

К вопросу о применении искусственного интеллекта в медицине

В. П. Семенов

*Санкт-Петербургский
государственный
электротехнический
университет «ЛЭТИ»
им. В.И. Ульянова (Ленина)
vps290446@mail.ru*

Л. Ю. Баранова

*Санкт-Петербургский
государственный
электротехнический
университет «ЛЭТИ»
им. В.И. Ульянова (Ленина)
lybara@mail.ru*

Т. С. Ягья

*Санкт-Петербургский
государственный
электротехнический
университет «ЛЭТИ»
им. В.И. Ульянова (Ленина)
talie2006@mail.ru*

Аннотация. Статья посвящена вопросам применения технологий искусственного интеллекта в медицине и здравоохранении. Изложены основные этапы истории становления искусственного интеллекта и тенденции его развития.

Выделены основные направления применения искусственного интеллекта в медицине. Представлен ряд перспективных зарубежных разработок в выбранных областях, таких как хирургическая робототехника, телемедицина, диагностика, кардиология, разработка новых лекарств.

Показано, что успешность применения технологий искусственного интеллекта зависит от эффективности сотрудничества специалистов разных специальностей. Использование искусственного интеллекта в сфере медицины и здравоохранения приводит к сокращению времени лечения пациентов и обнаружению патологических процессов на более ранних сроках.

Ключевые слова: *искусственный интеллект, технология, машинное обучение, медицина, здравоохранение, экономика отрасли, робототехника, диагностика*

I. ВВЕДЕНИЕ

Современный мир активно использует инновации в разных сферах деятельности. К тому же, пандемия COVID-19 еще в большей степени стимулировала этот процесс. Среди инноваций последнего времени заметное место занимает применение искусственного интеллекта (ИИ) в медицине и в здравоохранении. Отмечается общий мировой рост расходов на здравоохранение, который к 2022 г. достигнет \$ 10,059 трлн. На этом фоне рынок медицинских ИИ-приложений с 2014 г. вырос в десять раз [1]. Объем мирового рынка ИИ в здравоохранении и медицине, который в 2018 г. составлял \$1,3 млрд, к 2025 г. вырастет в 10 раз - до \$ 13 млрд [2]. Этим обуславливается актуальность данного направления.

ИИ - это сфера информационно-инновационных технологий, которые направлены на эффективное решение экономических, технических, социальных, политических и иных задач техническими средствами с использованием нейронных сетей и машинного обучения.

История развития искусственного интеллекта достаточно продолжительна и разнообразна. Предпосылки развития ИИ заложены в трудах Рене Декарта и Томаса Гоббса еще в 17 веке. Со второй трети

19 века до середины 20 века появлялись конкретные идеи по разработке аналитических машин (Ч. Бэббидж, Л.Т. Кеведо) и по созданию интеллектуальных машин, обладающих возможностью общаться с человеком (Тьюринг). В 1956 г. на конференции в Дартмутском университете США появился термин artificial intelligence (AI - искусственный интеллект [3]). Таким образом, 1950-е гг. характеризовались ростом интереса к развитию ИИ. К сожалению, в период 1960–70-х гг. наступило разочарование из-за недостаточных вычислительных возможностей компьютеров и в разработке математического аппарата ИИ. Возрождение интереса к сфере ИИ началось в середине 1990-х годов, что проявилось в увеличении количества работ по этой теме.

Качественные изменения в исследованиях ИИ появились в начале 21 века. В этот период появились концепции обучения многослойных нейронных сетей, составивших фундамент развития теории машинного обучения. Это привело к появлению высокопроизводительных и недорогих вычислительных систем. Синтез науки и индустрии за последние 15 лет привел к значимым практическим результатам, таких как, скажем, разработки в области игр и развлечений, способных учесть огромное количество быстро меняющихся факторов и гибкую приспосабливающуюся реакцию человека. Общеизвестна победа компьютера IBM (Deep Blue) в 1997 г. над чемпионом мира по шахматам Гарри Каспаровым. Стоит упомянуть и о программе Libratus, разработанной в Университете Карнеги–Меллона, которая в 2017 г. победила в 20-дневном покерном турнире «Brains Vs. Artificial Intelligence: Upping the Ante».

Следует отметить, что кроме сферы развлечений за последние годы продукты на основе ИИ проникали в различные области деятельности. При этом ряд известных глобальных корпораций, таких как Facebook, Google, Amazon, Apple, Microsoft, Baidu и других вели активное инвестирование в исследования ИИ и использовали инновационные разработки в своей коммерческой деятельности. Например, с 2017 г. компания Microsoft в своих программах задействует механизмы искусственного интеллекта. С этого момента любой разработчик получил доступ к данным механизмам. К тому же, снижение стоимости ИИ-платформ и рост их доступности способствовало работе с ними и крупным корпорациям, и специализированным компаниям, и стартапам. Так было создано мобильное

приложение Prisma и запущен на рынок сервис обработки фотографий, обладающий возможностью стилизовать их под любого художника.

Условиями развития отрасли информационных технологий, на наш взгляд, являются: рост рынка свободного программного обеспечения, развитие «облачных» технологий и мобильных решений, внедрение высокоскоростного интернета, рост доступности, производительности и удешевление современных компьютеров. Это способствовало массовому развитию и применению ИИ в различных направлениях. Наиболее быстро развиваются технологии ИИ в секторах массового обслуживания потребителей таких как: маркетинг, торговля, реклама, телекоммуникации, государственные услуги, банковское дело, страхование, финансовые технологии. В современный период происходит активное применение искусственного интеллекта в медицине.

II. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИИ В МЕДИЦИНЕ И ЗДРАВООХРАНЕНИИ

Можно выделить несколько основных направлений применения ИИ в медицине.

A. Хирургическая робототехника

Мировой рынок роботов-хирургов вырастет в среднем на 10,4 % и достигнет \$ 6,5 млрд к 2023 г. против \$ 3,9 млрд в 2018 г. [4]. Появляется все больше предложений в этой области. Лидирующее положение на этом сегменте рынка занимает компания Intuitive Surgical, появившаяся в начале 2000-х гг. Однако крупные компании, такие как Medtronic и Johnson & Johnson, также претендуют на это лидерство.

Получивший известность в современной медицине робот «da Vinci» компании Intuitive Surgical включает два блока. Один из которых предназначен для хирурга-оператора, а второй – четырёхрукий робот-манипулятор. С помощью этого робота можно выполнять более 20 различных операций, но в основном он используется для проведения гистерэктомии и простатэктомии.

Пандемия снизила объем продаж этой компании. Но в этот период времени был разработан более экономичный вариант роботов для потребителей. С опозданием крупные компании медицинской техники Medtronic и Johnson & Johnson выпустили на рынок своих собственных роботов, вступивших в конкуренцию с роботами да Винчи.

К тому же, компания Intuitive Surgical разработала иную систему Ion для щадящей биопсии рака легких.

Компания Medtronic выводит на рынок свою систему Hugo, соперничающую с роботами «da Vinci» компании Intuitive Surgical. Этот робот может использоваться для хирургии на мягких тканях и будет необходим в лапароскопических операциях. Модульная конструкция Hugo включает тележки. Она существенно отличается от робота «da Vinci», который является фиксированной системой, построенной как центральный элемент операционной.

Система Monarch компании Johnson & Johnson схожа с роботом Ion Intuitive Surgical, будет применяться для диагностики и терапии возможных онкологических поражений в рамках той же процедуры.

B. Телемедицина

В условиях пандемии COVID-19 получила импульс к развитию телемедицина и в России, и во всем мире. Термин «телемедицина» означает применение информационных и телекоммуникационных технологий для оказания дистанционных медицинских услуг.

В настоящее время имеется немалое количество телемедицинских технологий: технологии для медицинского персонала, технологии для пациентов с хроническими заболеваниями, технологии, способные упростить проведение онлайн-консультаций и повысить их точность. В технологиях для медицинского персонала можно выделить платформу Remedy. Она использует ИИ для предоставления среднему медицинскому персоналу опыта по выявлению скрытых хронических заболеваний посредством виртуальных интервью, телефонных опросов, а также по сбору клинически значимых данных вне больницы для оперативного принятия решений. Заслуживает внимание прибор Heartbit для ЭКГ, применяемый для разработки эффективной программы тренировок с учетом особенностей работы сердца человека. А также устройство Pria для домашнего лечения, с помощью которого пациентам напоминает о своевременном приеме лекарств, выкладываются необходимые лекарства и имеется функция оповещения посредством видеозвонка, что особенно важно для пациентов с хроническими заболеваниями. Система оценки сотрясения мозга EYE-SYNC упрощает проведение онлайн-консультаций и повышает их точность. Она использует очки виртуальной реальности, которые снабжены датчиками, контролирующими движение глаз.

Медсестры в своей работе используют компьютерных помощников с ИИ. От них можно получать советы, подсказки и другую информацию. К примеру, цифровой ассистент Салли и медбрат Уолт являются виртуальными персональными тренерами по здоровью из платформы iCare Navigator с использованием искусственного интеллекта, которая имеет цель взаимодействия с пациентами.

Платформа iCare Navigator компании TeleHealth Services применяет электронные медицинские записи пациентов и использует машинное обучение для создания персонализированных отношений, определяет лучшее время для получения пациентом информации о состоянии своего здоровья и для управления его лечением.

Компания Sensely внедряет аватар медсестры с ИИ – Молли, которая способна задавать вопросы о здоровье пациентам, анализировать симптомы и давать рекомендации по эффективному лечению.

На сегодня можно говорить о значительном распространении телемедицины. По данным Fortune Business Insight, ее среднегодовой темп роста достигнет 23,5 %, а к 2026 г. объем глобального рынка телемедицины составит 185,66 млрд долл. США [5].

C. Диагностика

Возможности нейронных сетей помогают модернизировать сферу радиологии, экономя время и деньги медицинских учреждений. После того, как медицинское изображение получено с помощью МРТ,

компьютерной томографии, ультразвукового или рентгенологического исследования, врач обязан проанализировать его на наличие каких-то отклонений или признаков заболеваний. Чтобы определить сколько-нибудь серьезное состояние, требуется интерпретация нескольких визуализационных исследований.

После обучения с применением больших наборов данных исследований системы на основе искусственного интеллекта способны делать анализ медицинских изображений и информировать об обнаруженных образованиях, например, небольших опухолях, которые доктор может упустить. Такие системы определяют закономерности и дают информацию о характеристиках любых отклонений от нормы, экономя время врача.

В тех случаях, когда у пациента имеются несколько снимков, сделанных за определенный период времени, ИИ способен анализировать развитие заболевания.

В период пандемии к медицинским технологиям проявили заинтересованность технологические гиганты: Apple, Microsoft, Google, IBM.

Медицинские технологии с использованием ИИ могут применяться для анализа медицинских изображений (МРТ, УЗИ, КТ); поддержки принятия врачебных решений; подбора персонализированного лечения.

Системы с искусственным интеллектом дают возможность распознавать заболевания на ранней стадии. К примеру, сервисы Zebra Medical Vision и Arterys позволяют врачам-диагностам сконцентрироваться на общении с пациентами и избежать необходимости изучать мельчайшие детали изображений легких и УЗИ сердца.

D. Кардиология

Компания AliveCor выпустила на рынок тонкий кардиомонитор, имеющий размер и форму кредитной карты под названием KardiaMobile Card.

Он способен обнаружить шесть распространенных типов сердечной аритмии, в том числе фибрилляцию предсердий, брадикардию и тахикардию.

Такие устройства могут быть востребованы в разных областях медицины (к примеру, в онкологии). Платформа KardiaCare на смартфоне может использоваться пациентами для сбора и сохранения данных своих измерений (вес, кровяное давление, прием лекарств), предоставления их лечащим врачам.

Новая технология искусственного интеллекта для визуализации сердца Virtual Native Enhancement (VNE), разработанная врачами из UVA Health (единственном Центре передового опыта Вирджинии), позволяет исследовать сердца пациентов на наличие рубцовой ткани, устраняя при этом необходимость в инъекциях контрастного вещества, применяемых для традиционной магнитно-резонансной томографии сердечно-сосудистой системы (CMR). Последняя обычно используется для мониторинга гипертрофической кардиомиопатии, наиболее распространенного генетического заболевания сердца. VNE получает изображения более высокого качества и лучше фиксирует признаки рубца в сердце без необходимости введения стандартного контрастного вещества, необходимого для CMR. CMR-сканирование

будет проводиться без контраста, что позволит сэкономить средства и снизить риск со стороны контрастного вещества.

Гипертрофическая кардиомиопатия является самой частой причиной внезапной сердечной смерти у молодых спортсменов. Это заставляет сердечную мышцу утолщаться и напрягаться, снижая ее способность перекачивать кровь и требуя тщательного контроля со стороны врачей.

Появившаяся технология VNE позволит врачам чаще и быстрее получать изображение сердца и помогает врачам обнаружить раньше тонкие изменения в нем.

Данная технология полезна пациентам, у которых аллергия на контрастное вещество, вводимое для CMR, а также пациентам с тяжелой почечной недостаточностью.

VNE работает с использованием искусственного интеллекта для улучшения изображений сердечной ткани, созданных с помощью магнитно-резонансной томографии (МРТ). Эти изображения сочетаются с улучшенными МРТ, которые похожи на фильмы с движущимися тканями – в данном случае с бьющимся сердцем. Наложение двух типов изображений создает искусственное изображение VNE.

Исследователи пришли к выводу, что технология VNE может применяться для многих других заболеваний сердца. Эта технология оптимизирует клиническую практику, сокращает затраты и время на сканирование, а также распространяется на более широкий спектр патологий миокарда. VNE обладает огромным потенциалом для значительного улучшения клинической практики, расширяет охват сканирования.

E. Оценка психического состояния

COVID-19 влияет на жизнь людей, в том числе на их психику. Гонконгская компания Cigna International предложила цифровую разработку, оценивающую уровень стресса человека. Данная компания заключила партнерство со специализированной компанией медицинских технологий искусственного интеллекта Ellipsis Health для разработки теста Cigna StressWaves. Он является первым в мире голосовым тестом на стресс. Исследования продолжались в течение двух десятилетий. Целью этого теста является информирование людей о стрессе и обращение их за профессиональной помощью. Цифровой тест Cigna StressWaves универсален, доступен для каждого, вне зависимости от уровня образования, возраста и пола. Он может взаимодействовать с разными электронными устройствам и системами при наличии подключения к Интернету и микрофона.

Этот тест позволяет обслуживать различные группы населения с разным уровнем владения английским языком и акцентом. Это стало возможным благодаря обучению алгоритма искусственного интеллекта компании Ellipsis Health на базе данных более 15 000 взрослых в возрасте от 18 лет и старше.

Также компания Ellipsis Health выпустила приложение Rising Higher. Оно схоже с Cigna StressWaves и способствует принятию клинических решений для измерения симптомов тревоги и депрессии. Это инструмент удаленного скрининга и мониторинга.

Он делает прогнозы поведенческого здоровья на основе прослушивания речи пациента.

F. Разработка новых лекарств

Компания Bayer вступила в кооперацию с компанией Exscientia, которая ведет разработку лекарств при помощи ИИ. Немецкий лидер фармацевтического рынка использует разработки этой компании, чтобы изучить соединения, имеющие потенциал стать препаратами для сердечно-сосудистых и онкологических больных.

Обе фирмы ведут общую работу над научными проектами, объединяющими возможности Exscientia по поиску лекарств с решениями Bayer по сбору данных. Bayer инвестировал в Exscientia порядка \$266 млн для новых проектов. Фирмы сходятся во мнении, что ИИ сокращает время на поиск лекарств и повышает качество их разработки, что сопровождается сокращением стоимости исследовательских работ.

В своих исследовательских работах фирмы используют алгоритм на основе ИИ для прогноза возможных характеристик новых соединений. Платформа Exscientia способна оценить химические вещества и определить наиболее значимые в состав лекарственных препаратов. Bayer имеет право на изготовление всех новых препаратов, открытых кооперационными усилиями, но Exscientia имеет право на лицензионные платежи от продаж.

Технологии искусственного интеллекта могут сделать быстрее и проще нахождение и разработку новых лекарственных форм для тяжелых или редко встречаемых болезней. Прогнозируется, что совместная работа с Exscientia способна сократить время реализации исследований и найти химические формулы с максимальным потенциалом [6].

Искусственный интеллект также используется в обнаружении новых антибиотиков. Один из насущных вопросов медицины является невосприимчивость к антибиотикам. Эти средства перестали воздействовать на бактерии, что усложняет лечение как тяжелых, так и самых обычных болезней. Это происходит из-за неоправданного применения этих форм и несоблюдения рекомендаций врачей.

Решить проблему устойчивости к антибиотикам способен поиск модификаций уже открытых антибиотиков. Это длительный, трудозатратный и нелёгкий путь для фармакологов. Однако использование разработок ИИ значительно ускоряет работу.

Коллектив ученых из США и России изобрели антибиотический алгоритм. Он способен найти в десять раз больше вариантов лекарственных форм, чем было найдено за весь период аналогичных поисков в прошлом, так как может ускоренно разбирать базы данных,

Алгоритм, названный VarQuest, охарактеризован в публикации, вышедшей в журнале Nature Microbiology.

VarQuest закончил поиск, который традиционными методами занял бы более ста лет [7].

VarQuest представил за максимально короткий период времени свыше тысячи образцов пептидных групп, которые применяются в производстве антибиотиков. Этот алгоритм способен предоставить биологам более широкие возможности. Он обладает способностью предупреждения о трендах микробиологической сферы, которые в противном случае остались бы абсолютно незамеченными.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предпосылки для развития ИИ появляются еще в 17 веке. Однако качественные разработки, использующие ИИ, появились с 50-х гг. 20 века. С середины 1990-х гг. отмечен прорыв в области ИИ.

Наиболее расположенными к использованию ИИ считаются отрасли массового обслуживания потребителей. Особое место в современный период времени занимает применение ИИ в медицине и здравоохранении. Медицинские решения на основе ИИ все активнее применяются во всем мире.

Разработкой технологий ИИ занимаются как крупные корпорации, так и специализированные компании и стартапы. Эти технологии являются результатом работы специалистов разных специальностей – математиков, физиков, ИТ-специалистов, медиков, биологов и других.

Использование технологий ИИ в медицине позволяет сократить время лечения пациентов, обнаружить патологические процессы на более ранних сроках, снизить побочные эффекты лечения, увеличить точность диагностики, улучшить качество жизни пациентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Поряева Е.П., Евстафьева В.А. Искусственный интеллект в медицине // Вестник науки и образования. 2019. №6-2 (60). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-v-meditsine-1> (дата обращения: 26.02.2022).
- [2] Шумилов Е. Искусственный интеллект в медицине. 3 главных тренда и 7 практических советов стартаперам // URL: <https://rb.ru/opinion/ai-in-medicine> (дата обращения: 26.02.2022).
- [3] McCarthy J. What is artificial intelligence? // URL: <http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai/whatisai.html> (дата обращения 28.02.2022).
- [4] Крылов В. ИИ в медицине: тренды и примеры применения // URL: <https://www.iksmmedia.ru/articles/5850863-II-v-medicine-trendy-i-primery-prim.html> (дата обращения 10.03.2022).
- [5] Бычков К. Самые взрывные медицинские технологии последнего времени. 14.07.2021 // URL: <https://vc.ru/future/269520-samyevzryvnye-meditsinskie-tehnologii-poslednego-vremeni> (дата обращения: 26.02.2022).
- [6] Bayer внедряет искусственный интеллект для поиска новых лекарств для лечения рака и болезней сердца // URL: https://zdrav.expert/index.php/Проект:Bayer_внедряет_искусственный_интеллект_для_поиска_новых_лекарств_для_лечения_рака_и_болезней_сердца (дата обращения 21.03.2022).
- [7] Поиском новых антибиотиков займется искусственный интеллект // URL: https://zdrav.expert/index.php/Статья:Искусственный_интеллект_в_медицине (дата обращения 22.03.2022).