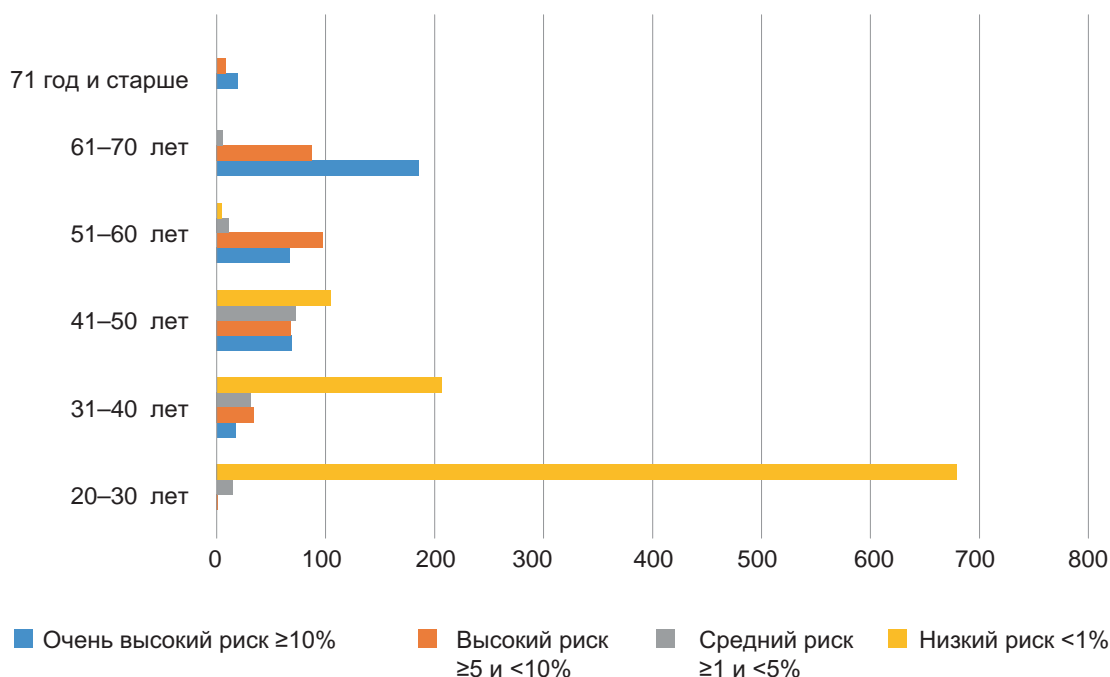


Рис. 3. Возрастное распределение степеней риска ССЗ среди прикрепленного населения.  
Fig. 3. Age distribution of CVD risk levels in the patients included in the study.

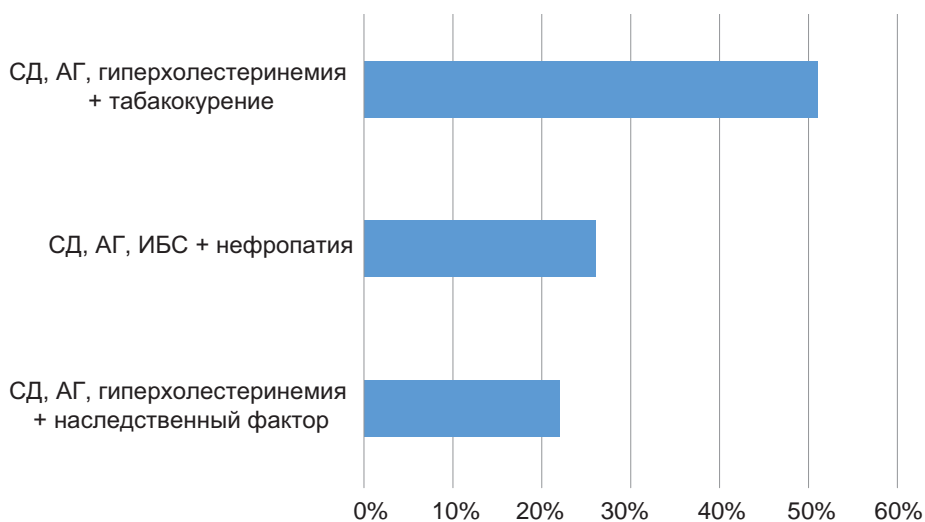


Рис. 4. Сочетания факторов риска, ранее не учитываемых при постановке диагноза в группе очень высокого риска ССЗ.

Примечание: СД — сахарный диабет, АГ — артериальная гипертензия.

Fig. 4. Combinations of risk factors not previously considered in the diagnosis of very high risk of CVD.

Note: DM — diabetes mellitus, AH — arterial hypertension.

Высокий риск ССП был выявлен программой у 295 человек (рис. 2). Он был подтвержден у 266 пациентов, которые уже состояли на диспансерном учете у терапевта или кардиолога. При этом у 37 пациентов (12,7%), ранее наблюдавшихся у специалистов, программой дополнительно обнаружены ФР, которые не были учтены при постановке диагноза: у 12 из них (32%) с диагностированной ранее АГ впервые отмечен метаболический синдром (МС); у 10 (27%) на фоне имеющихся гиперхолестеринемии и ожирения впервые выявлена гипергликемия. Сочетание гиперхолестеринемии и гипергликемии впервые зафиксировано у 6 человек (16%). При имеющихся АГ и МС впервые отмечено табакокурение у 6 человек (16%). На фоне АГ и СД впервые зафиксировано сочетание табакокурения и злоупотребления алкоголем у 3 человек (8%) (рис. 5).

Система Webiomed впервые выявила 29 человек (12%) с высоким риском СС патологии, которые ранее не наблюдались участковым терапевтом и другими узкими специалистами по причине редкого обращения в медицинские учреждения. ИИ обнаружил этих пациентов по результатам периодических и предварительных медицинских осмотров (35%), после курсов терапии некардиологических заболеваний в условиях круглосуточного стационара (31%), при обращении к узким специалистам (17%), при оформлении медицинского заключения на вождение транспортного средства (12%), при получении справок в бассейн (3%) или на оружие (2%).

Среди впервые выявленных пациентов с высоким риском ССЗ было больше мужчин (24 человека, или 82%), чем женщин (5 человек, или 18%). Большинство из них были трудоспособного возраста, от 40 до 50 лет (рис. 6).

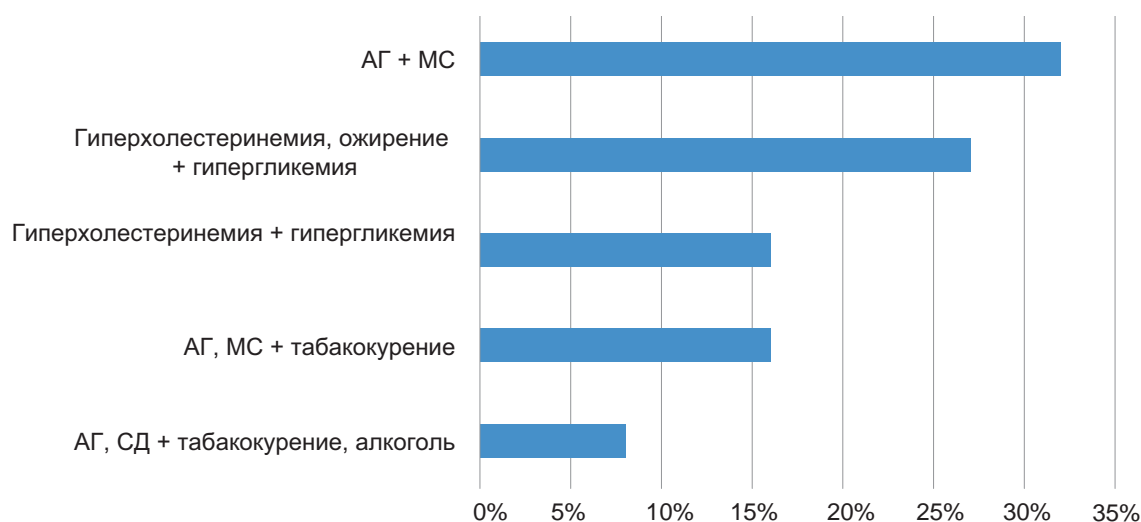


Рис. 5. Сочетания факторов риска, ранее не учитываемых при постановке диагноза, в группе высокого риска ССЗ.

Примечание: СД — сахарный диабет, АГ — артериальная гипертензия, МС — метаболический синдром.

Fig. 5. Combination of risk factors not previously considered in the diagnosis of high risk of CVD.

Note: DM — diabetes mellitus, AH — arterial hypertension, MS — metabolic syndrome.

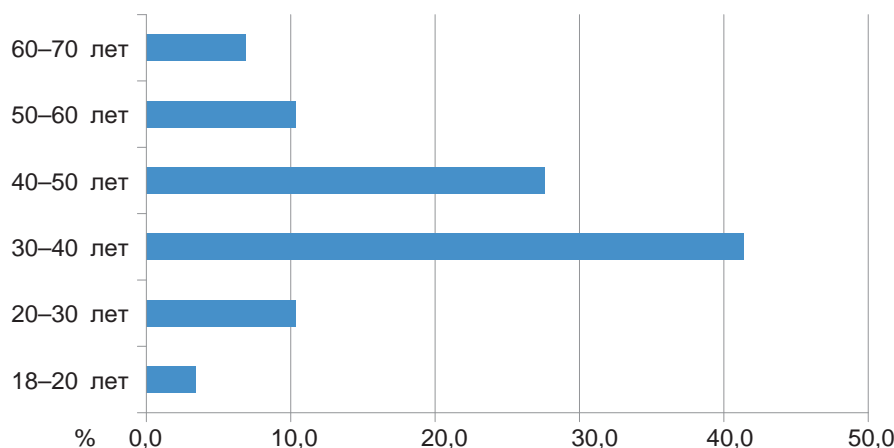


Рис. 6. Возрастной состав впервые выявленных пациентов с высоким риском ССП.

Fig. 6. Age composition of newly diagnosed patients at high risk of CVM.

### Дополнительные результаты исследования

При наличии ССЗ, в основе которых лежит атеросклероз сосудов, СД I и II типов, очень высокие уровни АД и/или общего холестерина, ХБП, шкала SCORE не использовалась, а риск считался высоким или очень высоким.

Всем впервые выявленным программой ИИ пациентам с высоким риском ССП проведено клиническое дообследование: определение гликозилированного гемоглобина (HbA1), глюкозотолерантного теста, оценка липидограммы, а также инструментальное обследование: ЭКГ, Эхо КГ, ХМ ЭКГ, СМАД, УЗДГ БЦС, УЗДГ сосудов нижних конечностей и консультации узких специалистов (эндокринолог, кардиолог, ангиохирург). В результате у 28 пациентов были подтверждены сочетания факторов риска: АГ + курение у 8 человек (27%); МБС + курение у 7 человек (24%); АГ + ожирение у 4 человек (13%); гипергликемия + курение у 3 человек (10%); АГ+ СД у 2 человек (7%), а также впервые выявлен МБС у 4 пациентов (13%). Все пациенты получили рекомендации по коррекции факторов риска с последующим контрольным обследованием, а 14 человек (48%) были взяты на диспансерный учет участковым терапевтом. Только у 1 человека (3%) — мужчины 29 лет — была исключена соматическая патология (рис. 7). Возможно, его включение в группу риска ССЗ было связано со сбоем в компьютерной системе.

### ОБСУЖДЕНИЕ

#### Резюме основного результата исследования

Проведенное исследование с использованием компьютерной программы «ИИ» позволило провести мониторинг всех данных электронных

историй болезни и амбулаторных карт в короткий временной промежуток и позволило врачу-терапевту вовремя обратить внимание на наличие ФР, которые фиксировались при любом обращении человека в медицинское учреждение (профилактические и периодические медицинские осмотры, плановая диспансеризация, обращение к узким специалистам и т.д.), и сформировать группы риска по ССЗ. Такой мониторинг дает возможность в первую очередь вести контроль за трудоспособным контингентом [24, 25]. Своевременное выявление и коррекция ФР на донозологической стадии может свести до минимума риск развития ССЗ, а при его наличии снизить вероятность формирования осложнений.

#### Ограничения исследования

Для обучения ИИ используются уже имеющиеся медицинские карты пациентов, информация в которых может быть неполной, содержать всевозможные неточности и ошибки. Естественно, если использовать для обучения ИИ информацию, заведомо содержащую неточности и даже ошибки, качество работы систем будет снижаться. Системы ИИ работают по принципу «черного ящика». Практически невозможно определить, по каким причинам ИИ неверно решил задачу.

Создание и внедрение систем ИИ требует серьезного финансирования. Высокая стоимость связана во многом с необходимостью обучать программу, настраивать ее под данные, накопленные в конкретном медицинском учреждении. Кроме того, она требует специального обслуживания, для которого потребуются квалифицированная и мотивированная команда. Формирование единой электронной базы данных для всех медицинских учреждений города повышает информативность работы ИИ.

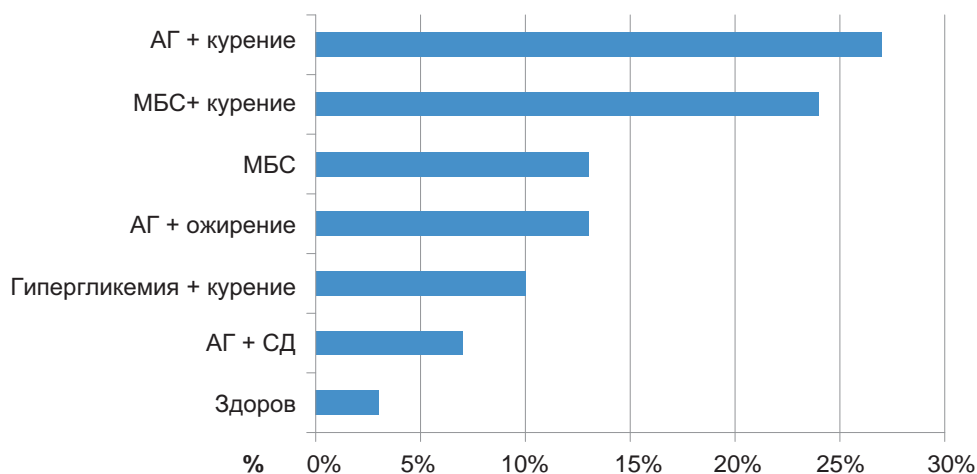


Рис. 7. Результаты клинического обследования впервые выявленных пациентов высокого риска ССЗ. Примечание: СД — сахарный диабет, АГ — артериальная гипертензия, МС — метаболический синдром.  
Fig. 7. Results of clinical examination of newly diagnosed patients at high risk of CVD.

Note: DM — diabetes mellitus, AH — arterial hypertension, MS — metabolic syndrome.

### Интерпретация результатов исследования

Проведено исследование с использованием компьютерной программы «ИИ», который проанализировал данные ЭАК и выписки историй болезни 1778 человек, прикрепленных к одному терапевтическому участку ЛПУ.

Среди всех обследованных с небольшим преимуществом преобладали мужчины ( $n = 972$ ; 55%). В проведенном исследовании упор был сделан на выявление пациентов II и III групп здоровья. Именно эти пациенты требуют постоянного наблюдения и активного выявления ФР развития ССП до формирования самого заболевания или до развития его осложнений [8, 10].

Сравнительный анализ групп сердечно-сосудистого риска продемонстрировал их достоверно более высокие значения в группе пациентов с очень высоким риском ССЗ ( $\geq 10\%$ ) ( $n = 357$ ). Статистически значимы различия полового состава в данной группе. Преобладают мужчины ( $n = 254$ ; 71%) в возрасте 61–70 лет ( $n = 185$ ; 51,8%). Статистические значения в группе высокого риска ССЗ ( $\geq 5$  и  $< 10\%$ ) ( $n = 295$ ) разнятся с первой группой риска ССЗ: на долю мужчин в группе высокого риска пришлось 56% ( $n = 168$ ) в возрасте 51–60 лет ( $n = 97$ ; 32%). Средний риск ССЗ ( $\geq 1$  и  $< 5\%$ ) выявлен у 7% ( $n = 133$ ), преимущественно у женщин ( $n = 74$ ; 56%) в возрасте 41–50 лет ( $n = 72$ ; 54%). Статистически самой значимой группой риска ССЗ является группа с низким риском ( $< 1\%$ ) ( $n = 993$ ; 56%) с примерно равным половым соотношением. Основной возраст 20–30 лет ( $n = 679$ ; 68%).

Компьютерная программа полностью подтвердила наличие факторов риска пациентов всех возрастных групп. И дополнительно в короткий срок выявила новые, ранее не учтенные факторы риска ( $n = 37$ ; 12,7%).

Информация о пациенте может храниться во многих клиниках и медицинских карточках, что усложняет сбор анамнеза и постановку диагноза [20]. При этом ИИ способен анализировать неструктурированные данные, полученные из различных источников, и на этой основе формировать группы пациентов с различными степенями риска ССП [14, 15]. ИИ из огромного объема информации за короткое время выделяет значимые факторы, при этом существенно облегчая работу специалисту. При совместной работе врача и ИИ вероятность ошибок сводится практически к уровню статистической погрешности.

Оценка степени риска у конкретного пациента необходима для последующей организации

лечебно-профилактических мероприятий [25] на терапевтическом участке: проведение клинического обследования согласно стандартам специализированной медицинской помощи; взятие на диспансерный учет и динамическое наблюдение; направление на консультацию узких специалистов; модификация имеющихся факторов риска ССЗ на раннем этапе их формирования; назначение необходимой медикаментозной терапии [16]. Индивидуальный подход к профилактике и ранней диагностике ССП позволит увеличить продолжительность жизни пациентов, имеющих высокий риск ССЗ [25].

Мониторинг с помощью ИИ всех данных электронных историй болезни и амбулаторных карт позволяет врачу вовремя обратить внимание на наличие ФР, которые фиксируются при любом обращении человека в медицинское учреждение (профилактические и периодические медицинские осмотры, плановая диспансеризация, обращение к узким специалистам и т.д.), и сформировать группы риска по ССП. Такой мониторинг дает возможность в первую очередь вести контроль за трудоспособным контингентом [24].

Оценка степени суммарного кардиоваскулярного риска у пациента позволяет разработать тактику улучшения прогноза здоровья за счет модификации всех имеющихся ФР, а также дает возможность проводить оздоровление с целью сохранения низкого риска ССЗ у лиц с малой вероятностью развития заболевания.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, ИИ смог полностью подтвердить высокий и очень высокий риск ССЗ у 652 человек. Кроме того, программа помогла зафиксировать неучтенные ФР у пациентов, находящихся на диспансерном учете.

Особая роль разработанной программы заключается в выявлении ФР у пациентов, впервые попавших в поле зрения медработников. Впервые обнаружен высокий риск ССЗ у 29 человек, что было подтверждено клинически в 28 случаях. Только в одном случае вывод ИИ был опровергнут при клинико-лабораторном исследовании, что свидетельствует о необходимости контроля любой компьютерной программы со стороны медицинских работников. Несмотря на ошибку, ИИ показал высокий уровень эффективности донозологической диагностики ССЗ.

### СООТВЕТСТВИЕ ПРИНЦИПАМ ЭТИКИ

Проведенное исследование соответствует стандартам Хельсинкской декларации. Протокол исследования был одобрен независимым Этиче-

ским комитетом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тюменский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ул. Одесская, д. 54, г. Тюмень, Россия), протокол № 101 от 13.09.2021 г.

#### COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

The study complies with the Declaration of Helsinki. The study protocol was approved by the independent Ethics Committee of the Federal State

Budgetary Educational Institution of Higher Education "Tyumen State Medical University", Ministry of Health, Russia (Odesskaya Street, 54, Tyumen, Russia), Minutes No. 101 dated 13.09.2021.

#### ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Авторы заявляют об отсутствии спонсорской поддержки при проведении исследования.

#### FINANCING SOURCE

The authors declare that no sponsorship was received for this study.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Костюкова К.С. Цифровизация сектора здравоохранения на основе технологии искусственного интеллекта в Японии: ключевые проблемы и подходы к решению. *Микроэкономика*. 2021; 5: 87–102. DOI: 10.33917/mic-5.100.2021.87-102
2. Hura G.S., Groppe S., Jain S., Gruenwald L. Artificial Intelligence in Global Epidemics, Part 1. *New Gener. Comput.* 2021; 39(3–4): 483–485. DOI: 10.1007/s00354-021-00138-y
3. Мелдо А.А., Уткин Л.В., Трофимова Т.Н. Искусственный интеллект в медицине: современное состояние и основные направления развития интеллектуальной диагностики. *Лучевая диагностика и терапия*. 2020; 11(1): 9–17. DOI: 10.22328/2079-5343-2020-11-1-9-17
4. Моисеенко В.М., Мелдо А.А., Уткин Л.В., Прохоров И.Ю., Рябинин М.А., Богданов А.А. Автоматизированная система обнаружения объемных образований в легких как этап развития искусственного интеллекта в диагностике рака легкого. *Лучевая диагностика и терапия*. 2018; 3: 62–68. DOI: 10.22328/2079-5343-2018-9-3-62-68
5. Sato M., Morimoto K., Kajihara S., Tateishi R., Shiina S., Koike K., Yatomi Y. Machine-learning Approach for the Development of a Novel Predictive Model for the Diagnosis of Hepatocellular Carcinoma. *Sci. Rep.* 2019; 9(1): 7704. DOI: 10.1038/s41598-019-44022-8
6. Kim J., Chae M., Chang H.J., Kim Y.A., Park E. Predicting Cardiac Arrest and Respiratory Failure Using Feasible Artificial Intelligence with Simple Trajectories of Patient Data. *J. Clin. Med.* 2019; 8(9): 1336. DOI: 10.3390/jcm8091336
7. Lovejoy C.A., Buch V., Maruthappu M. Artificial intelligence in the intensive care unit. *Crit. Care.* 2019; 23(1): 7. DOI: 10.1186/s13054-018-2301-9
8. Kearney P.M., Whelton M., Reynolds K., Whelton P.K., He J. Worldwide prevalence of hypertension: a systematic review. *J. Hypertens.* 2004; 22(1): 11–19. DOI: 10.1097/00004872-200401000-00003
9. Chow C.K., Teo K.K., Rangarajan S., Islam S., Gupta R., Avezum A., Bahonar A., Chifamba J., Dagenais G., Diaz R., Kazmi K., Lanan F., Wei L., Lopez-Jaramillo P., Fanghong L., Ismail N.H., Puoane T., Rosengren A., Szuba A., Temizhan A., Wielgosz A., Yusuf R., Yusufali A., McKee M., Liu L., Mony P., Yusuf S.; PURE (Prospective Urban Rural Epidemiology) Study investigators. Prevalence, awareness, treatment, and control of hypertension in rural and urban communities in high-, middle-, and low-income countries. *JAMA*. 2013; 310(9): 959–968. DOI: 10.1001/jama.2013.184182
10. Мартынов А.И., Акатова Е.В., Первичко Е.И., Николин О.П., Урлаева И.В. Влияние типа А поведенческой активности на развитие сердечно-сосудистых заболеваний и сахарного диабета 2-го типа. *CardioСоматика*. 2019; 10(4): 39–43. DOI: 10.26442/22217185.2019.4.190670
11. Бойцов С.А., Баланова Ю.А., Шальнова С.А., Деев А.Д., Артамонова Г.В., Гатагонова Т.М., Дупляков Д.В., Ефанов А.Ю., Жернакова Ю.В., Конради А.О., Либис Р.А., Минаков А.В., Недогода С.В., Ощепкова Е.В., Романчук С.А., Ротарь О.П., Трубачева И.А. И.А., Чазова И.Е., Шляхто Е.В., Муромцева Г.А., Евстифеева С.Е., Капустина А.В., Константинов В.В., Оганов Р.Г., Мамедов М.Н., Баранова Е.И., Назарова О.А., Шутемова О.А., Фурменко Г.И., Бабенко Н.И., Азарин О.Г., Бондарцов Л.В., Хвостикова А.Е., Ледяева А.А., Чумачек Е.В., Исаева Е.Н., Басырова И.Р., Кондратенко В.Ю., Лопина Е.А., Сафонова Д.В., Скрипченко А.Е., Индукаева Е.В., Черкасс Н.В., Максимов С.А., Данильченко Я.В., Мулерова Т.А., Шалаев С.В., Медведева И.В., Шава В.П., Сторожок М.А., Толпаров Г.В., Астахова З.Т., Тогузова З.А., Кавешников В.С., Карпов Р.С., Серебрякова В.Н. Артериальная гипертензия среди лиц 25–64 лет: распространенность, осведомленность, лечение и контроль. По материалам исследования ЭССЕ. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2014; 13(4): 4–14. DOI: 10.15829/1728-8800-2014-4-4-14
12. Шляхто Е.В., Звартау Н.Э., Виллевалде С.В., Яковлев А.Н., Соловьева А.Е., Федоренко А.А., Карлина В.А., Авдонина Н.Г., Ендубаева Г.В., Зайцев В.В., Неплюева Г.А., Павлюк Е.И., Дубинина М.В., Медведева Е.А., Ерастов А.М., Панарина С.А., Соловьев А.Е. Значимость оценки распространенности и мониторинга исходов у пациентов с сердечной недостаточностью в

- России. *Российский кардиологический журнал*. 2020; 25(12): 4204. DOI: 10.15829/1560-4071-2020-4204
13. Rahimi K., Emdin C.A., MacMahon S. The epidemiology of blood pressure and its worldwide management. *Circ. Res.* 2015; 116(6): 925–936. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.116.304723
  14. Петрова Р.Е., Рыбаков О.Ю., Шеяфетдинова Н.А., Мякинина С.Б., Соловьев А.А., Портная Е.Б., Розанова Е.В., Пожарский Д.В., Ермаков Е.Г. Нормативно-правовое регулирование рабочего времени медицинских работников: необходимость, возможности и защита прав. *Профилактическая медицина*. 2020; 23(3): 20–26. DOI: 10.17116/profmed20202303120
  15. Руголь Л.В., Сон И.М., Меньшикова Л.И. Динамика кадрового обеспечения и нагрузки врачей районных больниц. *Профилактическая медицина*. 2021; 24(12): 7–17. DOI: 10.17116/profmed2021241217
  16. Карпов Ю.А. Новый вектор в лечении артериальной гипертензии: американские рекомендации 2017. *Медицинский совет*. 2018; 5: 8–14. DOI: 10.21518/2079-701x-2018-5-8-14
  17. Кардиоваскулярная профилактика 2017. Российские национальные рекомендации. *Российский кардиологический журнал*. 2018; 6: 7–122. DOI: 10.15829/1560-4071-2018-6-7-122
  18. Гусев А.В., Кузнецова Т.Ю., Корсаков И.Н. Искусственный интеллект в оценке рисков развития сердечно-сосудистых заболеваний. *Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения*. 2018; 4(3): 85–90. DOI: 10.29188/2542-2413-2018-4-3-85-90
  19. Морозов С.П., Владимировский А.В., Ледихова Н.В., Соколова И.А., Кульберг Н.С., Гомбоевский В.А. Оценка диагностической точности системы скрининга туберкулеза легких на основе искусственного интеллекта. *Туберкулез и болезни легких*. 2018; 96(8): 42–49. DOI: 10.21292/2075-1230-2018-96-8-42-49
  20. Johnson K.W., Torres Soto J., Glicksberg B.S., Shamer K., Miotto R., Ali M., Ashley E., Dudley J.T. Artificial Intelligence in Cardiology. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2018; 71(23): 2668–2679. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.03.521
  21. Zippel-Schultz B., Schultz C., Müller-Wieland D., Rempis A.B., Stockburger M., Perings C., Helms T.M. Künstliche Intelligenz in der Kardiologie: Relevanz, aktuelle Anwendungen und nächste Schritte [Artificial intelligence in cardiology: Relevance, current applications, and future developments]. *Herzschrittmacherther Elektrophysiol.* 2021; 32(1): 89–98 (German). DOI: 10.1007/s00399-020-00735-2
  22. Хохлов А.Л., Белоусов Д.Ю. Этические аспекты применения программного обеспечения с технологией искусственного интеллекта. *Качественная Клиническая Практика*. 2021; 1: 70–84. DOI: 10.37489/2588-0519-2021-1-70-84
  23. Jamthikar A.D., Puvvula A., Gupta D., Johri A.M., Nambi V., Khanna N.N., Saba L., Mavrogeni S., Laird J.R., Pareek G., Miner M., Sfikakis P.P., Protogerou A., Kitas G.D., Nicolaides A., Sharma A.M., Viswanathan V., Rathore V.S., Kolluri R., Bhatt D.L., Suri J.S. Cardiovascular disease and stroke risk assessment in patients with chronic kidney disease using integration of estimated glomerular filtration rate, ultrasonic image phenotypes, and artificial intelligence: a narrative review. *Int. Angiol.* 2021; 40(2): 150–164. DOI: 10.23736/S0392-9590.20.04538-1
  24. Gasanova I.A., Prelovskii D.S., Yurkin V.A., Drobintsev P.D., Drobintseva A.O. Modern possibilities of using ai methods in the analysis of biomedical data. *Computing, Telecommunications and Control*. 2020; 13(4): 21–33. DOI: 10.18721/JCSTCS.13402
  25. Усачева Е.В., Нелидова А.В., Куликова О.М., Флянку И.П. Смертность трудоспособного населения России от сердечно-сосудистых заболеваний. *Гигиена и санитария*. 2021; 100(2): 159–165. DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-2-159-165

## REFERENCES

1. Kostyukova K.S. Digitalization of the healthcare sector in Japan based on artificial intelligence technology: key problems and solutions. *Microeconomics*. 2021; 5: 87–102 (In Russ., English abstract). DOI: 10.33917/mic-5.100.2021.87-102
2. Hura G.S., Groppe S., Jain S., Gruenwald L. Artificial Intelligence in Global Epidemics, Part 1. *New. Gener. Comput.* 2021; 39(3–4): 483–485. DOI: 10.1007/s00354-021-00138-y
3. Meldo A.A., Utkin L.V., Trofimova T.N. Artificial intelligence in medicine: current state and main directions of development of the intellectual diagnostics. *Diagnostic Radiology and Radiotherapy*. 2020; 11(1): 9–17 (In Russ., English abstract). DOI: 10.22328/2079-5343-2020-11-1-9-17
4. Moiseenko B.M., Meldo A.A., Utkin L.V., Prokhorov I.Yu., Ryabinin M.A., Bogdanov A.A. Automated detection system for lung masses as a stage of artificial intelligence development in the diagnostics of lung cancer. *Diagnostic Radiology and Radiotherapy*. 2018; 3: 62–68 (In Russ., English abstract). DOI: 10.22328/2079-5343-2018-9-3-62-68
5. Sato M., Morimoto K., Kajihara S., Tateishi R., Shiina S., Koike K., Yatomi Y. Machine-learning Approach for the Development of a Novel Predictive Model for the Diagnosis of Hepatocellular Carcinoma. *Sci. Rep.* 2019; 9(1): 7704. DOI: 10.1038/s41598-019-44022-8
6. Kim J., Chae M., Chang H.J., Kim Y.A., Park E. Predicting Cardiac Arrest and Respiratory Failure Using Feasible Artificial Intelligence with Simple Trajectories

- of Patient Data. *J. Clin. Med.* 2019; 8(9): 1336. DOI: 10.3390/jcm8091336
7. Lovejoy C.A., Buch V., Maruthappu M. Artificial intelligence in the intensive care unit. *Crit. Care.* 2019; 23(1): 7. DOI: 10.1186/s13054-018-2301-9
  8. Kearney P.M., Whelton M., Reynolds K., Whelton P.K., He J. Worldwide prevalence of hypertension: a systematic review. *J. Hypertens.* 2004; 22(1): 11–19. DOI: 10.1097/00004872-200401000-00003
  9. Chow C.K., Teo K.K., Rangarajan S., Islam S., Gupta R., Avezum A., Bahonar A., Chifamba J., Dagenais G., Diaz R., Kazmi K., Lanan F., Wei L., Lopez-Jaramillo P., Fanghong L., Ismail N.H., Puoane T., Rosengren A., Szuba A., Temizhan A., Wielgosz A., Yusuf R., Yusufali A., McKee M., Liu L., Mony P., Yusuf S.; PURE (Prospective Urban Rural Epidemiology) Study investigators. Prevalence, awareness, treatment, and control of hypertension in rural and urban communities in high-, middle-, and low-income countries. *JAMA.* 2013; 310(9): 959–968. DOI: 10.1001/jama.2013.184182
  10. Martynov A.I., Akatova E.V., Pervichko E.I., Nikolin O.P., Urlaeva I.M. Influence of type A behavioral activity on the development of cardiovascular diseases. *Cardiosomatics.* 2019; 10(4): 39–43 (In Russ., English abstract). DOI: 10.26442/22217185.2019.4.190670
  11. Boytsov S.A., Balanova Yu.A., Shalnova S.A., Deev A.D., Artamonova G.V., Gatagonova T.M., Duplyakov D.V., Efanov A.Yu., Zhernakova Yu.V., Konradi A.O., Libis R.A., Minakov A.V., Nedogoda S.V., Oshchepkova E.V., Romanchuk S.A., Rotar O.P., Trubacheva I.A., Chazova I.E., Shlyakhto E.V., Murotseva G.A., Evstifeeva S.E., Kapustina A.V., Konstantinov V.V., Oganov R.G., Mamedov M.N., Baranova E.I., Nazarova O.A., Shutemova O.A., Furmenko G.I., Babenko N.I., Azarin O.G., Bondartsov L.V., Khvostikova A.E., Ledyeva A.A., Chumachek E.V., Isaeva E.N., Basyrova I.R., Kondratenko V.Yu., Lopina E.A., Safonova D.V., Skripchenko A.E., Indukaeva E.V., Cherkass N.V., Maksimov S.A., Danilchenko Y.V., Mulerova T.A., Shalaev S.V., Medvedeva I.V., Shava V.G., Storozhok M.A., Tolparov G.V., Astakhova Z.T., Toguzova Z.A., Kaveshnikov V.S., Karpov R.S., Serebryakova V.N. Arterial hypertension among individuals of 25–64 years old: prevalence, awareness, treatment and control. By the data from ECCD. *Cardiovascular Therapy and Prevention.* 2014; 13(4): 4–14 (In Russ.). DOI: 10.15829/1728-8800-2014-4-4-14
  12. Shlyakhto E.V., Zvartau N.E., Villevalde S.V., Yakovlev A.N., Soloveva A.E., Fedorenko A.A., Karlina V.A., Avdonina N.G., Endubaeva G.V., Zaitsev V.V., Neplyueva G.A., Pavlyuk E.I., Dubinina M.V., Medvedeva E.A., Erastov A.M., Panarina S.A., Solovev A.E. Assessment of prevalence and monitoring of outcomes in patients with heart failure in Russia. *Russian Journal of Cardiology.* 2020; 25(12): 4204 (In Russ., English abstract). DOI: 10.15829/1560-4071-2020-4204
  13. Rahimi K., Emdin C.A., MacMahon S. The epidemiology of blood pressure and its worldwide management. *Circ. Res.* 2015; 116(6): 925–936. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.116.304723
  14. Petrova R.E., Rybakov O.Yu., Sheyafetdinova N.A., Myakinina S.B., Solovyev A.A., Portnaya E.B., Rozanova E.V., Pozharsky D.V., Ermakov E.G. Legal regulation of working hours of medical staff: the need, opportunities and protection of rights. *Profilakticheskaya Meditsina.* 2020; 23(3): 20–26 (In Russ., English abstract). DOI: 10.17116/profmed20202303120
  15. Rugol L.V., Son I.M., Menshikova L.I. Dynamics of staffing and workload of district hospital. *Profilakticheskaya Meditsina.* 2021; 24(12): 7–17 (In Russ., English abstract). DOI: 10.17116/profmed2021241217
  16. Karpov Yu.A. New perspectives for the treatment of arterial hypertension: 2017 american guidelines. *Medical Council.* 2018; 5: 8–14 (In Russ., English abstract). DOI: 10.21518/2079-701x-2018-5-8-14
  17. Cardiovascular prevention 2017. National guidelines. *Russian Journal of Cardiology.* 2018; 6: 7–122 (In Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2018-6-7-122
  18. A Gusev A.V., Kuznecova T.Yu., Korsakov I.N. Artificial intelligence for cardiovascular risks assessment. *Journal of Telemedicine and E-Health.* 2018; 4(3): 85–90 (In Russ., English abstract). DOI: 10.29188/2542-2413-2018-4-3-85-90
  19. Morozov S.P., Vladzimirskiy A.V., Ledikhova N.V., Sokolina I.A., Kulberg N.S., Gombolevskiy V.A. Evaluation of diagnostic accuracy of the system for pulmonary tuberculosis screening based on artificial neural networks. *Tuberculosis and Lung Diseases.* 2018; 96(8): 42–49 (In Russ., English abstract). DOI: 10.21292/2075-1230-2018-96-8-42-49
  20. Johnson K.W., Torres Soto J., Glicksberg B.S., Shamer K., Miotto R., Ali M., Ashley E., Dudley J.T. Artificial Intelligence in Cardiology. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2018; 71(23): 2668–2679. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.03.521
  21. Zippel-Schultz B., Schultz C., Müller-Wieland D., Remppis A.B., Stockburger M., Perings C., Helms T.M. Künstliche Intelligenz in der Kardiologie: Relevanz, aktuelle Anwendungen und nächste Schritte [Artificial intelligence in cardiology: Relevance, current applications, and future developments]. *Herzschrittmacherther Elektrophysiol.* 2021; 32(1): 89–98 (German). DOI: 10.1007/s00399-020-00735-2
  22. Khokhlov A.L., Belousov D.Yu. Ethical aspects of using software with artificial intelligence technology. *Good Clinical Practice.* 2021; 1: 70–84 (In Russ., English abstract). DOI: 10.37489/2588-0519-2021-1-70-84
  23. Jamthikar A.D., Puvvula A., Gupta D., Johri A.M., Nambi V., Khanna N.N., Saba L., Mavrogeni S., Laird J.R., Pareek G., Miner M., Sfikakis P.P., Protogerou A., Kitas G.D., Nicolaidis A., Sharma A.M., Viswanathan V., Rathore V.S., Kolluri R., Bhatt D.L., Suri J.S. Cardiovascular disease and stroke risk assessment in patients with chronic kidney disease using integration of estimated glomerular filtration rate, ultrasonic image phenotypes, and artificial intelligence: a narrative review. *Int. Angiol.* 2021; 40(2): 150–164. DOI: 10.23736/S0392-9590.20.04538-1



24. Gasanova I.A., Prelovskii D.S., Yurkin V.A., Drobintsev P.D., Drobintseva A.O. Modern possibilities of using ai methods in the analysis of biomedical data. *Computing, Telecommunications and Control*. 2020; 13(4); 21–33. DOI: 10.18721/JCSTCS.13402
25. Usacheva E.V., Nelidova A.V., Kulikova O.M., Flyanku I.P. Mortality of Russian able-bodied population from cardiovascular diseases. *Hygiene and Sanitation*. 2021; 100(2): 159–165 (In Russ., English abstract). DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-2-159-165

## ВКЛАД АВТОРОВ

### Жданова Е.В.

Разработка концепции — формирование идеи; формулировка и развитие ключевых целей и задач.

Проведение исследования — анализ и интерпретация полученных данных. Оценка актуальности исследования.

Подготовка и редактирование текста — критический пересмотр рукописи с внесением ценных замечаний интеллектуального содержания. Подготовка и создание опубликованной работы. Участие в научном дизайне.

Утверждение окончательного варианта статьи — принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и ее окончательный вариант.

Проведение статистического анализа — применение статистических методов для анализа и синтеза данных исследования. Принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и ее окончательный вариант.

Коррекция материала перед публикацией работы.

### Рубцова Е.В.

Разработка концепции — формирование идеи; формулировка и развитие ключевых целей и задач.

Проведение исследования — непосредственное проведение эксперимента «ИИ». Сбор полученных данных. Анализ полученных данных. Подведение итогов исследования. Составление таблиц и рисунков. Анализ полученных данных.

Подготовка и редактирование текста — составление черновика рукописи, участие в научном дизайне. Подготовка и создание опубликованной работы.

Утверждение окончательного варианта статьи — принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и ее окончательный вариант.

Ресурсное обеспечение статьи — предоставление пациентов для анализа.

## AUTHOR CONTRIBUTIONS

### Zhdanova E.V.

Conceptualisation — concept statement; statement and development of key goals and objectives.

Conducting research — data analysis and interpretation. Evaluation of the relevance of the study.

Text preparation and editing — critical review of a manuscript with the introduction of valuable intellectual content and remarks. Preparation and creation of a published work. Contribution to the scientific layout.

The approval of the final version of the paper — the acceptance of responsibility for all aspects of the work, the integrity of all parts of the paper and its final version.

Performing statistical analysis — the application of statistical methods for the analysis and synthesis of data. Acceptance of responsibility for all types of the work, integrity of all parts of the paper and its final version.

Correction of the material before publication.

### Rubtsova E.V.

Conceptualisation — concept statement; statement and development of key goals and objectives.

Conducting the research — direct conducting of the AI experiment. Collecting the data obtained. Analysis of the obtained data. Summarizing the results of the study. Making tables and figures.

Text preparation and editing — drafting of the manuscript, contribution to the scientific layout. Preparation and creation of a published work.

The approval of the final version of the paper — the acceptance of responsibility for all aspects of the work, the integrity of all parts of the paper and its final version.

Paper resourcing — providing patients for analysis.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

---

**Жданова Екатерина Васильевна** — доктор медицинских наук, профессор; заведующая кафедрой патологической физиологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тюменский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

<https://orcid.org/0000-0002-7938-5470>

**Рубцова Елена Викторовна\*** — внештатный сотрудник, ассистент кафедры патологической физиологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тюменский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

<https://orcid.org/0000-0001-5644-8021>

Контактная информация: e-mail: [relena1976@rambler.ru](mailto:relena1976@rambler.ru);

ул. Одесская, д. 54, г. Тюмень, 625023, Россия

**Ekaterina V. Zhdanova** — Dr. Sci. (Med.), Prof.; Head of the Department of Pathological Physiology, Tyumen State Medical University, Ministry of Healthcare of the Russian Federation.

<https://orcid.org/0000-0002-7938-5470>

**Elena V. Rubtsova\*** — Freelance Academic Researcher, Research Assistant of the Department of Pathological Physiology, Tyumen State Medical University, Ministry of Healthcare of the Russian Federation.

<https://orcid.org/0000-0001-5644-8021>

Contact information: e-mail: [relena1976@rambler.ru](mailto:relena1976@rambler.ru);  
Odesskaya str., 54, Tyumen, 625023, Russia

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author