

Перспективы использования телемедицинских технологий на основе искусственного интеллекта при проведении медицинского осмотра

П.В. Селивёрстов[✉], <https://orcid.org/0000-0001-5623-4226>, seliverstov-pv@yandex.ru

Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова; 194044, Россия, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6

Резюме

Телемедицинские технологии на основе искусственного интеллекта, безусловно, являются актуальными и перспективными направлениями развития медицины в России и мире. Благодаря их активному внедрению в практическое здравоохранение медицина перешла на новый уровень качества предоставления электронных медицинских услуг. Одной из актуальных проблем современного здравоохранения во всем мире является рост числа хронических неинфекционных заболеваний. На сегодняшний день связанные с их распространением экономические и социальные потери достигли значительных показателей в большинстве стран мира. В связи с чем возникает острая потребность в разработке мероприятий, направленных на раннее выявление факторов риска, способствующих развитию хронических неинфекционных заболеваний, и своевременную их коррекцию. В ряде стран уже сегодня использование современных технологий, в том числе на основе искусственного интеллекта, гарантирует выявление факторов риска и осложнений течения хронических неинфекционных заболеваний на ранней стадии, что в свою очередь позволяет повысить эффективность лечения и в конечном итоге улучшить качество оказания медицинской помощи. Применяя системы, способные обрабатывать огромные объемы медицинских данных и в течение нескольких секунд предоставлять врачу всестороннюю оценку имеющейся информации, можно существенно повысить эффективность работы доктора, при этом не удлиняя время приема и даже сократив нагрузку. Создаваемые телемедицинские системы на основе интеллектуальных технологий для практического применения должны пройти клинические испытания и проверку диагностической точности. Разработанная нами система, способная определять факторы риска хронических неинфекционных заболеваний и степень их выраженности, а также формировать рекомендации по ведению здорового образа жизни, успешно прошла испытания и уже сегодня используется при проведении профилактических медицинских осмотров.

Ключевые слова: телемедицина, скрининг, факторы риска, цифровизация, профосмотр

Благодарности. Исследование частично финансируется Министерством науки и высшего образования Российской Федерации в рамках программы исследовательского центра мирового уровня «Передовые цифровые технологии» (контракт № 075-15-2022-311 от 20.04.2022).

Для цитирования: Селивёрстов П.В. Перспективы использования телемедицинских технологий на основе искусственного интеллекта при проведении медицинского осмотра. *Медицинский совет.* 2024;18(5):312–319. <https://doi.org/10.21518/ms2024-072>.

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Prospects for the use of telemedicine technologies based on artificial intelligence during medical examination

Pavel V. Seliverstov[✉], <https://orcid.org/0000-0001-5623-4226>, seliverstov-pv@yandex.ru

Military Medical Academy named after S.M. Kirov; 6, Akademik Lebedev St., St Petersburg, 194044, Russia

Abstract

Telemedicine technologies based on artificial intelligence are certainly relevant and promising areas of medical development in Russia and the world. Thanks to their active implementation in practical healthcare, medicine has moved to a new level of quality in the provision of electronic medical services. One of the urgent problems of modern healthcare worldwide is the growing number of chronic non-communicable diseases. To date, the economic and social losses associated with their spread have reached significant levels in most countries of the world. In this connection, there is an urgent need to develop measures aimed at early identification of risk factors contributing to the development of chronic non-communicable diseases and their timely correction. In a number of countries, today the use of modern technologies, including those based on artificial intelligence, which guarantee the identification of risk factors and complications of chronic noncommunicable diseases at an early stage, which, in turn, allows to increase the effectiveness of treatment, and ultimately improve the quality of medical care. By using systems capable of processing huge amounts of medical data and providing the doctor with a comprehensive assessment of the available information within a few seconds, it is possible to significantly increase the efficiency of the doctor's work, while not lengthening the appointment time and even reducing the workload. Telemedicine systems based on intelligent technologies that are being created for practical use must undergo clinical trials and verification of diagnostic accuracy. Systems for determining risk factors for chronic noncommunicable diseases that have been successfully tested are already being used today for preventive medical examinations.

Keywords: telemedicine, screening, risk factors, digitalization, occupational examination

Acknowledgments. The study is funded in part by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation under the Advanced Digital Technologies Program of the World-Class Research Center (Contract No. 075-15-2022-311 dated 20.04.2022).

For citation: Seliverstov PV. Prospects for the use of telemedicine technologies based on artificial intelligence during medical examination. *Meditsinskiy Sovet.* 2024;18(5):312–319. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/ms2024-072>.

Conflict of interest: the author declares no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из актуальных проблем современного здравоохранения во всем мире является рост числа хронических неинфекционных заболеваний (ХНИЗ). На сегодняшний день связанные с их распространением экономические и социальные издержки достигли значительных показателей в большинстве стран мира. В связи с чем вопросы своевременной профилактики возникновения и течения ХНИЗ стали занимать лидирующие позиции. По данным ВОЗ, заболевания сердечно-сосудистой, пищеварительной, эндокринной, дыхательной систем и злокачественные новообразования являются наиболее частыми причинами преждевременной смертности населения. Известно, что в большинстве своем ХНИЗ можно предотвратить, своевременно используя надлежащие меры профилактики¹ [1].

Для разработки и реализации профилактических мероприятий, направленных на предотвращение ХНИЗ, требуется подробная информация об основных факторах риска (ФР) и степени их выраженности, которая в дальнейшем может быть использована для борьбы с их влиянием на здоровье населения. В подавляющем большинстве современных клинических рекомендаций указана последовательность действий врача при обращении к нему за помощью пациента, включая обязанность, помимо оценки объективных данных, выявлять ФР у конкретного человека с целью последующего снижения их влияния на здоровье. В связи с чем использование современных средств для их мониторинга приобретает все большую ценность. На сегодняшний день, анализируя ФР, можно прогнозировать состояние здоровья конкретного человека, а также определять возможность распространения основных неинфекционных заболеваний в популяции.

В свою очередь ВОЗ была разработана стратегия в области профилактики ХНИЗ, направленная на повсеместное сокращение преждевременной смертности к 2030 г. на треть [2–5].

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Так, в ряде стран уже сегодня использование современных технологий на основе искусственного интеллекта (ИИ) гарантирует выявление ФР и осложнений течения ХНИЗ на ранней стадии, что позволяет повысить эффективность лечения и в конечном итоге улучшить качество

оказания медицинской помощи. Применяя системы, способные обрабатывать огромные объемы медицинских данных и в течение нескольких секунд предоставлять врачу всестороннюю оценку имеющейся информации, можно существенно повысить эффективность работы врача, при этом не удлиняя время приема и даже сократить нагрузку [6–8].

Чрезмерная нагрузка на врача на обычном приеме, с одной стороны, не позволяет в полном объеме оценить все ФР ХНИЗ у пациента для разработки профилактических мер по их устранению. До 80% времени приема занимает бумажная работа. Так, согласно результатам всемирного исследования Академии труда и социальных отношений, почти 70% врачей отмечают увеличение нагрузки, а 50% жалуются на увеличение объема работы, не связанной с лечением пациентов. С другой стороны, сказывается низкая приверженность пациентов к профилактике и упущенные возможности своевременно предотвратить заболевание. Как итог – отсутствие массового полноценного выявления ФР и общей оценки степени их выраженности. Призывы к врачебной ответственности или нормативное закрепление этих требований на практике существенно не изменяют сложившуюся ситуацию, поскольку до 50% врачей ошибаются в оценках рисков здоровью пациента. Так, по данным Университета С. Кеттеринга, врачи используют не более 20% доступной информации о пациенте. В связи с чем необходим автоматический сервис, который сам будет анализировать медицинские данные и информировать врача и/или пациента о необходимости обращения за квалифицированной помощью [8–10].

На сегодняшний день мировое здравоохранение претерпевает поистине революционные преобразования. Наряду с изменением подходов к организации здравоохранения меняются не только методики и стандарты лечения, но и используемые технологии².

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ РОССИЙСКОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

РФ не стала исключением. Цифровая трансформация здравоохранения в нашей стране является одной из ключевых задач и реализуется в рамках Национального проекта «Здравоохранение». Так, Указом Президента № 490 утверждена «Национальная стратегия развития

¹ WHO. Noncommunicable Diseases: Mortality (2019). Available at: https://www.who.int/gho/ncd/mortality_morbidity/en/.

² ИИ совершает революцию в здравоохранении: 8 современных решений в 2024 году. Режим доступа: <https://evercare.ru/news/ii-sovershaet-revolyuciyu-v-zdravookhraneni-8-sovremennykh-resheniy-v-2024-godu?ysclid=lsgh65qkft482470343>.

искусственного интеллекта на период до 2030 года», которая определяет здравоохранение как приоритетную отрасль для исследований, разработок и внедрения технологий ИИ, что должно способствовать реализации стратегических целей и задач³ [11].

Уже сегодня применение медицинских технологий на основе ИИ способствует сокращению заболеваемости и смертности, росту ожидаемой продолжительности жизни, повышению качества жизни населения и уровня медицинской помощи, включая профилактические обследования, диагностику, прогнозирование возникновения и развития ХНИЗ, подбор оптимальных дозировок лекарственных препаратов, сокращение угроз пандемий, автоматизацию и повышение точности хирургических вмешательств и т. д. [12, 13].

Безусловно, отказ от использования технологий на основе ИИ повлечет за собой ряд серьезных проблем, поскольку на современном этапе всеобщей цифровизации без их применения невозможно обработать имеющийся объем медицинских данных. Это означает, что мы находимся в ситуации с неиспользованной перспективной возможностью по решению самых актуальных и сложных задач современного здравоохранения [14].

ПОТЕНЦИАЛ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Нет сомнения, что телемедицинские технологии на основе ИИ обладают значительным потенциалом для облегчения нагрузки на чрезмерно перегруженные системы здравоохранения. Для того чтобы эти системы внесли значимый вклад в здравоохранение во всем мире, им должны доверять и пациенты, и медицинские работники, а также они должны быть доступны широкой массе населения и удовлетворять их потребностям в различных регионах. Создаваемые телемедицинские системы на основе интеллектуальных технологий для практического применения должны пройти клинические испытания и проверку диагностической точности. Для оценки систем ИИ применяются общепринятые характеристики – чувствительность и специфичность [15–19].

Системы по определению ФР ХНИЗ, прошедшие испытания, существуют уже сегодня. Они способны выявлять заболевания на ранних стадиях и смело могут брать на себя часть профилактической работы, при этом выполняя ее полностью в автоматическом режиме. Причем этот процесс может проходить без участия врача и без визита пациента в медицинское учреждение, а это экономит и время, и затраты. Медицинским работникам не придется самостоятельно в ручном режиме обрабатывать весь массив информации о пациенте, за них это сделает программа значительно быстрее и точнее. ИИ позволяет ускорить процесс обработки и анализа результата исследования в 5–10 раз. Нет сомнения, что подобный подход снизит число врачебных ошибок. Очевидна экономическая выгода за счет снижения затрат на оказание медицинской

помощи, которые значительно выше, чем расходы на профилактику. По мере внедрения подобных программ в повседневную практику медицинские работники будут использовать этот мощный инструмент для оказания пациентам более точной, своевременной профилактической помощи, что приведет к снижению заболеваемости и смертности, а это одна из важнейших задач и функций государства² [4, 7, 8, 12, 19–21].

ВЗГЛЯД ОБЩЕСТВА НА НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Широкое использование ИИ на протяжении последних лет открыло большие перспективы для его применения в здравоохранении, что по-прежнему вызывает горячую дискуссию в профессиональном сообществе. Помимо прочего, нарастает озабоченность по вопросам, связанным с доверием к предлагаемым ИИ решениям при их внедрении в медицинскую практику. В одном из опросов вопросы о доверии к ИИ были заданы 62 руководителям здравоохранения: 63% опрошенных считают себя осведомленными об ИИ, 89% видят ценность применения технологий ИИ в здравоохранении, при этом 73% считают, что в будущем ИИ всегда будет применяться для поддержки принятия медицинских решений. Наиболее перспективными областями медицины для внедрения ИИ они считают оптимизацию управленческих решений – 66%, автоматизацию постановки диагноза – 57%, развитие оказания медицинской помощи в отдаленных районах – 53% и исследования в сфере биофармацевтики – 52%. Таким образом, руководители здравоохранения являются потенциальными сторонниками и заказчиками продуктов ИИ для внедрения в вверенные им организации⁴ [22, 23].

Также важно понимать, как общество воспринимает такие инновации и какие ожидания и опасения связывает с их использованием. Опросы россиян показывают, что большая часть пациентов, 49%, будет чувствовать дискомфорт, если врач будет полагаться на ИИ для диагностики заболеваний и при составлении рекомендаций по лечению. Однако 40% опрошенных спокойно отнеслись бы к использованию ИИ врачом. Большую лояльность проявляют мужчины – 46%, против 54% женщин, которые говорят о возможном дискомфорте в случае обращения врача к ИИ. Полученные данные свидетельствуют о продолжающемся формировании мнения общественности по внедрению технологий ИИ в различных отраслях, включая здравоохранение [24].

Современный мир с его непрерывным движением, развитием электронных технологий и техники, социальным прогрессом и доступной информацией требует от человека постоянного самосовершенствования и самообразования, быстрой адаптации, мобильности, полной отдачи в учебе, на работе и в семье. В связи с чем значительная часть людей страдает от перенасыщения общением, предпочитая онлайн-формат. Гаджеты используют для набора текста или отправки символов, по возможности избегая живого общения, даже если речь идет

³ Указ Президента РФ от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». Режим доступа: <https://www.kremlin.ru/acts/bank/43027>.

⁴ Этика и «цифра»: этические проблемы цифровых технологий. Режим доступа: <https://ethics.cdto.center/2020>.

о телефонном звонке. Звонить – значит коммуницировать [5]. В проведенном нами опросе среди лиц молодого возраста 51,5% предпочитают формат онлайн-общения при записи на прием к врачу, заказе продуктов питания или одежды, 33,9% опрошенных нуждаются в прямой коммуникации, а 14,6% допускают любой вариант общения в зависимости от ситуации. Однако 44,6% опрошенных доверили бы оценку состояния своего здоровья непосредственно врачу, 23,1% – ИИ, а 32,3% не возражали бы против использования врачом технологий на основе ИИ на всех этапах наблюдения.

Таким образом, телемедицинские технологии на сегодняшний день стали флагманом развития медицинских услуг, ориентированных на повышение эффективности работы системы здравоохранения без потери качества и удовлетворенности не только медицинского персонала, но и пациентов.

Учитывая опыт отечественных и иностранных коллег, нами была разработана и апробирована методология дистанционного анкетного скрининга ХНИЗ по 5 профилям патологии, направленного на раннее выявление факторов риска ХНИЗ.

РЕАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ

В основу работы системы положен «холистический», т. е. комплексный, подход к оценке состояния здоровья обследуемого, включающий не только физические симптомы заболевания, но и психологические, социальные причины и условия его возникновения. В качестве оценки ФР была применена не нозологическая единица, т. е. определенное заболевание, а профиль патологии, в котором набор аналитических признаков, данные объективного обследования и жалобы были сортированы по группам. Под термином «Профиль патологии» мы подразумеваем набор аналитических признаков, характеристик объективного обследования, жалоб, сортированных по группам нозологических форм. Все объективно констатируемые признаки каждого профиля оценивались по степени их выраженности или достоверности наличия. Минимальные отклонения принимались за раннее выявление патологии или низкий риск, в тех случаях, когда оно сочетается с какими-либо жалобами или особенностями развития, отмеченными в анкете. Программой предусмотрено, что один и тот же симптом или признак может быть отнесен к патологии нескольких систем, поскольку они могут проявляться при поражении различных органов. В связи с чем было выделено 3 группы симптомов:

- 1) специфические – свойственные одной патологии,
- 2) полуспецифические – для 2–3 патологий,
- 3) неспецифические, которые встречаются в 3 и более системах организма.

Также было определено, что каждый профиль имеет определенное количество признаков, а каждый признак в процессе обследования имеет свой определенный итоговый балл, который «набирается» с учетом его специфичности и принадлежности. Таким образом, степень риска определялась по принципу: количественная

оценка профиля равна сумме признаков данного профиля. В свою очередь, система была настроена на границу между группой риска и патологией, оцененной в 50 баллов, а диапазон группы риска сосредоточен в промежутке от 20 до 50 баллов.

Как следует из представленного обзора, сбор и интерпретация большого объема полученных медицинских данных, при использовании подобного рода экспертных систем, невозможно осуществить без автоматизированной их обработки. В связи с чем, для определения ФР и расчета степени их выраженности была применена технология ИИ – система «Решающих правил» в количестве 1098, а в качестве средства описания использована теория нечетких множеств. Разработка вычислительного ядра системы была реализована на базе языка C++ с закрытым исходным кодом, который необходим для кооперации с другими информационными платформами, а также во избежание утечки исходных кодов и нарушения патентного законодательства [2].

Для проведения многопрофильного дистанционного анкетного скрининга здоровья была разработана анкета, в которой сформулированы 198 информационных запросов, в том числе 6 вопросов, касающихся оценки физических данных обследуемого, 4 – для оценки приверженности к здоровому образу жизни и 9 вопросов по самооценке эмоционально-личностной сферы. Вопросы носят характер закрытых: имеется возможность ответа «да», «нет». Ряд вопросов включает цепную реакцию уточняющих запросов, или ветвление. В основе такого параметрического подхода лежит принцип оцифровки каждого признака, который участвует в оценке риска по всем 5 профилям со своим определенным весом. В результате суммирования веса угрозы происходит расчет риска, исходя из которого формируется степень его выраженности: низкая, средняя и высокая. Построение вопросов соответствует методике врачебного осмотра – по системам организма, включая данные анамнеза, состояния сердечно-сосудистой, пищеварительной, дыхательной, эндокринной систем, а также онкологическую настороженность. Вопросы анкеты соответствуют требованиям ВОЗ, российским актуальным нормативным и правовым приказам и рекомендациям. Уровни рисков согласуются с действующими приказами об определении групп здоровья (Пр. МЗ РФ №404н 27.04.2021) «Об утверждении Порядка проведения профилактического медицинского осмотра и диспансеризации определенных групп взрослого населения» [7].

В ходе тестирования методом ROC-кривых были определены чувствительность и специфичность телемедицинской системы (ROC > 0,8), результат расценен как высокий. Выполнение подобного тестирования необходимо для подтверждения эффективности работы телемедицинской системы на основе ИИ [2, 19].

РЕЗУЛЬТАТ РАЗРАБОТКИ

Результатом разработанной методики стал вариант дистанционного анкетного скрининга, позволяющий определять ФР ХНИЗ по 5 ведущим профилям патологии:

кардиология, гастроэнтерология, пульмонология, эндокринология, онкология, с возможностью формирования итогового заключения и персонализированных рекомендаций по дальнейшему обследованию, мерах профилактики возникновения и прогрессирования заболеваний, а также здоровому образу жизни.

Предложенная разработка позволяет дистанционно, из любой локации в удобное время, с использованием доступных гаджетов каждому обследуемому самостоятельно пройти анкетный онлайн-скрининг, заполнив опросник.

На сегодняшний день наша телемедицинская технология дистанционного анкетного скрининга ХНИЗ прошла апробацию на базе СПб ГБУЗ «Городская поликлиника №76» для проведения первого этапа медицинского осмотра студенческой молодежи. Так, в обследовании приняли участие 3155 студентов, 1480 мужчин и 1675 женщин. Средний возраст составил $19,6 \pm 1,5$ года.

Возможность самостоятельно проверить свое здоровье, исключив на этом этапе прямую коммуникацию с медицинским персоналом, с использованием нового веб-сервиса вызвала большой интерес среди студентов, который подтверждается динамикой вовлеченности в онлайн-анкетирование (рис. 1).

По итогам прохождения дистанционного анкетирования и оценки полученных результатов степень удовлетворенности пользователей телемедицинской системы среди обследуемых составила 96,6%, а среди медицинских работников – 91,7%.

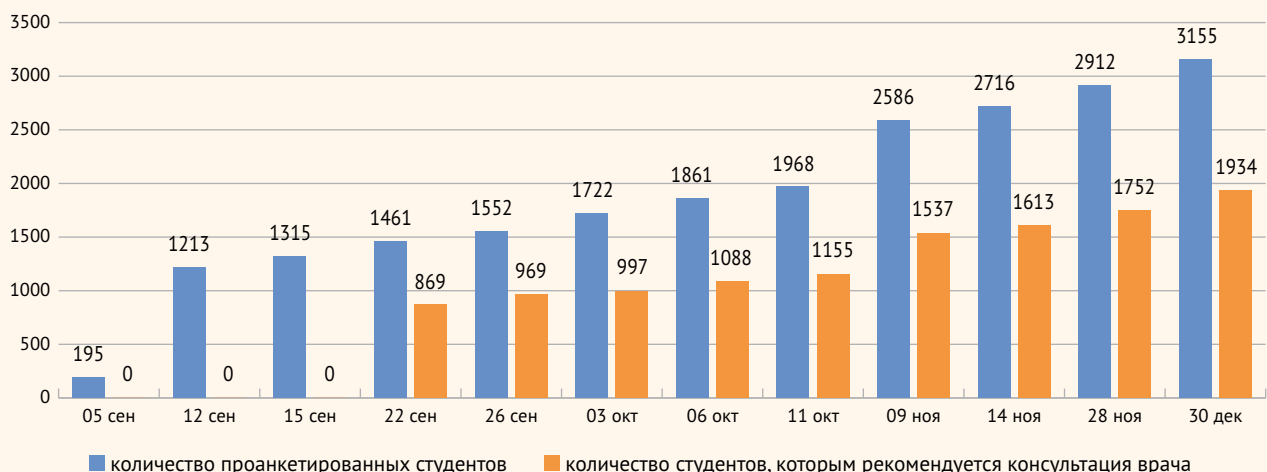
По результатам анализа данных высокая степень риска была выявлена у 11,7% обследуемых, средняя степень риска – у 30,9% и низкая степень риска – у 57,4%. Наличие рисков по 1 профилю патологии было определено у 24,3% обследованных, по 2 – у 16,3%, по 3 – у 16,8%, по 4 – у 21,7% и по 5 – у 20,9% соответственно. Большая часть обследуемых, 75,7%, имеет ФР по 2 и более профилям патологии, что указывает на сосуществование у одного пациента 2 или более заболеваний, синдромов или психических расстройств, связанных между собой единым

патогенетическим механизмом. В зависимости от выявленных ФР было установлено, что с наибольшей частотой обследуемых беспокоят жалобы со стороны эндокринной (28,9%), пищеварительной (21,8%), дыхательной (21,1%), сердечно-сосудистой систем (20,1%) и онкологическая настороженность (8,1%). В целом представленные результаты согласуются с общемировыми статистическими данными по наиболее часто встречающимся ХНИЗ, входящим в выбранные нами профили патологии [7].

Обращают на себя внимание результаты по самооценке эмоционально-личностной сферы обследуемых. Так, раздражительность встречается в 12,6% случаев, эмоциональная лабильность у 10,5%, плаксивость у 6,2%, потеря интереса к окружающему миру у 5,9%, эгоистичность у 3,1%, конфликтность у 3%, снижение самокритичности у 1,2% обследуемых. На наличие пребывания в стрессовой ситуации пожаловались 21,6%. Нарушение режима сна и бодрствования отмечают 15,9%, а малоподвижный образ жизни – 8,9% обследуемых. 14,2% опрошенных жалуются на сонливость.

Известно, что состояние психологического и соматического здоровья оказывает влияние на поведение человека. Многие заболевания лежат в основе возникновения поведенческих отклонений, а те, в свою очередь, затрудняют взаимосвязь человека с окружающей средой. Особенно ярко это проявляется в молодом возрасте, когда молодые люди вступают в самостоятельную жизнь и их социальная позиция резко меняется. Особую актуальность наше исследование приобретает в связи с тем, что на сегодняшний день проблема сохранения здоровья студенческой молодежи остро стоит перед обществом. Эта категория граждан относится к наименее социально защищенному слою населения. Поступив в вуз, молодой человек попадает в новые условия, адаптация к которым является сложным многоуровневым социально-психологическим процессом, сопровождающимся напряжением компенсаторно-приспособительных систем организма [5, 8]. Все это, несомненно, обуславливает

● **Рисунок 1.** Вовлеченность студенческой молодежи в онлайн-анкетирование при проведении пилотного проекта (сентябрь–декабрь 2022 г.)
 ● **Figure 1.** Involvement of college population in online surveys within the framework of the pilot project (September–December 2022)



необходимость детального исследования проблем мотивации здоровья студентов.

Изучение эффективности телемедицинской системы проводилось при помощи сравнения с результатами диагностики врачей амбулаторного звена с использованием нескольких статистических методов. Прежде всего была проверена статистическая значимость согласованности оценки риска заболевания, сделанных телемедицинской системой и врачами при помощи критерия Хи-квадрат или критерия Фишера (для малых данных) для таблиц сопряженности. Отсутствие таковой означало бы случайность сопоставления оценки телемедицинской системы и врачей, т. е. отсутствие согласованности в принятии решения о рисках заболевания по изучаемому профилю. Практически для всех профилей статистическая значимость согласия была найдена, что показывают р-значения, меньшие 0,001. Исключение составил профиль «Онкология», по которому врачи не нашли ни одного пациента с риском, в то время как телемедицинская система нашла таковой у 4 пациентов, что требует дальнейшего дообследования. В первую очередь этот профиль предполагает настороженность для врача.

Одной из общепринятых мер согласия является каппа Коэна, результаты вычислений каппы для различных профилей изображены на рис. 2.

Интерпретация каппы для получившихся данных следующая: менее 0,4 – слабое согласие, (0,4; 0,6) – умеренное согласие, (0,6; 0,8) – существенное согласие, (0,8; 1) – практически идеальное согласие. В нашем случае оценки по профилям кардиология и пульмонология, а также оценка болен/здоров независимо от профиля показали существенное согласие, оценки по профилям гастроэнтерология и эндокринология – умеренное согласие.

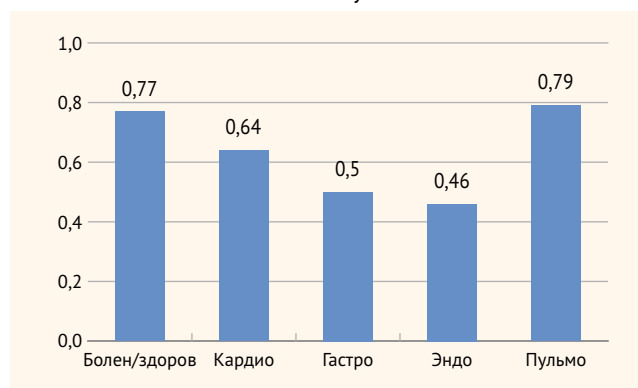
Оценку согласованности результатов диагностики принято проводить как в целом для найденных рисков и здоровых (точность), так и отдельно по найденным рискам и отдельно по здоровым. Если принять за эталон сравнения мнение врачей, то чувствительностью телемедицинской системы будет процент верно выявленных рисков среди пациентов, у которых врачи выявили риск; специфичностью телемедицинской системы – процент выявленных здоровых среди тех, у кого врачи не обнаружили риски. Предсказание позитива – процент имеющих риск среди тех, у кого телемедицинская система определила риск, предсказание негатива – процент не имеющих риск среди тех, кого телемедицинская система определила как здоровых. Все показатели являются оценками вероятности и поэтому измеряются от 0 до 1 (рис. 3, 4).

Согласно данным по чувствительности, наша телемедицинская система дает хорошее согласие по профилям кардиология и пульмонология, болен/здоров и умеренное согласие по остальным, при этом уверенно разделяет пациентов, имеющих риски от полностью здоровых. Например, из 9 человек с рисками по профилю пульмонологии согласно медосмотру у 8 телемедицинская система также определила риски. По остальным профилям телемедицинская система дает умеренное согласие, что для анкетного скрининга является вполне удовлетворительным результатом.

Помимо социального эффекта от внедрения нашей программы очевидна и экономическая эффективность проекта как для конкретного медицинского учреждения, так и для города и здравоохранения нашей страны в целом. Внедрение нашего проекта позволяет сократить время приема медицинским персоналом пациента, выделенное на сбор анамнеза, что дает возможность сосредоточиться на осмотре, разборе более сложного случая, самообразовании и пр. Так, годовая сумма экономии

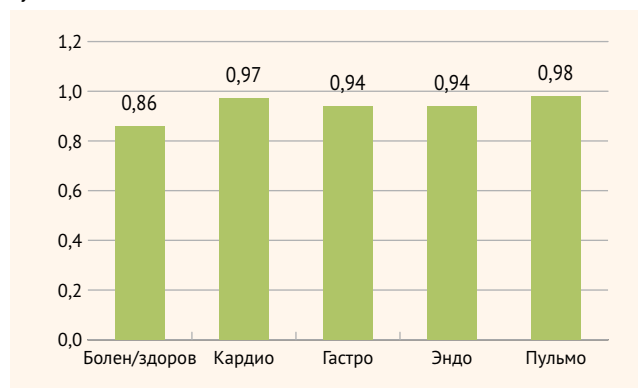
● **Рисунок 2.** Мера согласия телемедицинской системы и врачей – каппа Коэна

● **Figure 2.** Cohen's kappa coefficient for measuring agreement between the telemedicine system and doctors



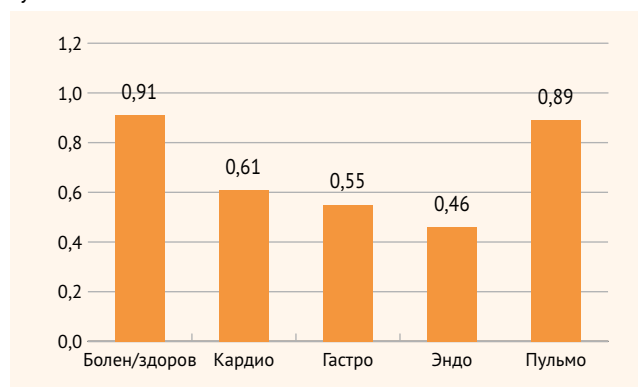
● **Рисунок 3.** Специфичность телемедицинской системы по отношению к диагностике врача

● **Figure 3.** Doctor's diagnosis-specificity of the telemedicine system



● **Рисунок 4.** Чувствительность телемедицинской системы по отношению к диагностике врача

● **Figure 4.** Doctor's diagnosis-sensitivity of the telemedicine system



бюджета в одном лечебно-профилактическом учреждении (ЛПУ) составляет 7491 тыс. руб. В целом использование скрининга в ЛПУ позволяет заметно сэкономить время на прием одного пациента, сократить ставшей ненужной поездку и время приема врача, а также, с определенной вероятностью, осуществить ранний скрининг ФР заболевания и сократить затраты на его лечение [7].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение телемедицинских технологий на основе ИИ в практическое здравоохранение является одним из главных трендов во всем мире на сегодняшний день. Преимущества использования подобных систем в клинической практике являются предметом дискуссий на протяжении последних лет. Бесспорно, ИИ – перспективно развивающаяся технология, которая позволяет быстро обработать большой массив медицинских данных, повысить точность диагностики и возможности лечения, медицинских назначений и рекомендаций, сократить время рутинных процессов и снизить экономические затраты. Безусловно, за медицинскими работниками остается последнее слово в принятии окончательного решения. Таким образом, ИИ в здравоохранении стоит воспринимать как инструмент, позволяющий повысить качество оказания медицинской помощи и снизить нагрузку на медицинских работников.

В нашей работе мы показали медицинскую, профилактическую, экономическую эффективность дистанционного многопрофильного анкетного скрининга при проведении медицинского осмотра. Система позволила выделить контингент обследуемых с высокой, средней и низкой степенью рисков, а также лиц с критическими ФР, нуждающихся

в первоочередном медицинском осмотре. Применение нашей телемедицинской технологии на основе искусственного интеллекта демонстрирует новые перспективы для использования подобных систем в практическом здравоохранении.

Выводы:

1) Использование телемедицинского дистанционного анкетного скрининга позволило обеспечить широкий охват студенческой молодежи медицинской услугой, перенести функцию анамнестического сбора данных о пациенте за рамки врачебного приема, предоставив, таким образом, врачу до очного осмотра данные о состоянии основных систем организма и наличии возможных рисках и угрозах.

2) Сочетание данных анамнестического дистанционного обследования здоровья и клинического осмотра врачом способствует повышению качества диагностики, позволяет специалисту без потери времени сосредоточиться на решении более важных клинических задач в ходе очного приема.

3) Применение статистических методов показало хорошую эффективность интегральной оценки здоровья и вполне удовлетворительную эффективность для выявления ФР и степени их выраженности по социально значимым профилям патологии.

4) Помимо экономии времени для врача и пациента система позволяет оперативно выделить контингент с высоким риском, нуждающихся в безотлагательной медицинской помощи, и целенаправленно уделить им внимание в первоочередном порядке.

Поступила / Received 25.01.2024

Поступила после рецензирования / Revised 12.02.2024

Принята в печать / Accepted 14.02.2024



Список литературы / References

1. Драпкина ОМ, Концевая АВ, Калинина АМ, Авдеев С Н, Агальцов МВ, Александрова ЛМ и др. Профилактика хронических неинфекционных заболеваний в Российской Федерации. Национальное руководство 2022. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2022;21(4):3235. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2022-3235>.
Drapkina OM, Kontsevaya AV, Kalinina AM, Avdeev SN, Agaltsov MV, Alexandrova LM et al. 2022 Prevention of chronic non-communicable diseases in the Russian Federation. National guidelines. *Cardiovascular Therapy and Prevention (Russian Federation)*. 2022;21(4):3235. (In Russ.) <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2022-3235>.
2. Селиверстов ПВ, Бакаева СР, Шаповалов ВВ, Алешко ОВ. Телемедицинские технологии: от теории к практике. *Медицинский совет*. 2022;16(23):366–372. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2022-16-23-366-372>.
Seliverstov PV, Bakaeva SR, Shapovalov VV, Aleshko OV. Telemedical technologies: from theory to practice. *Medsitsinskiy Sovet*. 2022;16(23):366–372. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2022-16-23-366-372>.
3. Карпов ЮА. Новый вектор в лечении артериальной гипертонии: американские рекомендации – 2017. *Медицинский совет*. 2018;(5):8–14. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2018-5-8-14>.
Karpov YuA. New perspectives for the treatment of arterial hypertension: 2017 american guidelines. *Medsitsinskiy Sovet*. 2018;(5):8–14. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2018-5-8-14>.
4. Аксенова ЕИ, Короткова ЕО, Горбатова СЮ, Камынина НН. Мониторинг факторов риска неинфекционных заболеваний взрослого населения: международный опыт. М.: ФБУ «НИИОЭММ ДЗМ»; 2022. 70 с. Режим доступа: <https://niioz.ru/upload/iblock/cbf/cbf27e29bd8b5c7e31a25aa5006d17cf.pdf>.
5. Проккопенко ЮИ. *Системные риски здоровью*. Екатеринбург: Издательские решения; 2015. 202 с. Режим доступа: https://ridero.ru/books/sistemnye_riski_zdorovyu.
6. Friebe R, Molloy A, Leatherman S, Dixon J, Bauhoff S, Chalkidou K. Achieving high-quality universal health coverage: a perspective from the National Health Service in England. *BMJ Glob Health*. 2018;3(6):e000944. <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2018-000944>.
7. Селиверстов ПВ, Безручко ДС, Васин АВ, Гриневич ВБ, Семенов КП, Алешко ОВ, Шаповалов ВВ. Телемедицинский дистанционный многопрофильный анкетный скрининг как инструмент раннего выявления хронических неинфекционных заболеваний. *Медицинский совет*. 2023;17(6):142–152. <https://doi.org/10.21518/ms2023-070>.
Seliverstov PV, Bezruchko DS, Vasin AV, Grinevich VB, Semenov KP, Aleshko OV, Shapovalov VV. Telemedicine remote multidisciplinary questionnaire screening as a tool for early detection of chronic non-communicable diseases. *Medsitsinskiy Sovet*. 2023;17(6):142–152. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/ms2023-070>.
8. Селиверстов ПВ, Шаповалов ВВ, Алешко ОВ. Внедрение телемедицинских технологий на основе искусственного интеллекта в практику оказания амбулаторно-поликлинической помощи для проведения медицинского осмотра. *Медицинский алфавит*. 2023;(28):44–49. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-28-44-49>.
Seliverstov PV, Shapovalov VV, Aleshko OV. Introduction of telemedicine technologies based on artificial intelligence into practice of providing outpatient care for medical examination. *Medical Alphabet*. 2023;(28):44–49. (In Russ.) <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-28-44-49>.
9. Гусев АВ, Кузнецова ТЮ, Корсаков ИН. Искусственный интеллект в оценке рисков развития сердечно-сосудистых заболеваний. *Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения*. 2018;(4):85–90. <https://doi.org/10.29188/2542-2413-2018-4-3-85-90>.
Gusev AV, Kuznetsova TYu, Korsakov IN. Artificial intelligence for cardiovascular risks assessment. *Russian Journal of Telemedicine and E-Health*. 2018;(4):85–90. (In Russ.) <https://doi.org/10.29188/2542-2413-2018-4-3-85-90>.
10. Мухина СМ, Орлова ЕВ. Исходы, сообщаемые пациентами: обзор направлений применения. *Реальная клиническая практика: данные и доказательств*. 2022;2(2):1–7. <https://doi.org/10.37489/2782-3784-myrwd-12>.

- Mukhina SM, Orlova EV. Patient-reported outcomes: an overview of applications. *Real-World Data & Evidence*. 2022;2(2):1–7. (In Russ.) <https://doi.org/10.37489/2782-3784-myrvvd-12>.
11. Березной АВ, Сайгитов РТ. «Цифровая революция» и инновационные бизнес-модели в здравоохранении: глобальные тренды и российские реалии. *Вестник Российской академии медицинских наук*. 2016;71(3):200–213. <https://doi.org/10.15690/vramn682>.
 12. Жданова ЕВ, Рубцова ЕВ. 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>.
Zhdanova EV, Rubtsova EV. 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. (In Russ.) <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2022-29-4-14-31>.
 13. Бородулина ЕА, Грибова ВВ, Вдохушкина ЕС. Технологии искусственного интеллекта в медицине. Проблемы становления. *Врач*. 2023;34(3):5–8. Режим доступа: <https://vrachjournal.ru/en/25877305-2023-03-01>.
Vorodulina EA, Gribova VV, Vdoushskina ES. Artificial intelligence technologies in medicine. Problems of establishment. *Vrach*. 2023;34(3):5–8. (In Russ.) Available at: <https://vrachjournal.ru/en/25877305-2023-03-01>.
 14. Гусев АВ, Шарова ДЕ. Этические проблемы развития технологий искусственного интеллекта в здравоохранении. *Общественное здоровье*. 2023;3(1):42–50. <https://doi.org/10.21045/2782-1676-2023-3-1-42-50>.
Gusev AV, Sharova DE. Ethical problems of the development of artificial intelligence technologies in healthcare. *Public Health*. 2023;3(1):42–50. (In Russ.) <https://doi.org/10.21045/2782-1676-2023-3-1-42-50>.
 15. Lin SY, Mahoney MR, Sinsky CA. Ten Ways Artificial Intelligence Will Transform Primary Care. *J Gen Intern Med*. 2019;34(8):1626–1630. <https://doi.org/10.1007/s11606-019-05035-1>.
 16. Baker A, Perov Y, Middleton K, Baxter J, Mullarkey D, Sangar D, Butt M, DoRosario A, Johri S. A Comparison of Artificial Intelligence and Human Doctors for the Purpose of Triage and Diagnosis. *Front Artif Intell*. 2020;(3):543405. <https://doi.org/10.3389/frai.2020.543405>.
 17. Juravle G, Boudouraki A, Terziyska M, Rezlescu C. Trust in artificial intelligence for medical diagnoses. *Prog Brain Res*. 2020;253:263–282. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2020.06.006>.
 18. Lin SY, Mahoney MR, Sinsky CA. Ten Ways Artificial Intelligence Will Transform Primary Care. *J Gen Intern Med*. 2019;34(8):1626–1630. <https://doi.org/10.1007/s11606-019-05035-1>.
 19. Морозов СП, Владимирский АВ, Кляшторный ВГ, Андрейченко АЕ, Кульберг НС, Гомболевский ВА. *Клинические испытания программного обеспечения на основе интеллектуальных технологий (лучевая диагностика): серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики»*. Вып. 23. М.: Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы; 2019. 33 с. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/cbifyfl>.
 20. Harwich E, Laycock K. Thinking on its own: AI in the NHS. 2018. Available at: https://people.brunel.ac.uk/~cssrajt/home_files/AI-in-Healthcare-report_.pdf.
 21. Delshad S, Dontaraju VS, Chengat V. Artificial Intelligence-Based Application Provides Accurate Medical Triage Advice When Compared to Consensus Decisions of Healthcare Providers. *Cureus*. 2021;13(8):e16956. <https://doi.org/10.7759/cureus.16956>.
 22. Lekadir K, Quaglio G, Tselioudis Garmendia A, Gallin C. *Artificial intelligence in healthcare – Applications, risks, and ethical and societal impacts*. European Parliament; 2022. 85 p. Available at: <https://data.europa.eu/doi/10.2861/568473>.
 23. Гусев АВ, Реброва ОЮ. Осведомленность и мнения руководителей в сфере здравоохранения России о медицинских технологиях искусственного интеллекта. *Врач и информационные технологии*. 2023;(1):28–39. Режим доступа: <https://www.vit-j.ru/journal/articles/viit-1-2023/osvedomlennost-i-mneniya-rukovoditeley-v-sfere-zdravookhraneniya-rossii-o-meditsinskikh-tekhnologiya/>.
Gusev AV, Rebrova OYu. Survey of awareness and opinions of Russian healthcare managers on artificial intelligence. *Medical Doctor and Information Technology*. 2023;(1):28–39. (In Russ.) Available at: <https://www.vit-j.ru/journal/articles/viit-1-2023/osvedomlennost-i-mneniya-rukovoditeley-v-sfere-zdravookhraneniya-rossii-o-meditsinskikh-tekhnologiya/>.
 24. Tyson A, Pasquini G, Spencer A, Funk C. 60% of Americans Would Be Uncomfortable With Provider Relying on AI in Their Own Health Care. *Pew Research Center*. 2023. Available at: <https://www.pewresearch.org/science/2023/02/22/60-of-americans-would-be-uncomfortable-with-provider-relying-on-ai-in-their-own-health-care/>.

Информация об авторе:

Селивёрстов Павел Васильевич, к.м.н., доцент 2-й кафедры (терапии усовершенствования врачей), Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова; 194044, Россия, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; seliverstov-pv@yandex.ru

Information about the author:

Pavel V. Seliverstov, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the 2nd Department (Therapy of Advanced Training of Doctors), Military Medical Academy named after S.M. Kirov; 6, Akademik Lebedev St., St Petersburg, 194044, Russia; seliverstov-pv@yandex.ru