

УДК 616-00

ПЕРСПЕКТИВЫ МЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

¹Рязанова С.В., ^{1,2}Комков А.А., ¹Мазаев В.П.

¹ФГБУ «НМИЦ терапии и профилактической медицины» Министерства здравоохранения
Российской Федерации, Москва, e-mail: maloyco@gmail.com;

²ГБУЗ «Городская клиническая больница № 67 им. Л.А. Ворохобова ДЗМ», Москва

Искусственный интеллект (ИИ) в медицине в значительной степени уже сейчас заменяет человека в разработке новых лекарств, диагностике болезней, а также улучшает медицинские услуги в целом. ИИ упрощает процесс выявления сходства и закономерностей, помогая создавать когорты пациентов для клинических испытаний. Удаленные консультации расширяют доступ к качественной медицинской помощи, особенно в малонаселенных пунктах. Преимущество ИИ перед человеком прежде всего будет наиболее выражено в диагностике заболеваний. Сервис помощи принятия врачебных решений стал возможным благодаря обработке большого количества медицинской документации. ИИ уже сейчас успешно диагностирует инсульт на ранних этапах болезни, обрабатывает изображения клеток, облегчая работу патологоанатомов, предсказывает последствия ухудшения слуха, анализирует наличие макулярной дистрофии и диабетической ретинопатии и многое другое. Ожидаемый многократный рост количества подобных технологий создает предпосылки к развитию отрасли в целом, привлекая новые высокоспециализированные кадры и многомиллионные инвестиции для развития стратегических направлений бизнеса и экосистем, связанных с получением больших данных.

Ключевые слова: медицинские технологии, искусственный интеллект, прогнозирование, цифровая медицина

PROSPECTS OF MEDICAL TECHNOLOGIES OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

¹Ryazanova S.V., ^{1,2}Komkov A.A., ¹Mazaev V.P.

¹National Research Centre for Preventive Medicine of the Ministry of Healthcare of Russian Federation,
Moscow, e-mail: maloyco@gmail.com;

²Public health agency of the city of Moscow "City Clinical Hospital № 67
of Moscow Health Department", Moscow

Artificial intelligence (AI) in medicine is already largely replacing humans in the development of new drugs, the diagnosis of diseases, and also improves medical services in general. AI simplifies the process of identifying similarities and patterns, helping to create cohorts of patients for clinical trials. Remote consultations expand access to quality medical care, especially in sparsely populated areas. The advantage over humans, first of all, will be most pronounced in the diagnosis of diseases. The medical decision-making assistance service has become possible thanks to the processing of a large number of medical documentation. AI is already successfully diagnosing stroke in the early stages of the disease, processing images of cells, facilitating the work of pathologists, predicting the consequences of hearing impairment, analyzing the presence of macular dystrophy and diabetic retinopathy, and much more. The expected multiple development in the number of such technologies creates prerequisites for the development of the industry as a whole, attracting new highly specialized personnel and multi-million investments for the development of strategic business areas and ecosystems associated with obtaining big data.

Keywords: medical technologies, artificial intelligence, forecasting, digital medicine

Объем мирового рынка технологий ИИ, используемого в здравоохранении, по итогам 2020 г. достиг 4,2 млрд долл. Об этом свидетельствуют данные аналитиков Research And Markets [1].

Цель публикации – представить, что внедрение в медицину инновационных технологий искусственного интеллекта (ИИ) трансформировало многие возможности, которые казались нам фантастическими и сказочными, в реальность; показать значимость этих достижений и повысить интерес к их использованию.

ИИ в медицине в значительной степени уже сейчас заменяет человека в разработке новых лекарств, диагностике болезней,

а также улучшает медицинские услуги в целом. ИИ упрощает процесс выявления сходства и закономерностей, помогая создавать когорты пациентов для клинических испытаний. Можно найти информацию в неструктурированной медицинской литературе для поддержки принятия решений, что повысит точность диагностики. Сами разработчики часто не понимают логику поиска закономерностей искусственным интеллектом, что привносит некий иррационализм, в связи с недостаточной изученностью логики его работы, и опасения дальнейшего развития этого популярного направления современного программирования.

Наибольший интерес представляют для отрасли автоматизация управления медицинскими записями и анализ изображений для постановки диагноза [2].

Основными трендами ИИ являются:

1. Предположение различных состояний
2. Анализ дигитальных данных с поиском решений проблемы
3. Оценка материала с обнаружением невидимых связей [3].

Уже сегодня стали остро востребованы форматы дистанционного мониторинга и телемедицины для обмена опытом между врачами, сопровождения больных в стационаре, на дому и амбулаторном лечении.

Министерству здравоохранения РФ уже удалось создать единый цифровой контур, который в существенной степени должен повысить качество собираемой и обрабатываемой информации [4].

Удаленные консультации расширяют доступ к качественной медицинской помощи, особенно в малонаселенных пунктах.

Стала реальностью автоматическая оценка состояния пациента между визитами – использование гаджетов (фитнес-браслетов, электронных часов, программ для телефона), передача показателей здоровья с гаджетов непосредственно в хранилища клиник с последующим анализом информации электронной системой, что позволяет выявлять опасные отклонения в состоянии здоровья пациентов и вовремя назначить консультации.

Основная концепция трансформации медицины будущего – это 5P: предиктивная, персонализированная, партициптивная, превентивная и позитивная. В работе S.A. Waldman и A. Terzic утверждается, что современная система здравоохранения «реактивная» – мы ждем, пока люди заболеют, и тратим уйму ресурсов на то, чтобы их вылечить [5].

Лечение болезней в продвинутой стадии требует более частых и длительных визитов к врачу и госпитализаций, что неэффективно для экономики.

В США средние затраты для страховой компании на одного пациента в год после определения диагноза, например рака груди, составляют для ранней стадии около 61000 \$ и 135000 \$ для четвертой стадии [6].

К примеру, по данным Американской Альцгеймеровской ассоциации, раннее обнаружение болезни Альцгеймера может снизить затраты на лечение одного пациента на 64000 долл. за счет снижения количества госпитализаций [7].

Думать о донологическом состоянии человека, мониторировать и находить эту стадию – главная задача медицины будущего [8].

Медицина – это область, где цена ошибки невероятно высока, а участие профессионала «алгоритмизируется» пока отнюдь не во всех операциях. Возможно, ее ближайшее будущее за гибридными, человеко-машинными системами [9].

В настоящее время существуют огромные возможности для лечения пациентов. Это требует от врача знания большого объема медицинской литературы. Ежедневно в мире публикуется 15 тыс. рекомендательных статей. Человек не в силах обработать такое количество информации, а ИИ это может сделать очень быстро. Но в первую очередь польза ИИ для человека прежде всего будет наиболее выражена в диагностике заболеваний. ИИ сможет помочь быстро квалифицировать любой случай благодаря доступу к большому массиву научной информации из интернета [10].

ИИ для пациента может предложить навигацию в системе здравоохранения. Указав на симптомы, человек может получить подсказку, в какое медицинское учреждение ему надо обратиться. Разработчики из Соединенного королевства создали программу Your.MD (также известную как Healthily) на основе ИИ, позволяющую просто сказать чат-боту симптом, например «Кашляю», и приложение выдает информацию о возможных заболеваниях и в какие проверенные учреждения обратиться за консультацией и лечением. Подобные системы автоматического общения пациента с машиной могут в значительной степени сэкономить ресурсы и занять медицинские кадры более важными делами, не требующими рутинного исполнения [11].

Множество медицинских данных, включающих в себя информацию о разработке новых лекарств и методик, информацию о пациенте, полученную в ходе его лечения и исследования, информацию от различных медицинских гаджетов, клиник, фарминдустрии, научную литературу из медицинских источников, может быть консолидировано и обработано с помощью ИИ [12]. В России создается Единая государственная информационная система в сфере здравоохранения, которая предполагает сбор и обработку медицинских данных с медицинских информационных систем всех клиник [4].

В медицине нейросети, обрабатывая огромные массивы данных, могут находить неожиданные факторы, влияющие на здоровье пациента, и точно диагностировать самые сложные заболевания [13].

Если объединить все вышеуказанные данные из всех клиник, врачи получат уникальный опыт от коллег со всего мира, будут приняты во внимание те факторы, которые

неочевидны человеческому глазу, и произведен многофакторный анализ и сравнение различных вариантов течения заболевания.

Различные дедуктивные вопросы решаются в медицинской статистике с помощью нейросетевых технологий и анализа big data, такие вопросы возможно классифицировать следующим образом по степени развитости:

1. Наглядные аналитические данные (что произошло?) – в медицине идет непрерывный сбор информации.

2. Диагностические аналитические данные – анализирует информацию (почему это случилось?). Используются статистические методы анализа данных с целью кластеризации, классификации, детализации и обнаружения корреляции с целью выявить основные факторы влияния на результаты.

3. Предиктивные аналитические данные или прогностическая, предсказательная аналитика (что случится в будущем?). Беря за базис множество данных в прошлом, возможно формировать прогнозы о новых эпизодах в будущем. Данный процесс также включает в себя умный сбор данных.

Среди направлений прогнозной аналитики перспективно прогнозирование болезней с учетом локации и различных объединений людей. Можно будет находить множественные взаимосвязи и закономерности для того, чтобы выявлять людей, подверженных определенным заболеваниям, и работать с ними с превентивной целью. Отмечается бурное развитие сегмента облачных решений для предиктивного анализа.

4. Прескриптивные аналитические данные (какие действия нужно совершить для того, чтобы событие не произошло?). ИИ в этом варианте обрабатывает всю собранную информацию для поиска возможности для решения конкретной задачи. Программа может поставить диагноз на основании жалоб либо понять предрасположенность к различным болезням, которые с высокой вероятностью могут развиваться [12].

И, конечно, расчет экономической эффективности. Клиники США в основном получали финансирование с учетом средней стоимости лечения и обследования, и в таком случае многие учреждения спекулировали данными для увеличения финансирования за счет ненужных процедур. ИИ используется для анализа каждого кейса и позволяет переходить к более эффективной подотчетной помощи, для этого уже производятся изменения в законодательстве [12].

Еще одна немаловажная тенденция – это предсказание потребностей. Для этого большие данные с такими показателями, как повторные посещения специалистов,

хронические болезни, эндемичность, позволяют более тщательно строить прогнозы и влиять на экономическую эффективность.

Одним из наиболее перспективных направлений работы ИИ в медицине является возможность моделирования и прогнозирования медицинских лекарств. Стартап Semantic Hub с помощью машинных алгоритмов анализирует перспективность того или иного препарата с экономической точки зрения, что важно для фарминдустрии [14].

Медицинские данные пациентов представляют собой большую ценность. Примером может служить покупка фармхолдингом Roche проекта Flatiron Health за 2 млрд долл., который занимался набором информации об онкологических пациентах [15].

Из нескольких баз данных аналитические системы могут отбирать пациентов, которые наиболее полно отвечают требованиям испытания препаратов, что может существенно улучшить качество клинических исследований. Аналитический метод применяется для предсказания нежелательных явлений до проведения исследований препарата, устройства или метода.

В 1970-х гг. были созданы системы ИИ MYCIN и DENDRAL, которые стали моделировать знания живых экспертов и применялись в медицине и химии [16].

IT-решения в медицине разделяются на эволюционные и революционные. Эволюционные повышают качество уже существующих услуг. Революционные – качественно меняют здравоохранение: внедрение телемедицины – дистанционного взаимодействия доктора и пациента (Федеральный закон «О телемедицине» № 242-ФЗ от 1 января 2018 г.). Применение искусственного интеллекта в клинической практике – помощь в распознавании снимков КТ, МРТ, предписании медикаментов и выполнении различных других автоматических действий.

Приложение IBM Watson Health обнаружило у больного редко встречающийся тип лейкемии и внесло правку в терапию [17].

В качестве примера описательной аналитики можно привести исследование о содержании углеводов в диете, выполненное в Америке. Анкета, содержащая вопросы о питании, была разослана 15400 американцам в возрасте от 45 до 64 лет. Наблюдение за ними продолжалось 25 лет. По результатам статистической обработки был сделан вывод, что бедная углеводами диета (когда организм получает из них меньше 40% энергии) и богатая (более 70%) сокращает продолжительность жизни [18].

Японцы оценили риски правосторонней гемиколэктомии. Ретроспективному анализу подвергли 1,2 млн случаев в 3500 хи-

пургических стационарах. В 2011 г. правосторонняя гемиколэктомия была выполнена у 19070 больных. При плановых операциях смертность составила 2,3%, в экстренных случаях – 6%. Затем на основании записей в историях болезни самостоятельно выделили 26 факторов риска и рассчитали вклад каждого из них в исход. Эта работа определила дальнейшие пути развития хирургии [19].

ИИ может связать между собой параметры, которые обычно анализируют и считают по отдельности. В январе 2019 г. попробовали проанализировать связь проблем со слухом и другими заболеваниями. Изучили истории болезни 154414 человек в возрасте 50 лет и более, обращавшихся по поводу ухудшения слуха. Выяснилось, что риск развития у таких людей в течение 5 лет деменции на 50%, а депрессии на 40% выше, чем у всех жалующихся [20].

Одной из первых платформ ИИ в помощь врачам стало приложение Isabel. В программу вводятся данные пациента, места, где он недавно побывал, симптомы, затем программа выдает перечень болезней, которые соответствуют введенным данным [21]. Как известно, зачастую врачи допускают ошибки и направляют к специалистам, назначают ненужные анализы и лишние обследования из-за невозможности быстрого доступа к информации о заболевании, его диагностике, рекомендуемых методах лечения, необходимых исследованиях. Однако цена Isabel составляет 400 тыс. долл. для крупных госпиталей. Isabel и другие подобные платформы можно рассматривать скорее всего как средство поддержки принятия решений.

Следующий шаг: в 2011 г. была создана первая база знаний с возможностью интеллектуального поиска – Watson от компании IBM. Большое количество данных само может быть очень трудным. Решением стал подбор информации по значимости, который был реализован в этой программе [22]. Watson Oncology обрабатывает большое количество медицинских записей и предлагает врачу наиболее оптимальный вариант диагностики и лечения в зависимости от внесенных данных [23].

Ватсон предлагает докторам уникальные возможности. Созданы программы, которые могут проверять признаки аутизма и болезни Паркинсона, разработан микроскоп, диагностирующий болезни крови на основе алгоритмов машинного обучения, компьютер Scan Nav анализирует отклонения плода по данным УЗИ, создается «генетическая» база данных.

Корпорация Google – ее подпроект Deep Mind Health с помощью множества снимков, полученных на аппарате оптической когерентной томографии, позволяет на ранних этапах диагностировать макулярную дистрофию и ретинопатии [24].

Программа израильской компании MedyMatch Technology обнаруживает инсульт благодаря тысячам загруженных в нее описанных томографических изображений; мелкие детали, которые может не заметить специалист, программа видит благодаря работе нейронной сети [11].

Патологоанатомы совместно с программными разработчиками создали приложение, с помощью которого специалисты более быстро и продуктивно выявляют и классифицируют поражение клеток [25].

Таким образом, «большие данные» уже на наших глазах кардинально изменяют медицинскую сферу, предлагая новый формат обработки информации с высокой прогностической ценностью полученных результатов.

Список литературы

1. Global AI in Healthcare Market (2020–2025) by Sections, Diagnosis, End user, Geography, Competitive Analysis, Impact of Covid-19 and Ansoff Analysis. 2021. P. 1–178.
2. Резник И. Здравоохранение подключает искусственный интеллект Решения на РБК+. 2021. [Электронный ресурс]. URL: <https://plus.rbc.ru/news/60b769367a8aa93e70361a37> (дата обращения: 19.04.2022).
3. Гусев А.В. Перспективы нейронных сетей и глубокого машинного обучения в создании решений для здравоохранения // Врач и информационные технологии. 2017. P. 92–105.
4. Федеральный проект «Создание единого цифрового контура в здравоохранении на основе единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ)» 2019. [Электронный ресурс]. URL: <https://minzdrav.gov.ru/poleznye-resursy/natsproektzdravoohranenie/tsifra> (дата обращения: 19.04.2022).
5. Waldman S.A., Terzic A. Health Care Evolves From Reactive to Proactive // Clinical Pharmacology and Therapeutics. Nature Publishing Group, 2019. Vol. 105. No. 1. P. 10–13. DOI: 10.1002/cpt.1295.
6. Blumen H., Fitch K., Polkus V. Comparison of treatment costs for breast cancer, by tumor stage and type of service. Am. Heal. Drug Benefits. 2016. Vol. 9. No. 1. P. 23–31.
7. 2018 ALZHEIMER'S DISEASE FACTS AND FIGURES Includes a Special Report on the Financial and Personal Benefits of Early Diagnosis. 2018. 68 p.
8. Веселко А. Что мы ждем от медицины будущего: профилактика, гаджеты, технологии [Электронный ресурс]. URL: [https://theoryandpractice.ru/posts/17963-что-мы-ждем-от-медицины-будущего-профилактика-гаджеты-технологии?utm_source=pompekh&utm_term=chtomyzhdemo](https://theoryandpractice.ru/posts/17963-что-мы-ждем-от-медицины-будущего-профилактика-гаджеты-технологии) tmeditsiny (дата обращения: 25.06.2022).
9. Ларченко И. Big data на страже здоровья: как и зачем медицинские организации собирают и хранят данные. 2018. [Электронный ресурс]. URL: <https://hightech.fm/2018/09/21/bigdata-med> (дата обращения: 19.06.2022).
10. Искусственный интеллект в медицине: технологии, методы и польза // Центр2М. [Электронный ресурс]. URL: <https://center2m.ru/ai-medicine> (дата обращения: 24.06.2022).

11. Гусев А.В., Д.С.Л. Искусственный интеллект в медицине и здравоохранении // Информационное общество. 2017. Vol. 4–5. P. 78–93.
12. Калайда И. Big Data. Большие данные в медицине. Доказательная медицина для всех 2016. [Электронный ресурс]. URL: <https://medspecial.ru/news/1/28048/> (дата обращения: 24.04.2022).
13. Data Science: объясняем на картинках [Электронный ресурс]. URL: <https://ain.ua/special/data-science/> (дата обращения: 24.04.2022).
14. Козин Николай. Big Data в медицине: основные направления, перспективы и проблемы. Блог Medical Note о здоровье и цифровой медицине [Электронный ресурс]. 2018. URL: <https://blog.doc.help/articles/technology/primenenie-big-data-v-medicine> (дата обращения: 25.05.2022).
15. Roche – Roche to acquire Flatiron Health to accelerate industry-wide development and delivery of breakthrough medicines for patients with cancer [Electronic resource]. 2018. URL: <https://www.roche.com/media/releases/medcor-2018-02-15.htm> (date of access: 25.05.2022).
16. Брызгалов В.В., Вечкина А.В., Грачева Е.В. Современные экспертные системы // Успехи современного естествознания. 2012. № 6. P. 85–86.
17. Как IT-решения помогают докторам России и Европы: диагностика рака и другие задачи – Будущее на vc.ru [Электронный ресурс]. 2020. URL: <https://vc.ru/future/108106-kak-it-resheniya-pomogayut-doktoram-rossii-i-evropy-diagnostika-raka-i-drugie-zadachi> (дата обращения: 25.05.2022).
18. Seidemann S.B., Claggett B., Cheng S., Henglin M., Shah A., Steffen L.M., Folsom A.R., Rimm E.B., Willett W.C., Solomon S.D. Dietary carbohydrate intake and mortality: a prospective cohort study and meta-analysis. *Lancet Public Heal.* The Author(s). Published by Elsevier Ltd. This is an Open Access article under the CC BY-NC-ND 4.0 license, 2018. Vol. 3. No. 9. P. e419–e428. DOI: 10.1016/S2468-2667(18)30135-X.
19. Dai W., Zhang J., Xiong W., Xu J., Cai S., Tan M., He Y., Song W., Yuan Y. Laparoscopic right hemicolectomy oriented by superior mesenteric artery for right colon cancer: Efficacy evaluation with a match-controlled analysis. *Cancer Manag. Res.* 2018. Vol. 10. P. 5157–5170. DOI: 10.2147/CMAR.S178148.
20. Reed N.S., Altan A., Deal J.A., Yeh C., Kravetz A.D., Wallhagen M., Lin F.R. Trends in Health Care Costs and Utilization Associated With Untreated Hearing Loss Over 10 Years. *JAMA Otolaryngol. Head Neck Surg.* American Medical Association, 2019. Vol. 145. No. 1. P. 27. DOI: 10.1001/JAMAOTO.2018.2875.
21. Finding mHealth Apps that Doctors Can Trust [Electronic resource]. 2018. URL: <https://www.chiefhealthcarexecutive.com/view/finding-mhealth-apps-that-doctors-can-trust> (date of access: 25.06.2022).
22. Aggarwal M., Madhukar M. IBM’s Watson analytics for health care: A miracle made true. *Cloud Comput. Syst. Appl. Healthc.* IGI Global, 2016. P. 117–134. DOI: 10.4018/978-1-5225-1002-4.CH007.
23. Поряева Е.П., Евстафьева В.А. Искусственный интеллект в медицине // Вестник науки и образования. 2019. Т. 6. № 60. С. 15–18.
24. Yim J. et al. Predicting conversion to wet age-related macular degeneration using deep learning. *Nat. Med.* Springer US, 2020. Vol. 26. No. 6. P. 892–899. DOI: 10.1038/s41591-020-0867-7.
25. Lange Holger, Luengo Cris. Pathologist-Centric AI [Electronic resource]. 2019. URL: <https://thepathologist.com/inside-the-lab/pathologist-centric-ai> (date of access: 25.04.2022).