

Арктика и Север. 2023. № 52. С. 232–245.

Научная статья

УДК [004.89:61](470.1/.2)(045)

doi: 10.37482/issn2221-2698.2023.52.232

Искусственный интеллект в системе здравоохранения арктических регионов Российской Федерации

Хаймина Людмила Эдуардовна^{1✉}, кандидат педагогических наук, доцент

Зеленина Лариса Ивановна², кандидат технических наук, доцент

Хаймин Евгений Сергеевич³, старший преподаватель

Федыкушова Светлана Ивановна⁴, преподаватель

^{1, 2, 3} Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, набережная Северной Двины, 17, Архангельск, Россия

² Северо-Западный институт управления Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Средний пр., В.О., 57/43, Санкт-Петербург, Россия

⁴ Архангельский торгово-экономический колледж, пр. Обводный канал, 12, Архангельск, Россия

¹ l.khaimina@narfu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4552-0440>

² l.zelenina@narfu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0155-3139>

³ e.khaymin@narfu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0523-3623>

⁴ sif-7@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-9545-5230>

Аннотация. В настоящее время в Российской Федерации большое внимание уделяется внедрению технологий искусственного интеллекта в систему здравоохранения в целях повышения качества оказываемой медицинской помощи. Благодаря ИИ-методам осуществляется поддержка при принятии медицинских решений, появляется возможность получения второго мнения для врача при постановке диагноза, что приводит к снижению риска определения ошибочных диагнозов (в том числе упущенных патологий). Развитие высокотехнологичной медицинской помощи является особенно актуальным вопросом для медицинских учреждений арктических регионов, являющихся территориально распределёнными и удалёнными территориями с суровыми природно-климатическими условиями. Решение данного вопроса призвано обеспечить естественный устойчивый прирост численности населения в этих регионах и увеличение продолжительности жизни населения российской Арктики, включая коренные малочисленные народы Севера. В статье на примере таких арктических территорий России, как Ямало-Ненецкий автономный округ, Республика Саха (Якутия), Мурманская область, республика Карелия и Архангельская область, рассматривается положительный опыт сотрудничества российских научно-исследовательских центров, медицинских компаний и высших учебных заведений в разработке и внедрении медицинских программных продуктов, основанных на технологиях и методах искусственного интеллекта.

Ключевые слова: арктические регионы, искусственный интеллект, система здравоохранения, системы поддержки принятия решений, нейронные сети, алгоритмы машинного обучения, телемедицина

* © Хаймина Л.Э., Зеленина Л.И., Хаймин Е.С., Федыкушова С.И., 2023

Для цитирования: Хаймина Л.Э., Зеленина Л.И., Хаймин Е.С., Федыкушова С.И. Искусственный интеллект в системе здравоохранения арктических регионов Российской Федерации // Арктика и Север. 2023. № 52. С. 232–245. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2023.52.232

For citation: Khaymina L.E., Zelenina L.I., Khaymin E.S., Fedkushova S.I. Artificial Intelligence in the Healthcare System of the Arctic Regions of the Russian Federation. *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2023, no. 52, pp. 232–245. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2023.52.232

Artificial Intelligence in the Healthcare System of the Arctic Regions of the Russian Federation

Lyudmila E. Khaymina^{1✉}, Cand. Sci. (Ped.), Associate Professor

Larisa I. Zelenina², Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor

Evgeniy S. Khaymin³, Senior Lecturer

Svetlana I. Fedkushova⁴, Lecturer

^{1, 2, 3} Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov, Naberezhnaya Severnoy Dviny, 17, Arkhangelsk, Russia

² North-West Institute of Management of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (NWIM RANEP), Sredniy pr., V.O., 57/43, Saint Petersburg, Russia

⁴ Arkhangelsk College of Commerce and Economics, pr. Obvodnyy kanal, 12, Arkhangelsk, Russia

¹ l.khaimina@narfu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4552-0440>

² l.zelenina@narfu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0155-3139>

³ e.khaymin@narfu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0523-3623>

⁴ sif-7@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-9545-5230>

Abstract. Currently, in the Russian Federation, much attention is paid to the introduction of artificial intelligence technologies into the healthcare system in order to improve the quality of medical care provided. The AI methods support the medical decision-making, it becomes possible to obtain a second opinion for a doctor when determining a diagnosis, which leads to a reduced risk of determining erroneous diagnoses (including missed pathologies). The development of high-tech medical care is a particularly relevant issue for medical institutions in the Arctic regions, which are geographically distributed and remote territories with hard natural and climatic conditions. The solution of this issue is designed to ensure natural sustainable population growth in these regions and increase the life expectancy of the population of the Russian Arctic, including the indigenous peoples of the North. The article considers the positive experience of cooperation between Russian research centers, medical companies and higher educational institutions in the development and implementation of medical software products based on technologies and methods of artificial intelligence on the example of such Arctic territories of Russia as the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug, the Republic of Sakha (Yakutia), the Murmansk Oblast, the Republic of Karelia and the Arkhangelsk Oblast.

Keywords: *Arctic region, artificial intelligence, healthcare system, decision support system, neural network, machine learning algorithm, telemedicine*

Введение

В 2019 г. в Российской Федерации была утверждена «Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года». Одним из её приоритетных направлений явилось использование технологий искусственного интеллекта в социальной сфере, в том числе для повышения качества услуг в сфере здравоохранения¹. Ожидаемым результатом использования в российском здравоохранении программных решений, основанных на технологиях и методах искусственного интеллекта, было повышение качества предоставляемых медицинских услуг и, как следствие, повышение уровня жизни населения.

В настоящее время наблюдается рост интереса к ИИ-решениям, связанным с цифровой трансформацией здравоохранения как в области диагностирования и прогнозирования заболеваний (в том числе мониторинга и оценки состояния пациентов в режиме реального

¹ ГарантРУ. Информационно-правовой портал. Указ Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации». URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72738946/> (дата обращения: 30.01.2023).

времени), так и поддержки клинических испытаний и создании роботизированных автономных устройств [1; 2].

Диагностика, основанная на ИИ-технологиях, позволяет выявить заболевание на ранних стадиях, что в целом способствует увеличению прогнозируемой продолжительности жизни населения. Возможность получения дополнительного мнения / консультаций от коллег из профессионального сообщества снижает риски допуска врачебных ошибок [3].

Программные медицинские решения, созданные на базе алгоритмов ИИ, помогая врачам на всех стадиях принятия решений [4], способны оценивать состояние пациента, экономить время, затрачиваемое на оформление записей при приёме пациентов, снижать риски несвоевременно определённых патологий или постановки ошибочных диагнозов. В период сложных эпидемиологических ситуаций данные технологии призваны не только существенно снизить нагрузку на врачей, облегчить работу медицинских сотрудников, но и помочь им сохранить жизни пациентов.

В Арктической зоне Российской Федерации долгое время актуальной являлась проблема недостаточно высокого качества медицинского обслуживания, связанная с нехваткой как медицинских учреждений, так и медицинских кадров (особенно в удалённых труднодоступных регионах, местах проживания коренных и малочисленных народов). Решением данной проблемы призваны стать современные дистанционные методики, основанные на технологиях искусственного интеллекта и связанные с профилактикой, постановкой диагноза и назначением лечения [5; 6].

Технологии телемедицины в регионах

В систему здравоохранения Российской Федерации активно внедряются технологии телемедицины. На сегодняшний день это не только возможность для пациентов из регионов удалённо общаться в формате видеосвязи с врачом соответствующей специализации.

Самым распространённым видом телемедицины в регионах являются консультации типа «врач — врач». Данный способ взаимодействия необязательно основывается на видеосвязи. Медицинская потребность может быть решена с помощью обмена результатами исследований / медицинских заключений, получения второго мнения по УЗИ, МРТ и иным исследованиям у коллег из других медицинских учреждений. Надо отметить, что «второе чтение», когда исследование, например, рентгеновских снимков, независимо проводят одновременно два врача, повышает качество проводимых обследований. Такой формат общения в профессиональном сообществе особенно важен для региональных врачей, когда они сталкиваются со сложными моментами диагностирования / лечения или отсутствием профильных врачей в региональных поликлиниках.

Технологии телемедицины позволяют региональным врачам отправлять запросы на плановую или экстренную госпитализацию пациентов в медучреждения более высокого уровня и определять возможность проведения лечения на месте или в другом медицинском

центре. В случае направления пациента в другое медицинское учреждение сервис уведомляет об этом принимающую организацию. Одновременно с этим сервис записи позволяет пациенту выбрать дату и время визита самостоятельно. В случае госпитализации больного (при необходимости) для территориально распределённых регионов данные технологии могут позволить решить и вопросы взаимодействия с санитарной авиацией.

Телемедицина сегодня позволяет проводить консилиумы врачей из разных медицинских организаций, когда одновременно требуются заключения от специалистов разных направлений. При этом система позволяет решать многие организационные вопросы, начиная с возможности использования цифровых подписей и заканчивая оформлением соответствующих медицинских заключений.

Функционирующие платформы телемедицины позволяют автоматизировать работу специалистов скорой помощи. Например, сотрудниками скорой помощи может быть передана информация о том, что на данный момент в соответствующую больницу / стационар будет госпитализирован пациент в тяжёлом состоянии, что, несомненно, позволит данному медицинскому учреждению заранее подготовиться к приёму пациента и своевременно оказать ему необходимую помощь. Если же сотрудники скорой помощи определяют, что госпитализация больного не требуется, но необходим вызов врача на дом, то сервис предоставляет и такую возможность, при этом возможно получение информации о дальнейшем медицинском обслуживании.

Не менее распространённым видом телемедицины являются консультации типа «врач – пациент», проводимые по итогам первичного осмотра / обследования. При этом инициировать консультацию может как лечащий врач, так и сам пациент. Сервисы телемедицинской платформы помогают лечащему врачу собирать необходимую медицинскую информацию о пациенте. Так, после авторизации через Единую систему идентификации и аутентификации пациент на региональном портале может по рекомендации врача заполнить анкету (однократно или многократно) со своими постоянными (наследственность, рост, вес) или динамическими показателями (пульс, давление и др. результаты собственных наблюдений). Получаемые данные позволят лечащему врачу объективно оценивать состояние пациента и назначать / корректировать проводимое лечение.

Таким образом, технологии телемедицины могут стать основой в принятии медицинских решений. Спектр направлений велик, приоритетность внедрения тех или иных возможностей телемедицинской платформы может самостоятельно определяться региональными медицинскими учреждениями².

² Evercare. Цифровая медицина в России. Телемедицина в регионах: многосторонний диалог. URL: <https://evercare.ru/> (дата обращения: 30.01.2023).

ИИ-технологии в системе здравоохранения Арктики

Искусственный интеллект, активно развиваясь в системе здравоохранения, имеет существенные результаты как в области онлайн-диагностики заболеваний по медицинским снимкам, применении систем распознавания речи, так и во многих других направлениях обработки и анализа медицинских данных [7; 8]. Рассмотрим некоторые примеры результативного взаимодействия российских медицинских компаний, научно-исследовательских центров, институтов развития и высших учебных заведений в разработке медицинских программных продуктов, основанных на технологиях ИИ и используемых в медицинских учреждениях арктических регионов России.

Программа для голосового заполнения медицинской документации Voice2Med

Российская компания (группа компаний) «Центр речевых технологий» представила программу Voice2Med, разработанную на основе искусственного интеллекта для распознавания медицинской речи. Программный продукт позволяет в режиме реального времени заполнять медицинские документы, преобразуя голос врача в текст. Текст вводится в поле, где установлен курсор (например, документ Word или медицинская информационная система). Врач диктует описание целиком, либо вносит изменения в готовый шаблон. Использование данного продукта позволяет существенно сократить время медицинских работников на заполнение документов. Помимо этого, к функциональным возможностям продукта можно отнести голосовую навигацию и заполнение протоколов в медицинских информационных системах, голосовое подтверждение результатов распознавания и возможность голосового управления печатью и сохранением документов. В программе предусмотрена поддержка специализированных словарей, что позволяет точно распознавать и корректно оформлять медицинские термины. Программа может быть использована врачами-диагностами (УЗИ, КТ/МРТ/ПЭТ КТ, Патоморфология, Рентгенология, Кардиология, Эндоскопия), врачами поликлиник и стационаров, выездными бригадами. При этом для распознавания речи не требуется доступ к глобальной сети Интернет. Языком распознавания является русский язык ³.



Рис. 1. ЦРТ. Voice2Med ³.

³ Группа компаний ЦРТ. Программа для голосового заполнения медицинской документации. Voice2Med. URL: <https://www.speechpro.ru/product/programmy-dlya-raspoznaniya-rechi-v-tekst/voice2med> (дата обращения: 30.01.2023).

Данная система голосового заполнения активно внедряется в лечебных учреждениях различных регионов. Так, в Мурманской области одним из первых медицинских учреждений, используемых систему голосового заполнения медицинских документов, стала Мурманская областная клиническая больница им. П.А. Баяндина⁴.

Программная платформа TeleMD. Botkin.AI

Российская компания «Ителлоджик» совместно с Российским онкологическим научным центром имени Н. Н. Блохина и другими ведущими научными и клиническими центрами представили программную платформу TeleMD, позволяющую диагностировать и оценивать вероятность развития онкозаболеваний на основе анализа медицинских изображений и других медицинских данных о человеке. Важным моментом для применения данного программного продукта в медицинских учреждениях арктических регионов является возможность получения лечащим врачом удалённых консультаций коллег из профессионального сообщества.



Рис. 2. Сервисы и технологии TeleMD⁵.

Важным моментом является процесс взаимодействия медицинских учреждений, расположенных в федеральном центре (г. Москве) и в удалённых территориях России. Примером такого сотрудничества может являться предоставление возможности врачам Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО) использовать столичную платформу Hub Telemed. Лучевые исследования пациентов региональных клиник в обезличенном виде могут поступать на платформу, где будет происходить их анализ на основе использования обученных нейронных сетей (могут исследоваться признаки сразу семи патологий), результаты которого возвращаются врачу для итогового описания. Использование технологий искусственного интеллекта при этом не заменяет лечащего врача, но повышает точность и скорость диагностики заболевания, в т. ч. и на ранних стадиях развития⁶.

⁴ KN 51. В областной больнице начинают заполнять документы при помощи голоса. URL: <https://kn51.ru/2020/01/17/v-oblastnoy-bolnice-nachinayut-zapolnyat-dokumenty-pri/> (дата обращения: 30.01.2023).

⁵ TeleMD. URL: <https://shorturl.at/osvH0> (дата обращения: 30.01.2023).

⁶ Врачи Ямало-Ненецкого автономного округа смогут использовать московские сервисы искусственного интеллекта. Сайт правительства Москвы. Advis.ru. 30.09.2022. URL: https://advis.ru/php/view_news_ajax.php?id=7A08B789-82EF-9445-8ED0-635F922DE8A5 (дата обращения: 30.01.2023).

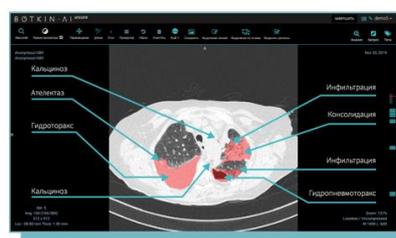
Компанией «Ителлоджик», резидентом «Сколково», был запущен также пилотный проект по использованию платформы Botkin.AI в Мурманской области. Платформа представляет собой сервис, доступ к которому обеспечивается любому авторизованному врачу. Работа платформы основана на технологиях искусственного интеллекта для поддержки врачебных решений: определение на ранних стадиях онкологических (в том числе) заболеваний, прогнозирование рисков развития заболеваний, предсказание моментов, когда пациент обратится к врачу. В рамках пилотного проекта планировалась реализация интеграции с системой передачи и архивации изображений PACS (Picture Archiving and Communication System). При этом поступающие медицинские изображения подлежали деперсонализации, передавались на платформу Botkin.AI для анализа и распознавания очагов заболевания. Также в рамках данного проекта планировалась интеграция с электронными медицинскими картами для анализа рисков развития заболеваний. К работе платформы планировалось подключение Центрального архива медицинских изображений (ЦАМИ) региона, функционирующего на базе Мурманской областной клинической больницы [5].

В целом представленный программно-аппаратный комплекс может быть подключён к PACS или напрямую к источнику данных (КТ, ПЭТ/КТ, МРТ, рентген, флюорограф). Перечень некоторых решаемых платформой задач представлен на рис. 3 и 4.

Компьютерная томография



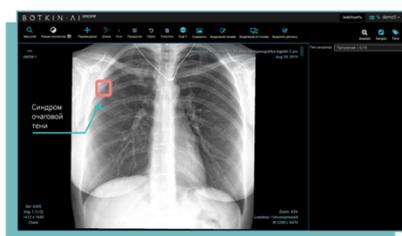
- Детектирование и визуализация новообразований
- Определение неонкологических патологий, в том числе: эмфизема, консолидация, фиброзы, кисты, бронхоэктазы, матовое стекло
- Приоритизация исследований



- Автоматическая классификация исследований в соответствии с Lung-RADS
- Измерение объема и плотности очагов
- Определение динамики очагов

Рис. 3. Компьютерная томография. Botkin AI.

Рентген и флюорография



- Детектирование и сегментация синдромов, в том числе синдрома обширного/ограниченного затемнения легочного поля, обширного просветления легочного поля, синдрома очагов и ограниченной/диффузной диссеминации в легочном поле
- Приоритизация исследований

Маммография



- Детектирование и визуализация новообразований
- Измерение площади и плотности очагов
- Приоритизация исследований
- Автоматическая классификация исследований в соответствии с BI-RADS

Рис. 4. Рентген, флюорография, маммография. Botkin AI ⁷.

Платформа прогнозной аналитики Webiomed

Учёными Петрозаводского государственного университета (Карелия) совместно с компанией «К-Скай», резидентом Фонда «Сколково», была разработана уникальная научная установка (УНУ), которая может быть применима врачами в качестве системы поддержки принятия медицинских решений. По мнению директора мединститута ПетрГУ Александра Балашова, это первый в российской Арктике программно-аппаратный комплекс, включающий в себя технологии искусственного интеллекта, виртуальную образовательную клинику, роботов, телемедицину и другие современные направления системы здравоохранения. Установка позволяет предвидеть возможные риски для здоровья пациентов, связанные с сердечно-сосудистыми заболеваниями, онкологией, болезнями лёгких и бронхов, осложнениями при беременности ⁸.

Все биомедицинские данные при оказании пациенту медицинской услуги (лечение, консультирование и прочее) заносятся в медицинскую информационную систему «Единая цифровая платформа», с которой взаимодействуют медицинские учреждения Карелии. Анализ накопленных в базе данных позволяет врачу сформировать диагностически целостное представление о пациенте, на основании которого определяется лечение и динамическое наблюдение. При этом чем больший объём данных будет загружаться и обрабатываться УНУ, тем выше будет точность выдаваемых индивидуальных рекомендаций по тому или иному пациенту. Для увеличения объёма обрабатываемых баз данных УНУ используются биомедицинские данные из других регионов, например Кировской области и ЯНАО, подписано соглашение о сотрудничестве с Министерством здравоохранения Мурманской области.

Решение задачи обработки медицинских данных основано на применении платформы прогнозной аналитики и управления рисками в здравоохранении Webiomed (разработчик компания К-Скай), использующей для анализа данных такие интеллектуальные методы обработки, как прогнозные математическое моделирование, машинное обучение, NLP-технологии.

⁷ ООО «Интеллоджик». Botkin AI. Проблемы и возможности использования технологий искусственного интеллекта для анализа медицинских изображений, 2020 г. URL: https://evercare.ru/sites/default/files/2020-05/Сорокин_Botkin.AI%20Телемедфорум.pdf (дата обращения: 30.01.2023).

⁸ Уникальная научная установка: здравоохранение Карелии усовершенствуют с помощью искусственного интеллекта. URL: <https://rk.karelia.ru/social/science/unikalnaya-nauchnaya-ustanovka-zdravoohranenie-karelii-usovershenstvuyut-s-pomoshhyu-iskusstvennogo-intellekta/> (дата обращения: 30.01.2023).

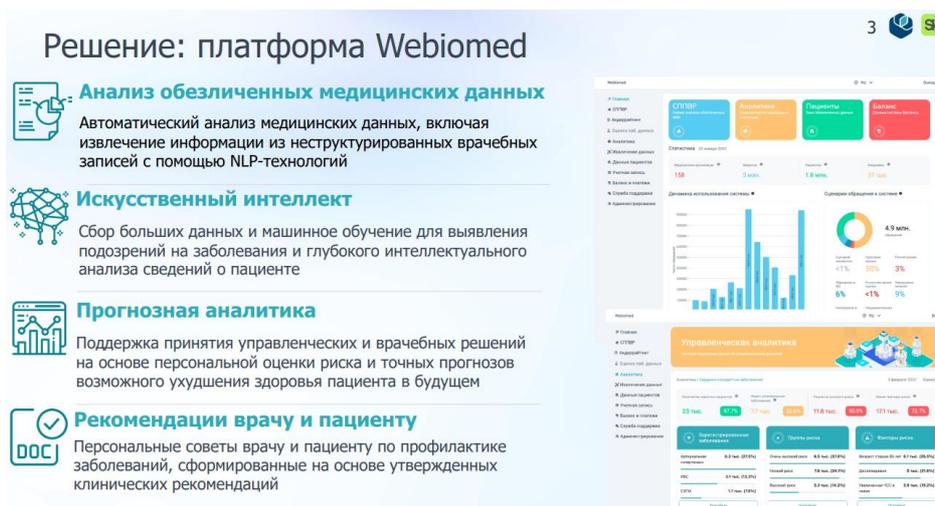


Рис. 5. Платформа Webiomed⁹.

Платформа Webiomed использовалась правительством Ямало-Ненецкого автономного округа совместно с Ассоциацией разработчиков и пользователей искусственного интеллекта в медицине «Национальная база медицинских знаний» (НБМЗ) в реализации проекта «Внедрение систем искусственного интеллекта для медицины». По данным 2019 года проект апробировался в режиме клинических испытаний в Муравленковской городской больнице с большой базой электронных медицинских карт.

Некоторые результаты, полученные в ходе пилотной эксплуатации Webiomed:

- точность выявления факторов риска и оценки группы риска развития сердечно-сосудистых заболеваний системой Webiomed 99% (при условии полноты и корректности поданной на анализ информации) (среднее значение точной оценки врачами — в 51% случаев);
- правильность оценки абсолютного риска смерти от сердечно-сосудистых заболеваний у пациентов в возрасте от 40 до 65 лет: в 37% карт диспансеризации оценка была выставлена правильно. В 61% карт диспансеризации оценка была занижена, в 2% — завышена (в сравнении с правильной оценкой, определённой Webiomed);
- правильность определения группы здоровья. I группа здоровья (пациенты без хронических неинфекционных заболеваний и связанных с ними факторов риска, либо с низким / умеренным риском смерти от ССЗ): в 9% случаев неверно отнесённых к данной группе здоровья пациентов платформа Webiomed определила значимые факторы риска, присвоив им высокую/очень высокую степень риска. II группа здоровья: обнаружено 15% неверно диагностированных пациентов с очень высоким риском и 45% с высоким риском развития ССЗ¹⁰.

⁹ Webiomed. Платформа прогнозной аналитики Webiomed. URL: <https://webiomed.ru/> (дата обращения: 30.01.2023).

¹⁰ Webiomed. Внедрение в Ямало-Ненецком автономном округе. URL: <https://webiomed.ru/nashi-proekty/yanao/> (дата обращения: 30.01.2023).

По данным 2022 г. на основе интеграции программных продуктов компаний «К-Скай» и «РТ МИС» в Республике Саха был реализован Совместный проект по анализу медицинских данных на основе технологий искусственного интеллекта (платформа Webiomed). В течение трёх месяцев было проанализировано более 2,8 млн обезличенных электронных медицинских документов, подключено 18 медицинских организаций региона, около 2-х тысяч врачей имели возможность заниматься вопросами прогнозирования развития 40-ка заболеваний (ССЗ, болезни крови, сахарный диабет, заболевания ЖКТ и органов дыхания и другие)¹¹.

Комплекс программ Sciberia. Пилотный проект «ОНКОПОИСКСАХА.РФ»

Компания Sciberia, являющаяся резидентом технопарка «Якутия» и «Сколково», занимается разработкой программного обеспечения для анализа медицинских изображений методами компьютерного зрения и машинного обучения. Предлагаемые продукты позволяют на основе КТ-исследований органов грудной клетки или головного мозга решать задачи диагностики COVID-19, острого нарушения мозгового кровообращения¹².

В 2020 г. предложенное компанией решение было применимо в задаче выявления вирусной инфекции COVID-19 в медицинских учреждениях Якутии. При этом скорость обработки снимков в среднем составляла около 15 секунд, точность исследования — до 98,5%, при том, что врачу на расшифровку КТ-исследования было необходимо не менее 30–40 минут¹³.

Комплекс программ Sciberia внедряется в работу медицинских учреждений республики Саха (Якутия). Помимо этого, организации системы здравоохранения шести регионов РФ были подключены в режиме апробации к ПО Sciberia, в том числе «Медицинский информационно-аналитический центр» Архангельской области¹⁴.

При поддержке Министерства здравоохранения Российской Федерации в республике Саха (Якутия) разработан пилотный проект «ОНКОПОИСКСАХА.РФ», позволяющий использовать технологии искусственного интеллекта в профилактической медицине онкопатологий. Проект имеет официальный сайт.

¹¹ Источник © ysia.ru. Искусственный интеллект проанализировал почти 3 млн электронных медицинских документов в Якутии. URL: <https://ysia.ru/tsifrovaya-meditsina-v-yakutii-proanalizirovali-pochti-3-mln-elektronnyh-dokumentov/> (дата обращения: 30.01.2023).

¹² SCIBERIA. Программное обеспечение для здравоохранения на основе компьютерного зрения и машинного обучения. URL: <https://sciberia.ru/#about> (дата обращения: 30.01.2023).

¹³ Источник © ysia.ru СахаМедиа. Якутские ученые научились диагностировать поражение легких за 15 секунд. URL: <https://ysia.ru/yakutskie-uchenye-nauchilis-diagnostirovat-porazhenie-legkih-za-15-sekund/> (дата обращения: 30.01.2023).

¹⁴ Cnews. Якутская компания «Сайберия» создала многоместную рабочую станцию на базе «Эльбрус 16С». 2023. URL: https://www.cnews.ru/news/line/2023-01-31_yakutskaya_kompaniya_sajberiya (дата обращения: 30.01.2023).

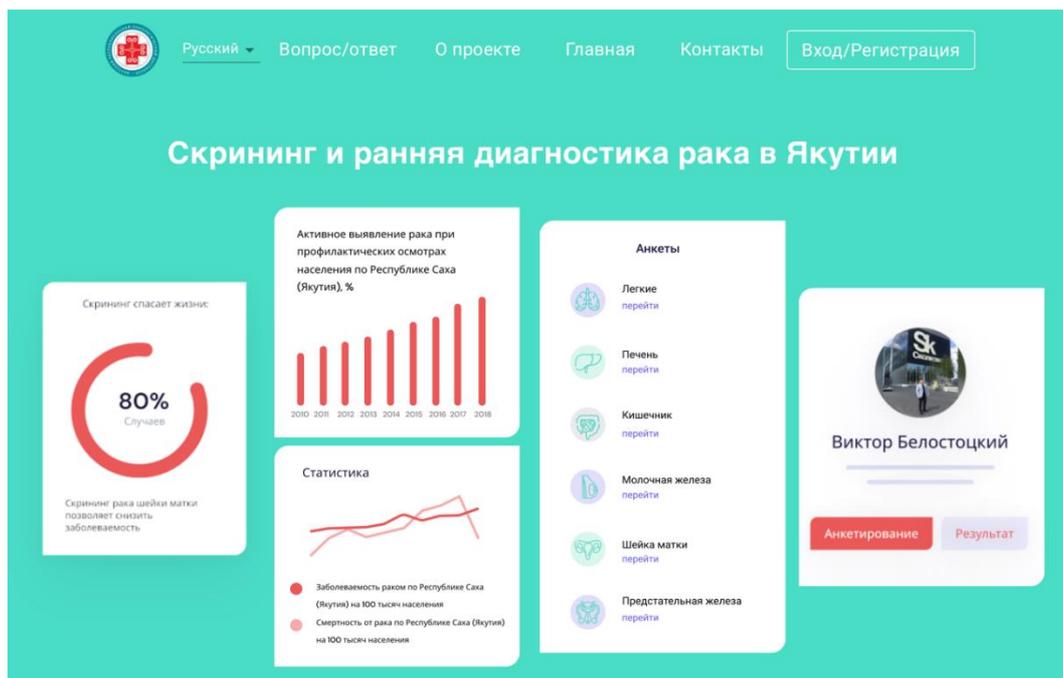


Рис. 6. ОНКОПОИСКСАХА.РФ ¹⁵.

Заполненная пациентом анкета оценивается обученными нейронными сетями, и в случае высокой степени риска наличия онкологии выдаётся рекомендация записи на приём в медицинское учреждение, в т. ч. проведение инструментальных и лабораторных исследований в Якутском республиканском онкологическом диспансере ¹⁶.

Программный комплекс мобильной диагностики «Цифровой ФАП»

В 2022 г. в Мурманской области было проведено тестирование аппаратно-программного комплекса мобильной диагностики «Цифровой ФАП» компании СберМедИИ. Он представляет собой безопасный для транспортировки и хранения компактный кейс, базовый набор которого включает в себя необходимое диагностическое оборудование.

Медицинское оборудование в Цифровом ФАП

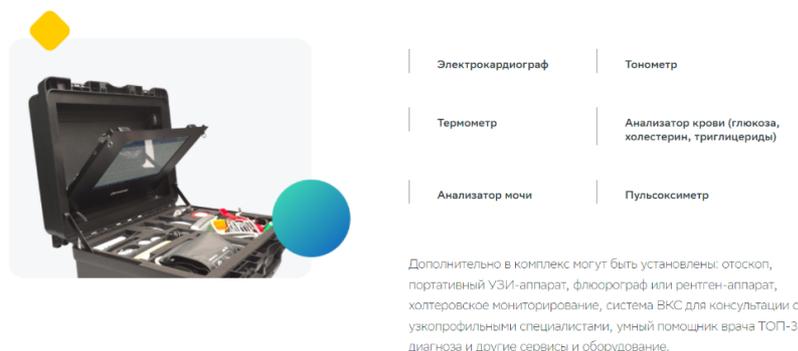


Рис. 7. Цифровой ФАП. Медицинское оборудование.

¹⁵ Онкопоиск: ОНКОПОИСКСАХА.РФ. URL: <https://xn--80aawhbpgcayb7c.xn--p1ai/about> (дата обращения: 02.02.2023).

¹⁶ SBERMED AI Искусственный интеллект в российской системе здравоохранения / 2022. Искусственный интеллект в российской системе здравоохранения. СБЕРМЕД ИИ. sbermed.ai. URL: <https://sbermed.ai/en/iskusstvenniy-intellekt-v-medsine-rossii/> (дата обращения: 30.01.2023).

Комплекс интегрирован с Медицинским цифровым диагностическим центром и, работая на алгоритмах искусственного интеллекта, позволяет расшифровывать и маршрутизировать полученные с приборов данные¹⁷. Следует отметить, что по состоянию на 2022 г. платформа Медицинского цифрового диагностического центра объединяла более 50-ти решений СберМедИИ (в т. ч. «КТ Лёгких», «КТ Инсульт», «ТОП-3» Умный цифровой помощник врача на базе ИИ) и сервисы компаний-партнёров.

Как работает Цифровой ФАП



Рис. 8. Цифровой ФАП. Принципы работы.

Благодаря возможности подключения к сервисам на базе алгоритмов искусственного интеллекта жители удалённых и труднодоступных территорий могут не только проходить обследования, но и получать плановые или экстренные консультации соответствующих профильных специалистов областных больниц региона. При этом наблюдается высокая скорость получения результатов лабораторных и инструментальных исследований в режиме реального времени и их автоматического занесения в электронную карту пациента¹⁸.

Заключение

«Цифровое здоровье», определяемое сегодня как «культурная трансформация в здравоохранении» призвано решить многие проблемные ситуации предоставления медицинских услуг, в т. ч. в учреждениях арктических регионов Российской Федерации. Сложные климатические условия, территориальная удалённость и распределённость регионов, недостаточная обеспеченность медицинским персоналом и оборудованием обуславливают появление таких проблем, как сниженная продолжительность жизни населения, высокий уровень распространения инфекционных заболеваний и прочее¹⁹. Решение данных задач может состоять в использовании передовых технологий, связанных с цифровизацией и информатизацией здравоохранения.

¹⁷ SBERMED AI. Цифровой ФАП. URL: <https://sbermed.ai/diagnostic-center/meditsinskoye-oborudovaniye-s-ii/fap/> (дата обращения 30.01.2023).

¹⁸ Информационное агентство «Би-порт» Новости Мурманска и Мурманской области 2022. URL: <https://b-port.com/news/273748> (дата обращения: 30.01.2023).

¹⁹ Evercare. Цифровое здоровье в Арктике. URL: <https://evercare.ru/news/cifrovoye-zdorove-v-arktike> (дата обращения: 30.01.2023).

Несомненно, одним из самых передовых направлений являются ИТ-решения, разработанные на основе технологий искусственного интеллекта. Уже сегодня искусственный интеллект позволяет анализировать состояние кожи с помощью смартфона, анализировать состояние человека по видео-селфи, измерять давление человека с помощью обычной фотокамеры, проводить первичную диагностику тяжёлых нейродегенеративных заболеваний на основе анализа речи пациента, определять степень риска развития атеросклеротических сердечно-сосудистых заболеваний в течение 10 лет на основе рентгеновского снимка грудной клетки, по результатам анализа деятельности мозга прогнозировать развитие таких заболеваний, как деменция, болезнь Альцгеймера и многое другое²⁰.

Важным моментом является изучение и использование региональными медицинскими учреждениями передовых практик цифровой медицины, функционирующих на алгоритмах машинного обучения и компьютерного зрения. Оперативные и точные обследования, более высокое качество оказания медицинской помощи должны стать перспективами внедрения искусственного интеллекта в систему здравоохранения.

Список источников

1. Гусев А.В., Владзимирский А.В., Шарова Д.Е., Арзамасов К.М., Храмов А.Е. Развитие исследований и разработок в сфере технологий искусственного интеллекта для здравоохранения в Российской Федерации: итоги 2021 года // *Digital Diagnostics*. 2022. Т. 3. №. 3. С. 178–194. DOI: 10.17816/DD107367
2. Davenport T., Kalakota R. The potential for artificial intelligence in healthcare // *Future Hospital Journal*. 2019. Vol. 6 (2). Pp. 94–98. DOI: 10.7861/futurehosp.6-2-94
3. Евгина С.А., Гусев А.В., Шаманский М.Б., Годков М.А. Искусственный интеллект на пороге лаборатории // *Лабораторная служба*. 2022. № 2 (11). С. 18–26. DOI: 10.17116/labs20221102118
4. Yang L., Ene I.C., Arabi Belaghi R., Koff D., Stein N., Santaguida P.L. Stakeholders' perspectives on the future of artificial intelligence in radiology: a scoping review // *European Radiology*. 2021. No. 32 (3). Pp. 1477–1495. DOI: 10.1007/s00330-021-08214-z
5. Киселев М.А., Авдеева Т.В. Применение систем искусственного интеллекта в условиях нового этапа освоения Арктики. Аналитический обзор. Москва: Первый том, 2018. 52 с.
6. Зеленина Л.И., Федькушова С.И. Экология Арктики и здоровье человека (на примере Архангельской области) // *Инноватика*. 2014. № 2. С. 32–39.
7. Карпов О.Э., Храмов А.Е. Информационные технологии, вычислительные системы и искусственный интеллект в медицине. Москва: ДПК Пресс, 2022. 480 с.
8. Zelenina L., Khaimina L., Khaimin E., Khripunov D., Zashikhina I. Convolutional neural networks in the task of image classification // *Mathematics and Informatics*. 2022. Vol. 65. No 1. Pp. 19–29. DOI: 10.53656/math2022-1-2-con

References

1. Gusev A.V., Vladzimirskyy A.V., Sharova D.E., Arzamasov K.M., Khramov A.E. Razvitie issledovaniy i razrabotok v sfere tekhnologiy iskusstvennogo intellekta dlya zdravookhraneniya v Rossiyskoy Federatsii: itogi 2021 goda [Evolution of Research and Development in the Field of Artificial Intelligence Technologies for Healthcare in the Russian Federation: Results of 2021]. *Digital Diagnostics*, 2022, vol. 3, no. 3, pp. 178–194. DOI: 10.17816/DD107367

²⁰ Evercare. Искусственный интеллект. URL: <https://evercare.ru/category/iskusstvennyy-intellekt> (дата обращения: 30.01.2023).

2. Davenport T., Kalakota R. The Potential for Artificial Intelligence in Healthcare. *Future Hospital Journal*, 2019, vol. 6 (2), pp. 94–98. DOI: 10.7861/futurehosp.6-2-94
3. Evgina S.A., Gusev A.V., Shamanskiy M.B., Godkov M.A. Iskusstvennyy intellekt na poroge laboratorii [Artificial Intelligence on the Doorstep of the Laboratory]. *Laboratornaya sluzhba* [Laboratory Service], 2022, no. 2 (11), pp. 18–26. DOI: 10.17116/labs20221102118
4. Yang L., Ene I.C., Arabi Belaghi R., Koff D., Stein N., Santaguida P.L. Stakeholders' Perspectives on the Future of Artificial Intelligence in Radiology: A Scoping Review. *European Radiology*, 2021, no. 32 (3), pp. 1477–1495. DOI: 10.1007/s00330-021-08214-z
5. Kiselev M.A., Avdeeva T.V. *Primenenie sistem iskusstvennogo intellekta v usloviyakh novogo etapa osvoeniya Arktiki. Analiticheskiy obzor* [Application of Artificial Intelligence Systems in the Conditions of a New Stage of Arctic Exploration. Analytical Review]. Moscow, 2018, 52 p. (In Russ.)
6. Zelenina L.I., Fedkushova S.I. Ekologiya Arktiki i zdorov'e cheloveka (na primere Arkhangel'skoy oblasti) [Ecology of Arctic and Human Health (for Example, the Arkhangelsk Region)]. *Innovatika*, 2014, no. 2, pp. 32–39.
7. Karpov O.E., Khramov A.E. *Informatsionnye tekhnologii, vychislitel'nye sistemy i iskusstvennyy intellekt v meditsine* [Information Technologies, Computing Systems and Artificial Intelligence in Medicine]. Moscow, DPK Press Publ., 2022, 480 p. (In Russ.)
8. Zelenina L., Khaimina L., Khaimin E., Khripunov D., Zashikhina I. Convolutional Neural Networks in the Task of Image Classification. *Mathematics and Informatics*, 2022, vol. 65, no 1, pp. 19–29. DOI: 10.53656/math2022-1-2-con

Статья поступила в редакцию 27.02.2023; одобрена после рецензирования 24.03.2023;
принята к публикации 25.03.2023

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов