

НАУЧНО – ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Московская медицина

№ 1 (59)
2024

10
лет
Нашему журналу



тема номера

ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЗДРАВООХРАНЕНИИ

Применение искусственного интеллекта в московском здравоохранении

И.А. Тыров

стр. 4

О роли искусственного интеллекта в лучевой диагностике

Ю.А. Васильев

стр. 18

Искусственный интеллект на службе скорой и неотложной помощи

Н.Ф. Плавун, Г.А. Введенский, Е.В. Черняков

стр. 52



Цифровая платформа журнала «Московская медицина»



Сервис «Московская медицина. Мероприятия» создан в 2020 году и используется медицинскими организациями города как самый актуальный информационный ресурс в системе столичного здравоохранения. Является отечественной разработкой.

Платформа позволяет проводить мероприятия:

- различного формата без ограничений географии и количества участников;
- с технической поддержкой в режиме реального времени;
- с трансляцией в параллельных виртуальных залах;
- с возможностью синхронного перевода.

Отвечает требованиям к организации онлайн-мероприятий для НМО.

Участникам обеспечена возможность постоянного доступа через личный кабинет к полученным свидетельствам НМО.

В **2023** году **2000** профессиональных мероприятий **260** тыс. участников



Алексей Хрипун

руководитель Департамента
здравоохранения города Москвы

Технологии искусственного интеллекта, стремительно развиваясь, охватывают все новые сферы нашей жизни, в том числе здравоохранение, меняют подходы к превентивной медицине, диагностике и лечению заболеваний. Сегодня, например, нам стали доступны массовые скрининги на онкологические заболевания, что ранее было невозможно из-за высокой трудозатратности. Искусственный интеллект позволяет освободить наших врачей от рутинной работы, экономит их время на приеме. Обученные на достоверных данных ИИ-сервисы помогают докторам в сборе анамнеза, в назначении терапии при помощи системы поддержки принятия врачебных решений. Взятый сегодня курс на развитие персонализированного лечения также невозможен без использования технологий искусственного интеллекта. Ему поручают с помощью носимых диагностических приборов следить за состоянием здоровья хронически больных пациентов, применяется он и в разработке и клинических испытаниях новых лекарственных препаратов.

Каждый день приносит нам сообщения о новых навыках и умениях, освоенных искусственным интеллектом. Нейросети могут трудиться и день и ночь, не зная усталости, они способны в считанные минуты перебрать в базе данных сотни тысяч файлов, а найдя нужную информацию, в секунды решить сложнейшие вычислительные задачи, распознать самые мелкие детали на рентгеновских снимках и КТ-изображениях, расшифровать кардиограммы.

Все эти достижения стали достоянием московского здравоохранения. И сегодня медики столицы, занимая лидирующие позиции по внедрению технологий искусственного интеллекта в систему здравоохранения, открывают для коллег из регионов доступ к специальной платформе с сервисами искусственного интеллекта, охотно делясь опытом и наработками.

Пользуясь случаем, хотел бы поздравить коллектив журнала «Московская медицина» с 10-летним юбилеем. Темы публикаций и проблемы, которые поднимает издание, всегда актуальны и отвечают вызовам времени. И этот номер не стал исключением.

Содержание

- 1** Вступительное слово руководителя Департамента города Москвы Алексея Хрипуна

Внедрение ИИ-сервисов

- 4** Применение искусственного интеллекта в московском здравоохранении
И. А. Тыров
- 11** Искусственный интеллект в московском здравоохранении. Инфографика
- 12** Перспективные проекты в области искусственного интеллекта
А. А. Алепка
- 14** Искусственный интеллект в амбулаторной службе
А. А. Тяжелников

Сервисы компьютерного зрения

- 18** О роли искусственного интеллекта в лучевой диагностике
Ю. А. Васильев
- 23** Диагностика с помощью компьютерного зрения. Инфографика
- 24** Сервисы компьютерного зрения в Москве. Инфографика
- 26** Безопасность применения искусственного интеллекта в лучевой диагностике
И. М. Шулькин
- 30** Компьютерное зрение в медицине и вопросы права
А. В. Владимирский
- 32** Перспективы применения технологий искусственного интеллекта в патанатомии
Н. А. Савёлов

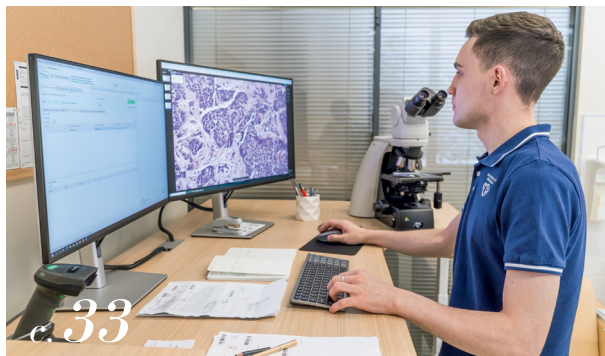


Фото: НИИОЗММ ДЗМ



Фото: НИИОЗММ ДЗМ

Московская практика

- 40** Искусственный интеллект в амбулаторном звене. Московские кейсы
А. С. Безымянный, Е. В. Блохина
- 43** Цифровые технологии в павильонах «Здоровая Москва»
А. С. Безымянный, Р. Н. Садыкова, Е. В. Блохина
- 48** Функция распознавания речи для описания исследований в эндоскопических центрах
И. Ю. Коржева
- 52** Искусственный интеллект на службе скорой и неотложной помощи
Н. Ф. Плавун, Г. А. Введенский, Е. В. Черняков
- 62** Технологии и искусственный интеллект в лабораторной практике
А. Г. Комаров
- 68** Возможности искусственного интеллекта с позиции клинической фармакологии
М. В. Журавлева, А. В. Крюков, Т. Р. Каменова, Е. В. Кузнецова, А. В. Власова
- 76** Информационные сервисы и искусственный интеллект в помощь врачу — анестезиологу-реаниматологу
Д. Н. Проценко, Е. С. Ларин, Ю. И. Шмушкович
- 81** Искусственный интеллект в детской анестезиологии и реанимации
И. И. Афуков

ИИ вчера, сегодня, завтра

- 84** Искусственный интеллект в мировом здравоохранении. От начала до наших дней
А. А. Головкова
- 92** Полвека истории: хроника развития нейросетей в медицине
- 94** Искусственный интеллект: возможности, риски, программа действий
Е. И. Медведева



Фото на обложке: НИИОЗММ ДЗМ



**Редакция журнала
«Московская медицина»:**
115088, г. Москва,

Шарикоподшипниковская ул., д. 9
niiozmm@zdrav.mos.ru
Представителем авторов публикаций в журнале «Московская медицина» является издатель. Перепечатка только с согласия авторов (издателя). Мнение редакции может не совпадать с мнением автора.

Журнал представлен в РИНЦ (Российский индекс научного цитирования)

Учредитель:
Департамент здравоохранения города Москвы

Издатель:
НИИ организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций 28 апреля 2014 года. Регистрационный номер ПИ № ФС 77-57984

Выпуск № 1 (59) 2024 г. журнала «Московская медицина» отпечатан 26 февраля 2024 года

Отпечатано
ООО «Группа компаний МПФ»
121467, г. Москва,
Рублевское ш. 89-3-72
gkmpf@bk.ru,
зак. 240215
Тираж 10 000 экз.
Распространяется бесплатно.

ISSN 2587 - 8670



9 772587 867000

Журнал «Московская медицина»

Председатель редакционного совета Печатников Леонид Михайлович

Редакционный совет

Андреева Елена Евгеньевна, руководитель Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по городу Москве, главный государственный санитарный врач по городу Москве

Анциферов Михаил Борисович, главный внештатный специалист эндокринолог Департамента здравоохранения города Москвы

Богородская Елена Михайловна, главный внештатный специалист фтизиатр Департамента здравоохранения города Москвы

Васильева Елена Юрьевна, главный внештатный специалист кардиолог Департамента здравоохранения города Москвы

Дубров Вадим Эрикович, главный внештатный специалист травматолог-ортопед Департамента здравоохранения города Москвы

Загребнева Алена Игоревна, главный внештатный специалист ревматолог Департамента здравоохранения города Москвы

Зайратьянец Олег Вадимович, главный внештатный специалист по патологической анатомии Департамента здравоохранения города Москвы

Князев Олег Владимирович, главный внештатный специалист гастроэнтеролог Департамента здравоохранения города Москвы

Крюков Андрей Иванович, главный внештатный специалист оториноларинголог Департамента здравоохранения города Москвы

Курьин Роман Викторович, руководитель Территориального органа Федеральной службы по надзору в сфере здравоохранения по городу Москве и Московской области

Мазус Алексей Израилевич, главный внештатный специалист по ВИЧ-инфекции Департамента здравоохранения города Москвы

Мантурова Наталья Евгеньевна, главный внештатный специалист пластический хирург Департамента здравоохранения города Москвы

Орджоникидзе Зураб Гивиевич, главный внештатный специалист по спортивной медицине Департамента здравоохранения города Москвы

Османов Исмаил Магомедтагирович, главный внештатный специалист педиатр Департамента здравоохранения города Москвы, главный внештатный детский специалист нефролог Департамента здравоохранения города Москвы

Потекаев Николай Николаевич, главный внештатный специалист по дерматовенерологии и косметологии Департамента здравоохранения города Москвы

Пушкарь Дмитрий Юрьевич, главный внештатный специалист уролог Департамента здравоохранения города Москвы

Урванова Ирина Анатольевна, директор МГФОМС

Фомин Виктор Викторович, главный внештатный специалист общей врачебной практики (семейный врач), главный внештатный специалист терапевт Департамента здравоохранения города Москвы

Хатьков Игорь Евгеньевич, главный внештатный специалист онколог Департамента здравоохранения города Москвы

Хубутия Могели Шалвович, главный внештатный специалист трансплантолог Департамента здравоохранения города Москвы

Шабунин Алексей Васильевич, главный внештатный специалист хирург и эндоскопист Департамента здравоохранения города Москвы

Шамалов Николай Анатольевич, главный внештатный специалист невролог Департамента здравоохранения города Москвы

Главный редактор: **Алексей Иванович Хрипун**

Заместитель главного редактора: **Елена Ивановна Аксенова**

Научный редактор: **Наталья Николаевна Камынина**

Редакторы: **Алина Дмитриевна Хараз,**

Анна Андреевна Гришунина

Корректор: **Ирина Давидовна Баринская**

Дизайнер: **Ирина Львовна Тарнавская**

Фотограф: **Людмила Николаевна Заботина**

Руслан Рустамович Игамбердиев

Применение искусственного интеллекта в московском здравоохранении

Илья Тыров



Фото: НИИОЗММ ДЗМ

Идеи, связанные с искусственным интеллектом, будоражат умы, однако постепенно сервисы, построенные на этой технологии, становятся привычными и шаг за шагом входят в повседневную жизнь, в том числе активно осваиваются в системе городского здравоохранения.

Илья Тыров, заместитель руководителя Департамента здравоохранения города Москвы

— **Илья Александрович, почему применение искусственного интеллекта (ИИ) в государственном здравоохранении обрело такую высокую актуальность?**

— Прежде всего необходимость внедрения передовых технологий, в том числе ИИ, диктует постоянно возрастающая нагрузка на систему здравоохранения. Это общемировой тренд, связанный с ростом населения

планеты, его старением, распространенностью неинфекционных хронических заболеваний. Сохраняются высокие затраты на подготовку медицинских специалистов и кадровый дефицит. Для нашей страны эта нагрузка прежде всего приходится на государственную систему здравоохранения.

Сильнейшим стимулом ускоренной цифровой трансформации стала пандемия COVID-19. Именно тогда стало понятно, что ускоренное внедрение безбумажных технологий, автоматизация рутины, высвобождение времени медицинского персонала — это не «фасадные» инновации, а необходимость.

ЕСЛИ ОТЛОЖИТЬ ВНЕДРЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА, ЕСТЬ РИСК БЕЗВОЗВРАТНО ОТСТАТЬ, ВМЕСТО ТОГО ЧТОБЫ УПРАВЛЯТЬ ПРОЦЕССОМ ПЕРЕХОДА СИСТЕМЫ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ В НОВЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УКЛАД



ИИ СТАНОВИТСЯ НОВОЙ БАЗОВОЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ, КАК КОГДА-ТО ПЕРСОНАЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ И ПРОГРАММЫ, КОТОРЫМИ МЫ ПОЛЬЗУЕМСЯ ПОВСЕДНЕВНО



Фото: mos.ru

Технологии ИИ уже сегодня меняют ландшафт всей экономики и сферы услуг. Здравоохранение — не исключение. От эффективного внедрения ИИ зависит конкурентоспособность медицинских организаций, всей системы, а также будущее качество жизни населения.

Здравоохранение — консервативная отрасль, изменения и новые технологии приживаются здесь не просто. Однако если отложить внедрение ИИ, есть риск безвозвратно отстать, вместо того чтобы управлять процессом перехода системы здравоохранения в новый технологический уклад.

В чем выражается этот риск? Наши жители не получат новые возможности по поддержанию и сохранению здоровья, а мы окажемся в роли «догоняющего» участника новой реальности.

Тем временем ИИ становится новой базовой технологией, как когда-то персональные компьютеры и программы, которыми мы пользуемся повседневно (переводчики, навигация, домашние умные помощники и т. д.). Скорость этих изменений, а также требования к росту качества жизни постоянно увеличиваются. В этих новых условиях нам необходимо предоставлять лучшие



Компьютерное зрение помогает специалистам в постановке диагноза

медицинские услуги для наших жителей и условия труда для наших медицинских работников. При постоянном развитии цифровизации здравоохранения, экспоненциальном росте накапливаемых данных без новых технологий их обработки просто не обойтись.

И такой технологией является искусственный интеллект.

— На какой международный опыт ориентируется команда внедрения ИИ в московское здравоохранение? В каких мегаполисах мира работают аналогичные сервисы?

— Конкретного образца у нас нет. Конечно, мы активно изучаем международный опыт, но у нас есть проекты, по масштабу не имеющие аналогов в мире. Например, московский эксперимент по использованию компьютерного зрения для анализа медицинских >>>



Фото: mos.ru

КОНЕЧНО, МЫ ИЗУЧАЕМ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ, **НО У НАС ЕСТЬ ПРОЕКТЫ, ПО МАСШТАБУ НЕ ИМЕЮЩИЕ АНАЛОГОВ В МИРЕ**

изображений. Результаты этого проекта легли в основу 11 национальных стандартов разработки и применения ИИ для клинической медицины.

Проекты по исследованию возможностей ИИ в столичном здравоохранении реализуют единым фронтом несколько команд Комплекса социального развития Правительства Москвы — от разработки принципиально новых для страны ИИ-сервисов, тестирования прототипов до масштабного внедрения готовых продуктов.

Мы разрабатываем и реализуем собственные подходы по применению ИИ в здравоохранении, с исследовательским скепсисом подходим к информации о возможностях тех или иных технологий, все проверяем и тестируем на своей базе.

Например, одними из главных драйверов роста рынка информационных технологий, в частности технологий искусственного интеллекта, в прошлом году были признаны разработки в области генеративного ИИ (способного создавать новый контент). В последних отчетах исследовательских и консалтинговых компаний о цикле развития новейших технологий генеративный ИИ находится на пике завышенных ожиданий — о нем много говорят, с ним экспериментируют. Однако говорить о его массовом внедрении, в первую очередь



Пандемия заставила рентгенологов обучаться буквально не отходя от рабочего места

в медицине, пока рано — нет ни одного готового продукта с понятным сценарием использования и доказанными эффектами для роста производительности труда или повышения качества медицинского обслуживания, диагностики или лечения.

Безусловно, у технологии большой потенциал, и мы пока даже не представляем его глубину и трансформационную силу. Предполагаю, что оценить первые результаты мы сможем в среднесрочной перспективе — на горизонте пяти лет. Но на протяжении этого времени нам, стороне заказчика и пользователя технологии, предстоит провести немало экспериментов. И возможно, не все сразу принесут желаемые результаты.

— Как собираются в Москве большие данные? Насколько они достоверны?

— Для накопления медицинских и управленческих данных в сфере здравоохранения используется Единая медицинская информационно-аналитическая система



СЕГОДНЯ ПОРЯДКА ТРЕХ МИЛЛИАРДОВ ЦИФРОВЫХ ЗАПИСЕЙ АККУМУЛИРУЕТ ЭЛЕКТРОННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ КАРТА ПАЦИЕНТА

Москвы (ЕМИАС). И это, безусловно, гигантские объемы данных. Практически каждое соприкосновение жителя с системой здравоохранения оставляет цифровой след в его электронной медицинской карте. Сегодня порядка трех миллиардов цифровых записей аккумулирует электронная медицинская карта (ЭМК) пациента.

Мониторинг полноты данных, оценка их качества, поддержание необходимого уровня «гигиены» данных — это неотъемлемая часть нашей повседневной рутины. Но благодаря этой постоянной скрупулезной работе данные сегодня стали применимыми для машинной обработки и анализа, а также для обучения и внедрения сервисов на основе искусственного интеллекта.

Мы организовали совместную с медицинским сообществом работу по разработке и поддержанию в актуальном состоянии структуры собираемых медицинских данных. Совместно мы определяем набор необходимых сведений, определяем требования к обязательности полей — стремимся собирать только востребованные данные. Эта работа позволяет нам собирать данные не «в один котел» наряду с неструктурированными данными

так называемого озера данных, а в структурированном виде с формализованными значениями там, где это нужно и возможно.

Также с медицинскими экспертами мы нормализуем нормативно-справочную информацию ЕМИАС, чтобы обеспечить единство и согласованность данных. Это важно для синхронизации понятийного аппарата, одинаковой интерпретации сущностей в физическом и цифровом мире. При формировании нового стандарта оказания экстренной помощи на фактических данных мы увидели рассогласованность в наименованиях и емкости терминов одних и тех же лабораторных и инструментальных исследований (клинический анализ крови или общий клинический анализ крови — минимальное отклонение в одно слово, а для анализа и обработки — это разные единицы данных). В результате >>>

Вся информация, все снимки, загруженные в электронную медицинскую карту пациента, могут стать частью «обучающей программы» для искусственного интеллекта



Фото: mos.ru

медицинское сообщество договорилось об укрупнении синонимичных значений, о приведении множества понятий к единству.

— В каких сферах здравоохранения применяется сегодня ИИ в Москве? Как повлияли эти технологии на эффективность системы?

— Безусловно, благодаря автоматизации рутинных задач и поддержке принятия врачебных решений эффективность растет в разных сферах и на разных этапах диагностики. ИИ уже сегодня — эффективный помощник, избавляющий врача от части рутинной работы. Например, рентгенологи используют голосовой ввод (алгоритм машинного обучения, который распознает естественную человеческую речь и конвертирует ее в цифровые символы — текст) для заполнения медицинской документации (по последним данным, на 30 % сокращается время подготовки протокола с использованием этой технологии). В работе функциональных диагностов взрослых поликлиник Москвы помогает автоматическая расшифровка ЭКГ с предзаполненным заключением. С сервисами записи ЕМИАС интегрирован чат-бот, который «опрашивает» пациента о жалобах на самочувствие до приема, а результаты врач увидит сразу в протоколе осмотра.

Наиболее масштабный проект — применение компьютерного зрения в лучевой диагностике. Более 50 ИИ-сервисов по 29 клиническим направлениям обрабатывают в потоковом режиме медицинские снимки, оконтуривают выявленные патологии, проводят рутинные измерения, в том числе сложные, на которые у врача уходит много времени, а также готовят проект заключения. В арсенале столичных рентгенологов сегодня 6 комплексных сервисов для анализа КТ органов грудной клетки, органов брюшной полости. Такие сервисы в рамках одного исследования выявляют сразу несколько патологий и формируют заключение. Всего в рамках проекта ИИ-сервисы проанализировали уже 12 миллионов лучевых исследований.

Более того, если раньше ИИ-решения в медицине рассматривались в первую очередь как системы поддержки принятия врачебных решений, то сегодня мы делаем первые шаги в сторону системной автоматизации

производственных процессов. Так, на базе эксперимента технологии ИИ достигли того уровня зрелости, когда мы начинаем «делегировать» искусственному интеллекту отдельные диагностические задачи.

В этом году мы запускаем пилотный проект в рамках территориальной программы обязательного медицинского страхования по применению ИИ в автономном режиме, без участия врача — для проекционных методов исследований, флюорографии и рентгенографии органов грудной клетки. ИИ будет сортировать все исследования взрослых пациентов, сделанные в поликлиниках, на те, где достоверно отсутствует патология, и те, где есть признаки заболевания. Для первых ИИ будет самостоятельно формировать заключение в виде электронной медицинской записи в ЭМК, а вторые — направлять на описание врачу.

Совместно с Центром диагностики и телемедицины Департамента здравоохранения города Москвы мы провели практическое исследование, которое выявило, что при тонкой настройке сервисов искусственного интеллекта чувствительность может составлять 100 %, и по исследованиям без патологии их пересмотр врачом не требуется.

Данные виды исследований — самые массовые в лучевой диагностике, занимающие наибольший кадровый ресурс рентгенологов. При этом характерная особенность профилактических исследований, таких как флюорография, — низкая доля исследований с патологическими признаками. В подавляющем большинстве случаев (по доступным литературным данным, а также на основе нашего исследования) в 80–99 % таких исследований выявляется «норма», то есть признаков патологий не обнаружено.

Это решение позволит перенаправить время врача на более сложные виды исследований, где действительно требуется врачебная экспертиза.

По итогам пилотного проекта мы сможем достоверно оценить безопасность применения автономного ИИ для пациентов.

Первыми шагами в развитии персональных ассистентов врача стал диагностический ассистент врачей-терапевтов и врачей общей практики для постановки предварительного диагноза. Сервис был внедрен в 2020 году, на основе анализа жалоб пациента он предлагает

ТЕХНОЛОГИИ ИИ ДОСТИГЛИ ТОГО УРОВНЯ ЗРЕЛОСТИ, КОГДА МЫ НАЧИНАЕМ «ДЕЛЕГИРОВАТЬ» ИСКУССТВЕННОМУ ИНТЕЛЛЕКТУ ОТДЕЛЬНЫЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ



Фото: пресс-служба ДЗМ

СПОСОБНОСТЬ ИИ АНАЛИЗИРОВАТЬ ГИГАНТСКИЕ ОБЪЕМЫ ДАННЫХ ПОЗВОЛИТ УЧИТЫВАТЬ ВЛИЯНИЕ НЕОЧЕВИДНЫХ ФАКТОРОВ НА РАЗВИТИЕ РИСКОВ И ЗАБОЛЕВАНИЙ

топ-3 диагноза. К выбранному диагнозу врачу предлагаются пакетные назначения. Такой «синтез» искусственного и естественного интеллекта.

В этом году внедрен диагностический ассистент при постановке заключительного диагноза во взрослых поликлиниках. Сервис анализирует данные ЭМК пациента за последние два года и сигнализирует врачу, если мнения с ИИ разошлись.

В обоих случаях ИИ выступает помощником, окончательное решение остается за врачом.

— Есть задачи, с которыми нейросети могут справляться лучше, чем человек, и медицинский работник в частности?

— Надежные ИИ-сервисы способны минимизировать ошибки вследствие влияния человеческого фактора, справляться с рутинными задачами быстрее и точнее. ИИ не нужен отдых, сон, он не болеет и не устает. Поэтому в алгоритмизированных задачах он может превзойти человека. Как калькулятор, автоматическая линейка. Это продвинутые математические системы, способные мгновенно или за считанные минуты обрабатывать данные и выдавать стабильно точный результат.



Кабинет рентгенолаборанта в московской больнице

Также способность ИИ анализировать гигантские объемы данных позволит учитывать влияние неочевидных факторов на развитие рисков и заболеваний. То, что недоступно возможностям человека в условиях временных ограничений. ИИ может в считанные минуты обрабатывать полный объем данных и просчитать все взаимосвязи, учесть ретроспективные данные.

Однако эффективная работа ИИ возможна только в результате совместных усилий ученых, экспертного врачебного сообщества и разработчиков. Последнее слово будет оставаться за врачом. Это позволит держать работу ИИ под контролем, объективно оценивать алгоритмы и видеть потенциал развития.

— Как может использоваться ИИ в персонализированном лечении?

— В Москве развитие здравоохранения идет по пути персонализации и максимального внимания >>>

В БУДУЩЕМ СЕРВИСЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА МОГУТ СТАТЬ «МЛАДШИМ НАУЧНЫМ СОТРУДНИКОМ», ПОМОГАЯ ВРАЧАМ И УЧЕНЫМ В НАУЧНЫХ И КЛИНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

к конкретному пациенту. На основе медицинской истории пациента, данных о его образе жизни формируется цифровой двойник пациента. Это позволит перейти от всеобщей унификации к персонализированному здравоохранению.

Извлечь ценность из этих данных можно при помощи ИИ. ИИ-помощники смогут формировать необходимый набор профилактических мер, обследований для конкретного пациента, назначения, исходя не из установленных стандартов, а индивидуальные, в том числе учитывая резистентность к лекарственным препаратам, аллергоанамнез пациента и другие важные индивидуальные особенности.

— Какие еще области приложения ИИ в медицине и здравоохранении вы видите в перспективе?

— Мы планируем расширять полезное применение ИИ для помощи врачам в повседневной практике, системно автоматизировать производственные процессы и подстраховать врача от ошибки, провести дополнительный контроль качества исследований — в патоморфологии, эндоскопии, дерматологии, офтальмологии.

Другое перспективное направление — работа с ЕМИАС: голосовое управление интерфейсом ЕМИАС, поисковик по ЭМК, обработка данных, поступающих с диагностических устройств, умные помощники для пациента и т. п.

ИИ сможет освободить, с одной стороны, врача от рутины, а с другой стороны — стать персонализированным помощником для пациентов. Умным и эмпатичным, который сможет ответить на определенные вопросы, помочь подготовиться к исследованиям, оптимизировать прием препаратов.

ИИ станет помощником в проактивном выявлении рисков развития заболевания и диагностировать болезнь не на стадии ее проявления или обострения, а заранее выявить риск и сформировать набор мер для предотвращения ее развития.

В будущем сервисы ИИ могут стать «младшим научным сотрудником», помогая врачам и ученым в научных и клинических исследованиях.


— Как могло бы выглядеть в идеальном мире будущее с максимально возможным использованием ИИ в организации процессов в здравоохранении в целом: в диагностике, лечении, диспансерном ведении пациентов и т. п.?

— Я не склонен к визионерству, но мы совершенно точно стремимся сделать жизнь людей удобнее и качественнее, а труд врачей — легче и интереснее с профессиональной точки зрения. Все мы хотим меньше соприкасаться с системой здравоохранения, переживать о своем здоровье, а если все же пришлось — получить быстрый, искренний и качественный сервис. Врачи, со своей стороны, хотят заниматься лечением, а не административными вопросами, избавиться от рутины.

В этих целях мы и пробуем применять ИИ — он не склонен к профессиональному выгоранию и готов круглосуточно выполнять рутинные операции.

— Насколько, с вашей точки зрения, обоснованы опасения в связи с развитием нейросетей? Какие риски могут возникнуть при использовании ИИ в медицине?

— Опасения, связанные с концепцией сильного ИИ в условиях неконтролируемой технологической гонки, разработки по принципу «черного ящика», понятны. Внедрение новой технологии всегда ставит на первый план вопросы безопасности и этики. Если не регулировать вопросы ответственности, не встроить механизмы контроля качества ИИ, обычной реакцией на допускаемые ошибки искусственного интеллекта станет рост регуляторного давления, которое замедлит развитие технологии. Но совершенно точно не остановит. Мы это видим на примере беспилотного транспорта.

ИИ — это технология, с которой просто нужно научиться работать. В здравоохранении Москвы мы реализуем подход осознанного внедрения ИИ — формулируем конкретную задачу, ожидаемый результат и метрики его качества, настраиваем мониторинг. Делаем технологию полезной. 

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В МОСКОВСКОМ ЗДРАВООХРАНЕНИИ

>2 млн

обращений
к чат-ботам



>13,7 млн

диагнозов поставлено
с участием систем поддержки
принятия клинических
решений в городских
поликлиниках

95

серьезных заболеваний
определяет система
поддержки принятия
клинических решений
в городских поликлиниках



>210 тыс.

медицинских протоколов
заполнено с помощью
функции распознавания
речи



3 млрд

структурированных документов
в Единой медицинской
информационно-аналитической
системе



>5 млн

электрокардиограмм
расшифровано



>12 млн

исследований
лучевой диагностики
проанализировано



>10 тыс.

дерматоскопических
исследований
проведено за год



>5,4 млн

вызовов скорой
помощи обработано
за год



начато их применение
в лабораторной
службе



По данным mos.ru (дата обращения 19.02.2024), ДЗМ

Перспективные проекты в области искусственного интеллекта

Алексей Аленко



Фото: НИИОЗММ ДЗМ

В настоящее время внедрение технологий искусственного интеллекта в сфере здравоохранения признано одним из важнейших стратегических направлений развития отрасли. О том, какие проекты в этой области сейчас реализуют московские специалисты, рассказывает Алексей Аленко.

Алексей Аленко, главный внештатный специалист по информационным технологиям Департамента здравоохранения города Москвы, начальник отдела проектирования информационных систем здравоохранения управления развития цифровых технологий ГБУ «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы»

— Алексей Александрович, в здравоохранении Москвы накоплен опыт внедрения и применения алгоритмов искусственного интеллекта. Каковы перспективы дальнейшего развития этого направления?

— Положительный опыт применения алгоритмов компьютерного зрения в радиологии создал базу для пилотных проектов по их применению в других направлениях инструментальной диагностики, где используются те или иные виды медицинских изображений. Кроме того,

ВРАЧИ-ОФТАЛЬМОЛОГИ ПОДТВЕРДИЛИ ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ АЛГОРИТМОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ В ОФТАЛЬМОЛОГИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ СНИМКОВ ГЛАЗНОГО ДНА



В ТЕКУЩЕМ ГОДУ ВОЗМОЖНА АПРОБАЦИЯ АЛГОРИТМОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ ДЛ Я ВЫЯВЛЕНИЯ ПРИЗНАКОВ ОПУХОЛЕВОГО ПРОЦЕССА В ГИСТОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТАХ

возможна апробация технологий, которые в последнее время достигли уровня развития, достаточного для применения в различных отраслях, в том числе и в здравоохранении. Это такие технологии, как генеративный искусственный интеллект, большие языковые модели (LLM), обработка естественной речи.

— В каких направлениях планируется расширение положительного опыта применения искусственного интеллекта в радиологии?

— Наиболее успешно и органично технологии компьютерного зрения развиваются там, где уже созданы условия для хранения медицинских изображений и их обработки в цифровом виде. В прошлом году был завершен проект по созданию единого хранилища цифровых сканов гистологических препаратов в онкологии, в текущем году возможна апробация алгоритмов компьютерного зрения для выявления признаков опухолевого процесса в препаратах и для автоматизации рутинных вычислений при проведении патоморфологического исследования. Применение алгоритмов компьютерного зрения в патоморфологии — задача не менее сложная из-за большого объема информации на одно изображение и особенностей метода диагностики.

Врачи-офтальмологи подтвердили перспективы применения алгоритмов компьютерного зрения в офтальмологии для оценки снимков глазного дна с фундус-камеры и анализа изображений оптического когерентного томографа. Применение технологии при проведении скрининговых исследований зрения у пациентов, страдающих сахарным диабетом, поможет врачам выявлять на ранних стадиях заболевания сетчатки, характерные для таких пациентов, и своевременно маршрутизировать их для лечения в специализированные центры.

Новый вызов для технологии искусственного интеллекта — внедрение алгоритмов компьютерного зрения при проведении эндоскопических исследований. Особенность применения в этом случае — работа алгоритма в режиме реального времени во время проведения исследования. Необходимо «на лету» анализировать изображение с камеры эндоскопа и добавлять отметку локализации образований кишечника, не ухудшая

изображение. Такое применение искусственного интеллекта будет востребовано в высоконагруженных эндоскопических референс-центрах.


Дальнейшее развитие применения компьютерного зрения в области лучевой диагностики — ультразвуковое исследование сердца. Существуют алгоритмы, которые позволяют автоматизировать рутинные расчеты при проведении эхокардиографии. На данном этапе предстоит определить метрики для оценки эффективности алгоритма и возможность интегрировать их в текущий процесс проведения исследований.

— Какие новые области использования технологий искусственного интеллекта планируются к апробации?

— Применение голосового ввода для заполнения медицинской документации проходило испытания у врачей разных профилей, и не во всех случаях диктовка медицинских записей была оптимальна. В развитие этой технологии мы прорабатываем сценарии заполнения медицинской документации с помощью голосового ассистента в диалоговом режиме. В данном сценарии используются алгоритмы распознавания и синтеза естественной речи.

Получившие широкое распространение в прошлом году большие языковые модели и генеративный искусственный интеллект планируется опробовать для формирования проектов сводных медицинских документов: эпикризов и выписок на основании имеющихся документов электронной истории болезни. Данные алгоритмы можно применять в электронных сервисах для пациентов, сделать взаимодействие с чат-ботами более эффективным для врача и более эмпатичным для пациента.

С помощью алгоритмов искусственного интеллекта возможно автоматизировать такие рутинные операции, как управление записью на прием к врачу и маршрутизация пациентов.

У технологий искусственного интеллекта лучшие перспективы в тех областях, где можно автоматизировать рутинные процессы при оказании медицинской помощи и высвободить больше времени для пациентов. На них в первую очередь и делается ставка. 

Искусственный интеллект в амбулаторной службе

Андрей Тяжельников



Фото: НИИОЗММ ДЗМ

Московские поликлиники стали «первопроходцами» в освоении цифровых технологий. Самые первые системы поддержки принятия врачебных решений на основе искусственного интеллекта в масштабах города появились именно в московской амбулаторной службе.

Андрей Тяжельников, главный внештатный специалист по первичной медико-санитарной помощи взрослому населению, главный врач Городской поликлиники № 220 Департамента здравоохранения города Москвы, д. м. н

— Как начиналось внедрение технологий искусственного интеллекта в работу первичной медико-санитарной службы?

— В Москве эти процессы идут уже несколько лет. Сначала была создана Единая медицинская информационно-аналитическая система (ЕМИАС), которая охватывает решение практически всех задач: от записи к врачу до административных вопросов. В 2019 году началась разработка системы поддержки принятия врачебных решений, которая представляет собой набор цифровых инструментов, помогающих врачу на всех этапах ведения пациента — сбор жалоб, постановка предварительного диагноза, выбор лекарственной терапии, схемы лечения. Сегодня это рабочий инструмент врачей

городских поликлиник. Подготовить пациента к приему врача помогает чат-бот, собирающий анамнез.

— Как искусственный интеллект может разгрузить сотрудников поликлиник?

— Современный мир — это мир больших данных. Цифровизация помогает освободить врача от многих рутинных задач, сделать его работу максимально эффективной. Когда в пандемию для выявления коронавирусной пневмонии на КТ-снимках стали использовать компьютерное зрение, а данные вводить в электронную карту с помощью голоса, на 30 % сократилось время описания компьютерной томографии органов грудной клетки при COVID-19. Сегодня время ожидания результата маммографии пациенткой сокращается на 99 %.

Искусственный интеллект также применяется и в диагностике сердечно-сосудистых заболеваний. С помощью компьютерного зрения радиологи могут распознавать на лучевых снимках аневризму грудного отдела аорты.

Используя систему поддержки принятия врачебных решений, которая анализирует данные, врач на приеме может больше времени уделить общению с пациентом.

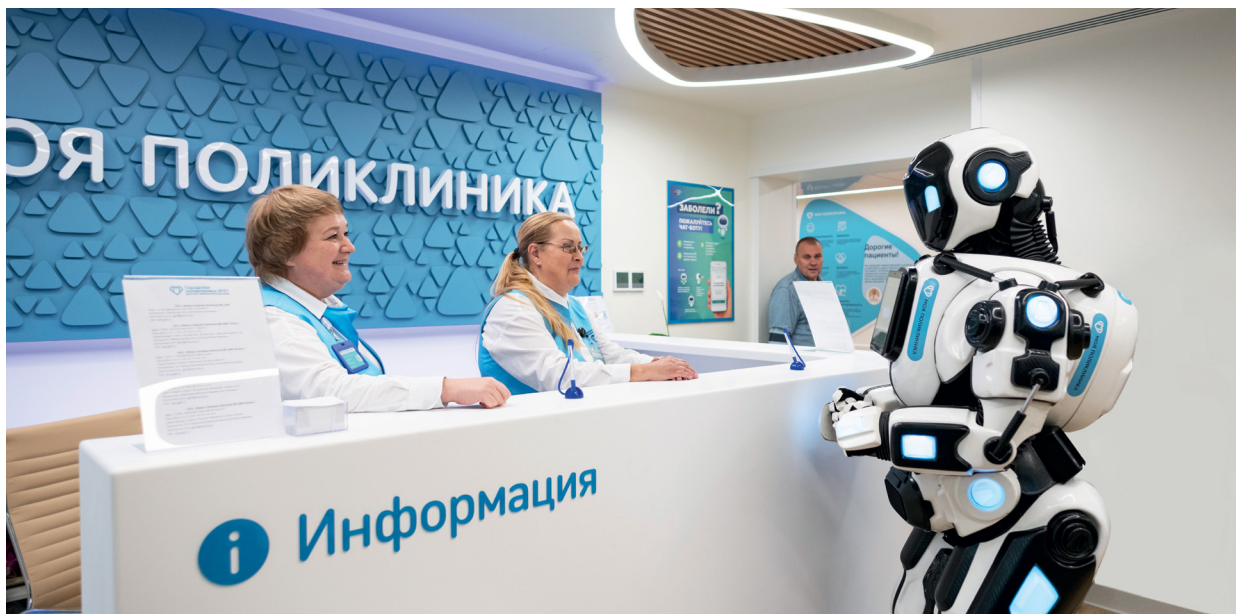


Фото: НИИОЗММ ДЗМ

— Как происходит взаимодействие врача и сервиса поддержки принятия врачебных решений?

— В основе системы поддержки принятия врачебных решений лежат клинические протоколы по заболеваниям, разработанные главными внештатными специалистами Департамента здравоохранения города Москвы совместно с федеральными экспертами, а также международные практики. На основе баз данных и медицинской информации о пациенте искусственный интеллект предлагает предварительный диагноз и пакетные назначения на необходимые для подтверждения диагноза исследования, однако окончательный диагноз остается за врачом.

— Как оценивают врачи сервис постановки заключительного диагноза на основе данных электронной медкарты?

— Для врачей, работающих с искусственным интеллектом, это не только экономия времени, но и минимизация рисков в постановке диагноза и выборе лечения. По статистике, врач пропускает патологию в 3–4 % случаев, а искусственный интеллект — всего в двух сотых



Умные роботы активно помогают в московских поликлиниках

процента! ИИ подсказывает диагнозы, которые сложно было бы предположить в силу того, что врач не всегда может проанализировать весь массив данных пациента. И здесь для медицинских специалистов открывается зона роста и возможность повышения квалификации.

— Расшифровка электрокардиограмм в городских поликлиниках тоже делегирована ИИ?

— Городские поликлиники в Москве оснащены цифровыми электрокардиографами. Оборудование интегрировано с ЕМИАС. Результаты исследования теперь фиксируются не на бумажной ленте, как раньше, а в цифровом виде. ИИ расшифровывает полученные данные и формирует электронное заключение, с которым врач может согласиться или скорректировать его. Это обеспечивает высокую точность анализа и повышает качество исследования. >>>

**С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СКОРОМ БУДУЩЕМ
МЫ СМОЖЕМ ВЫСТРАИВАТЬ СТРАТЕГИЮ ПРОФИЛАКТИКИ
И СОХРАНЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ ПРЕВЕНТИВНО ДЛЯ КОНКРЕТНОГО ЧЕЛОВЕКА**

РАЗВИВАЮЩИЙСЯ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ ТРЕБУЕТ ПОСТОЯННОГО ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ВРАЧА. ЭТО ВЫЗОВ, НА КОТОРЫЙ МЫ ДОЛЖНЫ ОТВЕЧАТЬ

Протокол инструментального исследования и электрокардиограмма сохраняются в электронной карте пациента и доступны для просмотра как врачам-специалистам, так и самим пациентам.

— Какие функции в лечебно-диагностическом процессе могут быть делегированы искусственному интеллекту?

— Развитие и будущее применения искусственного интеллекта видится весьма перспективным. Открываются интересные возможности прогнозирования здоровья без участия самого пациента. Искусственный интеллект, анализируя данные пациента, принимает во внимание все медицинские документы и даже, может быть, образ жизни человека, это дает возможность моделировать алгоритмы развития заболевания у пациента в перспективе, таким образом, мы получаем возможность предотвращать инфаркты и инсульты, а также целый ряд других заболеваний. С помощью ИИ в скором будущем мы сможем выстраивать стратегию профилактики и сохранения здоровья превентивно для конкретного человека.

— Назовите, пожалуйста, плюсы внедрения искусственного интеллекта. Есть ли минусы или риски?

— Плюсы — это прежде всего новые возможности, оперативность, точность в постановке диагноза, повышение качества мониторинга и прогноза в лечении, снижение рутинной занятости врача.

Однако с ИИ должны работать подготовленные специалисты. Развивающийся искусственный интеллект требует постоянного повышения квалификации врача. Это вызов, на который мы должны отвечать.

— Как вы считаете, нужно ли оповещать пациента о том, что диагноз ему был поставлен с привлечением искусственного интеллекта?

Цифровые снимки, сделанные в рентген-кабинете поликлиники, всегда будут доступны врачам любых других организаций



Фото: пресс-служба ДЗМ



— Конечно, мы рассказываем жителям города, пациентам об использовании новых технологий. И все же искусственный интеллект — это только инструмент, эффективно помогающий врачу, а ответственность за диагноз и назначение лечения остается за врачом.

— **Каково отношение врачей к тому, что искусственный интеллект так настойчиво вторгается в их зону ответственности?**

— Искусственный интеллект программируют, обучают и развивают люди в целях повышения эффективности

в будущем их станет больше там, где это актуально. Однако в профессии врача нужен не только интеллект, но и много других составляющих. Поэтому я уверен, что программы не смогут полностью заменить врача, как и специалистов в других отраслях.

— **Какие сейчас идут разработки в области искусственного интеллекта для применения в поликлиниках?**

— Мы сейчас эффективно используем искусственный интеллект в проекте по разработке калькулятора биологического возраста человека. Надо сказать,

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ МОЖЕТ ПОМОЧЬ НАМ **СОЗДАТЬ КАЛЬКУЛЯТОРЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗРАСТА ДЛЯ РОССИЯН И ПРЕДОТВРАТИТЬ ВОЗРАСТ-АССОЦИИРОВАННЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ**



Фото: пресс-служба ДЗМ

своей деятельности. В зону ответственности врача он не вторгается, вся ответственность — принимать предложенные ИИ варианты или отвергать — остается за врачом. Врачи видят в постоянно развивающемся и совершенствующемся ИИ надежного помощника.

— **Можно ли со временем автоматизированные системы довести до такой степени совершенства, что они смогут заменить врача?**

— Да, искусственный интеллект развивается, и мы видим все более и более самостоятельное использование программ, без участия врача. Это, например, различные приложения, которыми могут пользоваться пациенты в целях контроля здоровья и профилактики. Думаю,

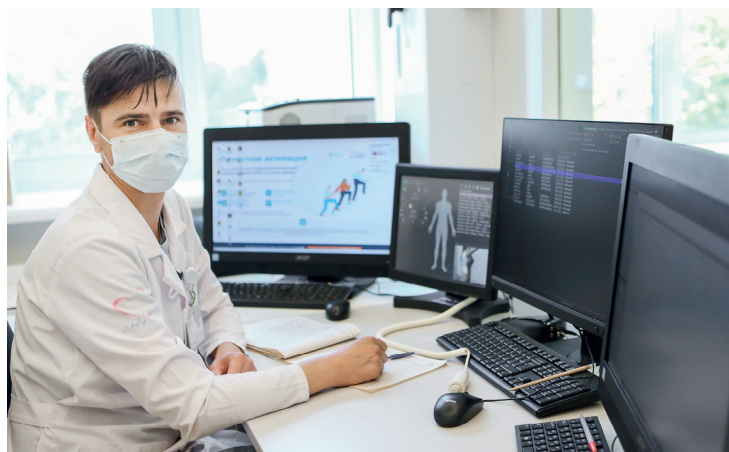



Фото: пресс-служба ДЗМ



Цифровизация стала неотъемлемой частью работы московских поликлиник

что среди множества биомаркеров старения есть совершенно специфические, присущие только российской популяции. Искусственный интеллект может помочь нам создать калькуляторы биологического возраста для россиян и предотвратить возраст-ассоциированные заболевания.

Подобные популяционные наработки можно применять для развития как здравоохранения в целом, так и отдельных отраслей, думать о развитии медицинских специальностей, которые нам понадобятся в будущем. 

О роли искусственного интеллекта в лучевой диагностике

Юрий Васильев



Фото: Центр диагностики и телемедицины ДЗМ

Пятый год в Москве идет работа по внедрению искусственного интеллекта в лучевую диагностику. Сегодня эти технологии уже достаточно изучены, понятен их потенциал, возможности применения в медицине. Что дальше? Об этом порассуждаем с главным рентгенологом Москвы Юрием Васильевым.

Юрий Васильев, главный внештатный специалист по лучевой и инструментальной диагностике Департамента здравоохранения Москвы, директор Научно-практического центра диагностики и телемедицины Департамента здравоохранения города Москвы, к. м. н.

— Когда начал работу Московский эксперимент по внедрению компьютерного зрения в лучевую диагностику? Что послужило импульсом для его запуска?

— Научный эксперимент по внедрению компьютерного зрения в лучевую диагностику стартовал в ноябре 2019 года. Пандемия COVID-19 ускорила этот процесс: с 2020 года применение технологии стало стандартом диагностики коронавирусной пневмонии в Москве. Затем компьютерное зрение стало использоваться для выявления и других патологий. Москва первой из мировых

мегаполисов начала внедрять сервисы компьютерного зрения в рутинную врачебную практику.

Эксперимент стал возможным благодаря цифровизации лучевой диагностики, которая началась с обновления и дооснащения материально-технической базы, замены устаревшего аналогового оборудования на современное цифровое, затем был организован Единый радиологический информационный сервис (ЕРИС) — огромная информационная система, к которой подключено все цифровое оборудование, все рабочие места рентгенолаборантов и врачей-рентгенологов, работающих в медицинских организациях Департамента здравоохранения города Москвы. На этой инфраструктуре и был запущен эксперимент.

— В какой именно момент лучевого исследования к процессу подключается искусственный интеллект?

— Расскажу на примере: пациент приходит в поликлинику сделать лучевое исследование, например КТ легких,



рентгенолаборант проводит процедуру. Медицинское изображение автоматически загружается в ЕРИС города Москвы, откуда отправляется на анализ ИИ. Результат работы нейросетей в виде дополнительной серии изображения с цветовой маркировкой находок и текстовым описанием возвращается в ЕРИС, где врач-рентгенолог может его использовать при интерпретации исследования. Готовое описание сохраняется в ЕРИС и сразу доступно лечащему врачу и пациенту в электронной медицинской карте.

— То есть врач-рентгенолог сам может выбрать, какая нейросеть будет ему помогать?

— Да, это как использовать любой привычный нам сервис в телефоне. Врач, описывая медицинское изображение, выбирает удобный для него сервис искусственного интеллекта, и ему выдается обработанное нейросетями исследование. Алгоритмы автоматически делают измерения, необходимые рентгенологу для подготовки заключения, размечают области патологий

цветовыми подсказками и составляют описание. Это позволяет существенно сократить время диагностики и повысить ее точность, к примеру, время описания маммографии нейросети сокращают в 8 раз, что подтвердило исследование, проведенное учеными нашего центра. Сегодня врачи поняли, что это отличный помощник, и используют его в работе.

— В каких направлениях сегодня работает ИИ в лучевой диагностике?

— В настоящее время в распоряжении московских врачей 56 сервисов по 29 клиническим направлениям. Искусственный интеллект помогает находить на лучевых исследованиях признаки рака легкого, пневмонии, остеопороза позвоночника, аневризмы аорты, ишемической болезни сердца, инсульта, >>>

Для удобства и оперативности рабочие места рентгенологов оборудованы двумя мониторами



ВРЕМЯ ОПИСАНИЯ МАММОГРАФИИ НЕЙРОСЕТИ СОКРАЩАЮТ В 8 РАЗ, ЭТО ПОДТВЕРДИЛО ИССЛЕДОВАНИЕ, ПРОВЕДЕННОЕ УЧЕНЫМИ НАШЕГО ЦЕНТРА



Фото: Центр диагностики и телемедицины ДЗМ



Фото: mos.ru

легочной гипертензии, гидроторакса, а также рака молочной железы, грыж позвоночника, плоскостопия и других заболеваний.

К тому же мы активно развиваем такое направление эксперимента, как внедрение комплексных решений. Комплексные сервисы искусственного интеллекта — это нейросети, которые могут распознать на одном лучевом исследовании признаки сразу нескольких патологий. Использование таких инструментов повышает качество анализа исследований и позволяет быстрее выявлять отклонения, даже те, которые изначально не были целью обследования. Например, пациента направили на исследование для исключения пневмонии, а сервис, проанализировав снимок, нашел дополнительно признаки остеопороза, который не был целью обследования. Всего в эксперименте работают уже 8 комплексных сервисов искусственного интеллекта.



Все лучевые исследования, проведенные в медицинских организациях ДЗМ, изучаются в едином референс-центре

— В текущем году в Москве запустили услугу с использованием искусственного интеллекта в рамках ОМС, в этом случае нейросети работают в обязательном порядке?

— Здесь ИИ вышел за пределы эксперимента и стал применяться в практическом здравоохранении как самостоятельная услуга в рамках обязательного медицинского страхования. С начала 2023 года двойное чтение маммографических исследований москвичей проводится искусственным интеллектом

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ ВЫШЕЛ ЗА ПРЕДЕЛЫ ЭКСПЕРИМЕНТА И СТАЛ ПРИМЕНЯТЬСЯ В ПРАКТИЧЕСКОМ ЗДРАВООХРАНЕНИИ КАК САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ УСЛУГА В РАМКАХ ОБЯЗАТЕЛЬНОГО МЕДИЦИНСКОГО СТРАХОВАНИЯ



и врачом-рентгенологом. Уточню: это допущенное к обращению в соответствии с законодательством медицинское изделие на основе ИИ. Сначала медицинское изображение анализируют нейросети, затем — врач-рентгенолог. Мы достигли хороших результатов внедрения: за это время алгоритмы уже обработали 270 тысяч снимков, также мы видим измеримый экономический эффект, ведь рост скрининговых исследований всегда будет, и он будет непропорционален росту кадров, применение искусственного интеллекта оптимизирует эти процессы.

поддерживается конкурентная среда разработчиков ИИ-сервисов: открыто публикуется матрица зрелости решений, разработанных участниками эксперимента.

— **Может ли искусственный интеллект сам принимать решения?**

— Да, сегодня мы уже говорим об автономности ИИ при обработке некоторых простых исследований. Здесь алгоритмы достигли уровня максимальной чувствительности, то есть искусственный интеллект научился отличать исследования с признаками патологии

НА ДАННЫЙ МОМЕНТ МЫ ГОТОВЫ ОРГАНИЗОВАТЬ АВТОНОМНУЮ СОРТИРОВКУ ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ НА «НОРМУ» И «НЕ НОРМУ» В МАССОВЫХ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ



Фото: Центр диагностики и телемедицины ДЗМ

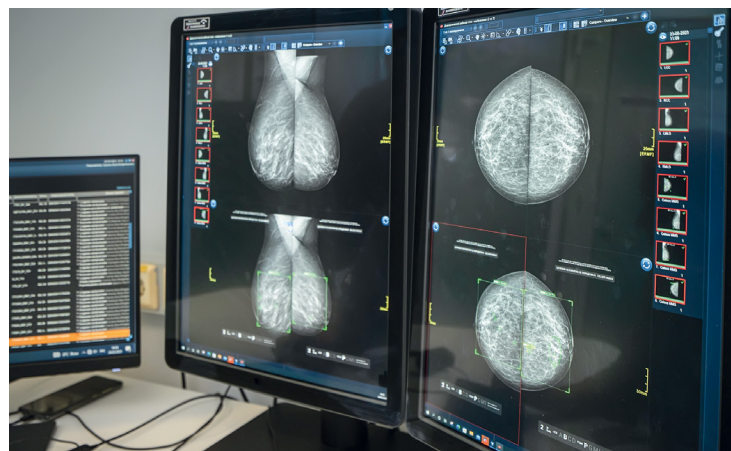


Фото: Центр диагностики и телемедицины ДЗМ

— **Какие еще результаты показал искусственный интеллект в лучевой диагностике?**

— В результате эксперимента разработаны и внедрены уникальные научные методологии, на основе которых подготовлено свыше 300 эталонных наборов данных, создана первая в Российской Федерации официальная библиотека наборов данных для сферы здравоохранения. На основе научных результатов эксперимента разработаны, утверждены и вступили в силу 11 национальных стандартов в сфере применения искусственного интеллекта в здравоохранении и 3 предстандарта.

Эксперимент в целом положительно повлиял на развитие умных алгоритмов в медицине. Реализация проекта позволила создать и развивать рынок сервисов искусственного интеллекта в лучевой диагностике. Сегодня

и без нее. На данный момент мы готовы организовать автономную сортировку искусственным интеллектом на «норму» и «не норму» в массовых профилактических исследованиях. Врачи не будут тратить время на рутинное описание «нормы». Если искусственный интеллект отметил «не норму», такое исследование идет на описание врачу-рентгенологу, далее его анализирует врач. Если нейросеть отметит исследование как «норму», врач-рентгенолог уже не смотрит описание, и результаты сразу сохраняются в карте пациента. На качестве предоставляемой помощи это не скажется, зато возрастает скорость получения результатов. >>>

▲ Размеченные ИИ снимок грудной клетки (слева) и маммограмма (справа)

ПО НАШИМ ПРОГНОЗАМ, ОПИСАННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ **БУДЕТ ВОЗВРАЩАТЬСЯ В ЛИЧНЫЙ КАБИНЕТ ПАЦИЕНТА В СЛУЧАЕ «НОРМЫ» ЧЕРЕЗ 5 МИНУТ**

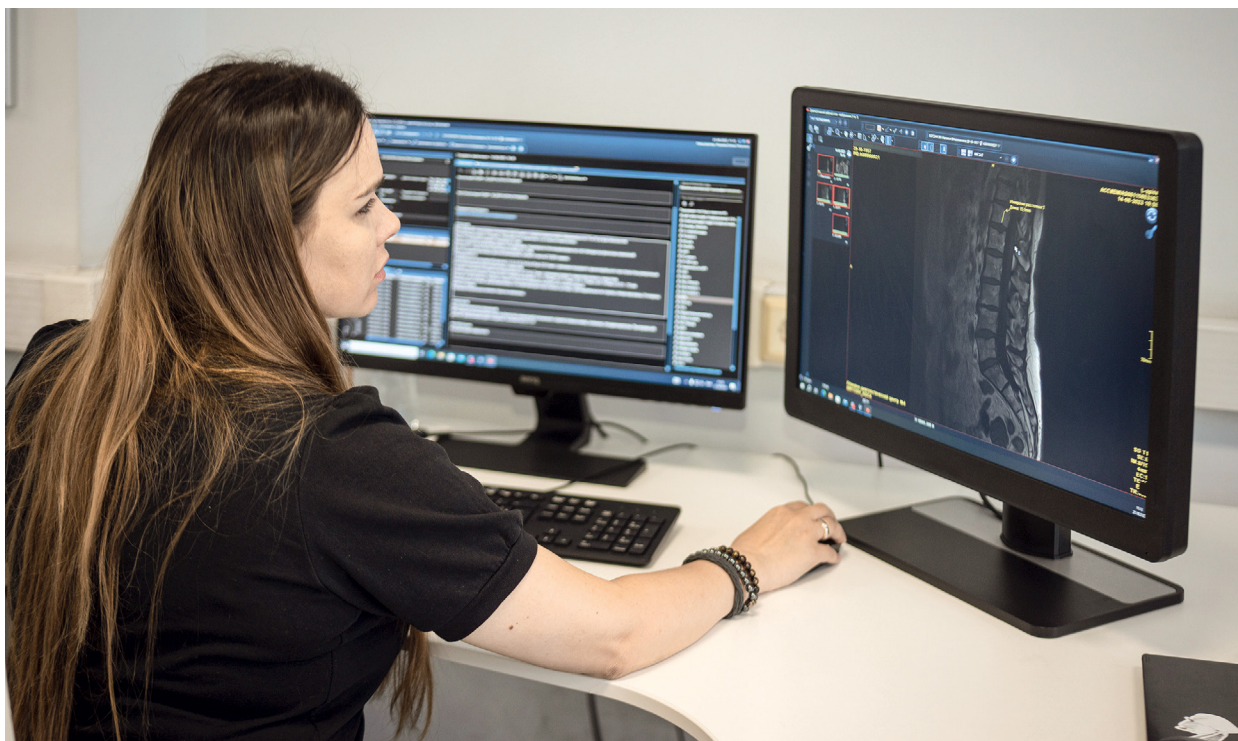


Фото: Центр диагностики и телемедицины ДЗМ

— Может ли ИИ оставить без работы врачей-рентгенологов?

— Автономный искусственный интеллект в лучевой диагностике — это не замена врача, это автоматизация отдельных функций и операционных процедур. Ведь речь идет о помощи врачу в рутинных процессах. Часто мы говорим о выгорании и уходе из профессии врачей-рентгенологов из-за потока утомительных, однообразных задач, таких как, например, описания «нормы». Именно эти действия мы и хотим передать искусственному интеллекту, чтобы врачи занимались более сложными, представляющими для них профессиональный интерес описаниями.


— А для пациента что-то изменится?

— Для пациента изменится срок получения результатов своего исследования. По нашим прогнозам, описанное исследование будет возвращаться в личный кабинет пациента в случае «нормы» через 5 минут. Автоматизация ускорит процесс описания профилактических исследований, а значит, сделает данную услугу доступнее.



Рентгенолог анализирует снимок позвоночника

— Имеют ли регионы возможность присоединиться к эксперименту?

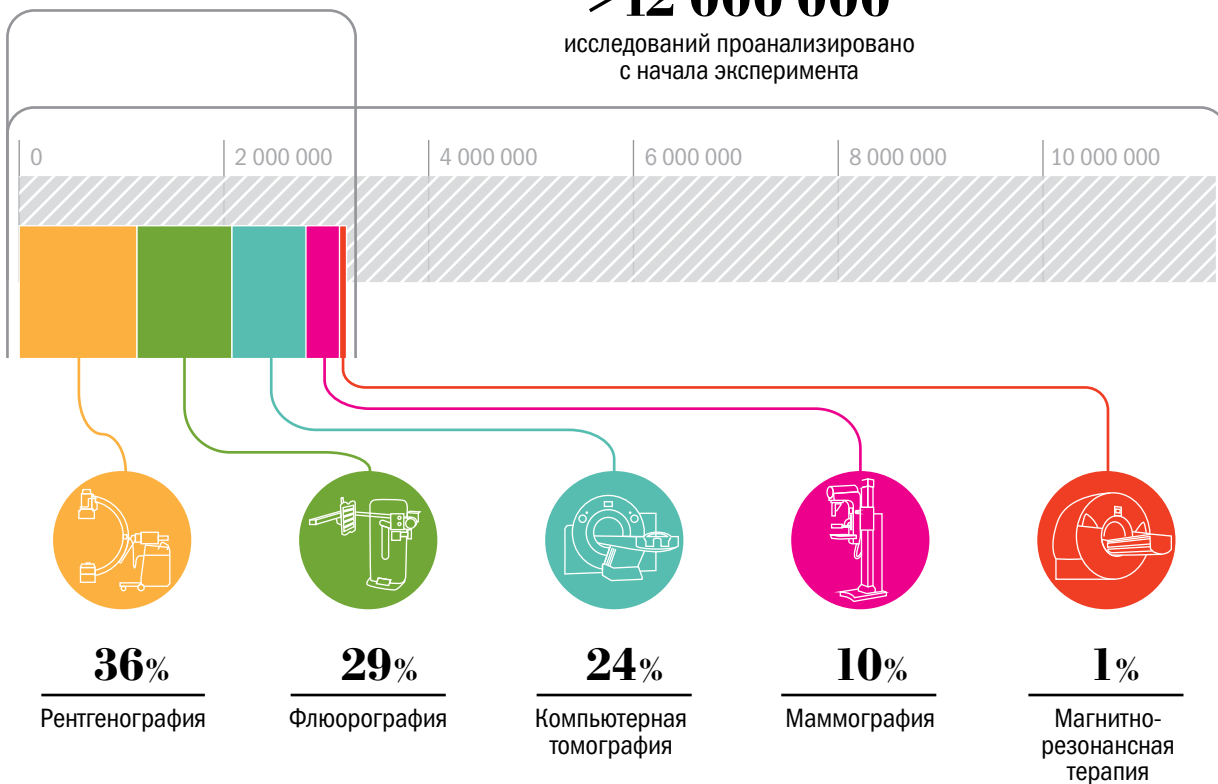
— В 2022 году проект был масштабирован на другие регионы России, первым подключился Ямало-Ненецкий автономный округ (ЯНАО). Мы создали собственную платформу HUB Telemed, через которую можем взаимодействовать с регионами. Сегодня нейросети обработали более 60 тысяч лучевых исследований пациентов поликлиник и стационаров региона. Если в первый год сотрудничества 5 медицинских учреждений округа были подключены к платформе, то сегодня их уже 14. В 2024 году мы продолжаем сотрудничество с ЯНАО и открыты к взаимодействию с другими регионами нашей страны и ближнего зарубежья. 

СЕРВИСЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ В МОСКВЕ



> 3 000 000
исследований
проанализировано в 2023 году

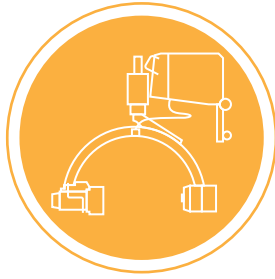
> 12 000 000
исследований проанализировано
с начала эксперимента



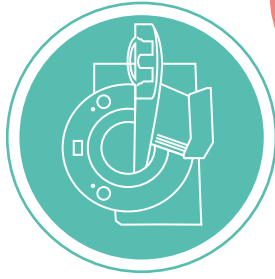
Источник информации: mosmed.ai. Данные на 26 декабря 2023 г.

ДИАГНОСТИКА С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

РЕНТГЕНОГРАФИЯ



КОМПЬЮТЕРНАЯ
ТОМОГРАФИЯ



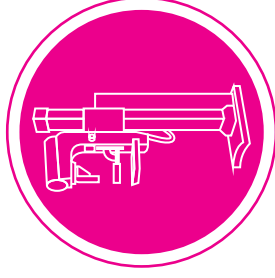
МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ
ТЕРАПИЯ



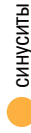
ФЛЮОРОГРАФИЯ



МАММОГРАФИЯ



ГОЛОВА



синуситы

**ШЕЙНЫЙ ОТДЕЛ
ПОЗВОНОЧНИКА**

- очаговые изменения костной структуры позвонков
- протрузии и грыжи межпозвонковых дисков, стеноз позвоночного канала

**ГРУДНОЙ ОТДЕЛ
ПОЗВОНОЧНИКА**

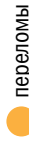
- очаговые изменения костной структуры позвонков
- протрузии и грыжи межпозвонковых дисков, стеноз позвоночного канала

ГОЛОВНОЙ МОЗГ

- внутричерепное кровоизлияние
- инсульт (ишемический)
- автоматизация рутинных измерений структур головного мозга

- рассеянный склероз
- интраназальные образования
- автоматизация рутинных измерений структур головного мозга

ПЛЕЧЕВОЙ СУСТАВ



переломы

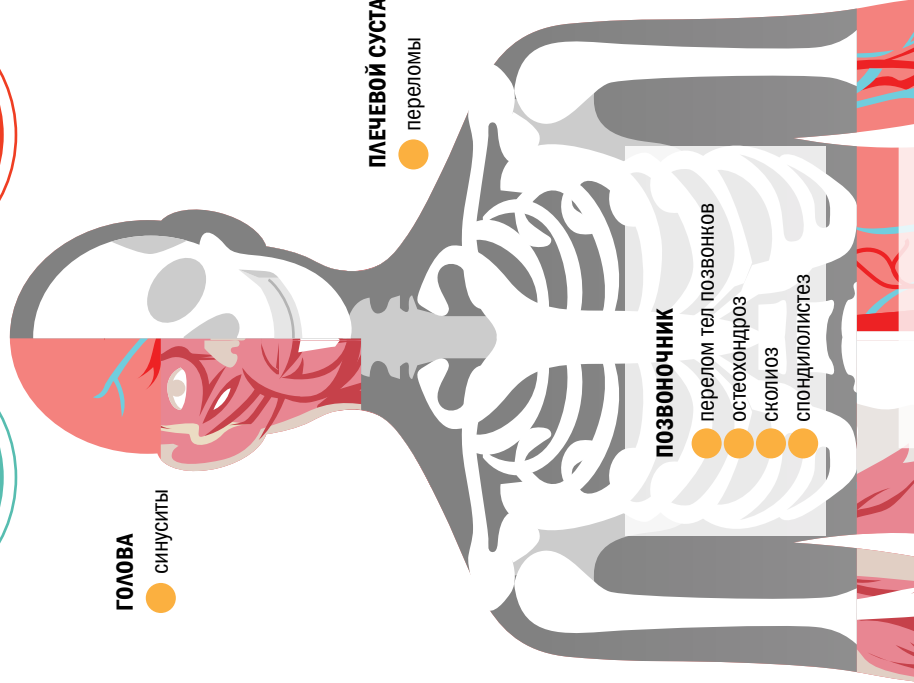
ПОЗВОНОЧНИК

- перелом тел позвонков
- остеохондроз
- сколиоз
- спондилолистез

ГРУДНАЯ КЛЕТКА

- плевральный выпот
- пневмоторакс
- очаг затемнения
- инфильтрация/консолидация
- диссеминация
- полость
- ателектаз
- кальцинат/кальцинированная тень в легких
- кардиомегалия
- нарушение целостности кортикального слоя

- туберкулез легких
- пневмонии
- гнойные и некротические состояния
- объемные образования легких
- патология средостения
- перелом ребра/ребер
- перелом грудины
- консолидированный перелом
- рак молочной железы



ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВЫЙ ОТДЕЛ ПОЗВОНОЧНИКА

- очаговые изменения костной структуры позвонков
- протрузии и грыжи межпозвонковых дисков, стеноз позвоночного канала

БРЮШНАЯ ПОЛОСТЬ

- мочекаменная болезнь
- образования надпочечников
- образования печени
- образования почек
- остеопороз
- аневризма брюшной аорты
- очаговые изменения костной структуры скелета органов брюшной полости и таза
- автоматизация рутинных измерений почки
- автоматизация рутинных измерений печени
- автоматизация рутинных измерений поджелудочной железы и селезенки
- желчнокаменная болезнь (калькулезная форма)

ОРГАНЫ МАЛОГО ТАЗА

- автоматизация рутинных измерений матки
- автоматизация рутинных измерений предстательной железы
- злокачественные новообразования прямой кишки

ТАЗОБЕДРЕННЫЙ СУСТАВ

- артроз
- переломы

ЛУЧЕЗАПЯСТНЫЙ СУСТАВ

- переломы

КОЛЕННЫЙ СУСТАВ

- повреждение суставного хряща (хондромалиция)
- артроз

- нарушения воздушности легочной ткани
- COVID-19
- рак легкого
- остеопороз
- гидроторакс
- коронарный кальций
- диаметр грудной аорты
- диаметр легочного ствола
- лимфатические узлы
- эмфизема легких

- туберкулез
- саркомы
- бронхо-эктатическая болезнь
- паракардиальный жир
- перелом ребра/ребер
- очаговые изменения костной структуры скелета органов грудной клетки
- образования надпочечников

- плевральный выпот
- пневмоторакс
- очаг затемнения
- инфильтрация/консолидация
- диссеминация
- полость
- ателектаз
- кальцинат/кальцинированная тень в легких
- кардиомегалия

- нарушение целостности кортикального слоя
- консолидированный перелом
- туберкулез легких
- пневмония
- гнойные и некротические состояния
- объемные образования легких
- патология ребра/ребер
- перелом ребра/ребер

ГОЛЕНОСТОПНЫЙ СУСТАВ

- переломы

СТОПА

- поперечное плоскостопие
- продольное плоскостопие

Безопасность применения искусственного интеллекта в лучевой диагностике

Игорь Шулькин



Фото: Центр диагностики и телемедицины ДЗМ

Когда речь идет об искусственном интеллекте, неизбежно встает вопрос о безопасности. Мы привыкли доверять свое здоровье врачу, но не машине. Но если часть процессов берет на себя искусственный разум, то как гарантируется защита от ошибки? Об этом поговорим с Игорем Шулькиным.

Игорь Шулькин, заместитель директора по перспективному развитию Научно-практического центра диагностики и телемедицины Департамента здравоохранения города Москвы

— **Что предпринимается для соблюдения безопасности применения сервисов искусственного интеллекта в здравоохранении?**

— Мы делаем большой акцент на безопасности решений, которые допускаем к работе с данными столичных

пациентов. Все сервисы, которые появляются в московском здравоохранении, сначала используются в экспериментальном режиме. В рамках эксперимента по внедрению компьютерного зрения в лучевую диагностику осуществляется жесткий отбор и последующий контроль работы всех решений на основе искусственного интеллекта (ИИ): тестирование на входе, при смене версий сервиса, при изменениях требований к результатам работы ИИ, а также постоянный мониторинг качества работы на потоке исследований. Сервис допускается к работе с реальными исследованиями только при удачных результатах тестов. В случае некорректной работы

ЗА 2023 ГОД БЫЛО ПРОВЕДЕНО ПОРЯДКА 200 ТЕСТИРОВАНИЙ ПРОГРАММ И БОЛЕЕ 500 МОНИТОРИНГОВ, ЧТО В 1,5 РАЗА БОЛЬШЕ АНАЛОГИЧНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОШЛОГО ГОДА



Фото: пресс-служба ДЗМ

ГЛАВНАЯ ЦЕЛЬ — НЕ ПРОСТО ВНЕДРИТЬ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ЛУЧЕВУЮ ДИАГНОСТИКУ, А СДЕЛАТЬ ЭТОТ ПРОЦЕСС БЕЗОПАСНЫМ, ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ НЕ ДОЛЖЕН ПРОПУСКАТЬ ПРИЗНАКИ ПАТОЛОГИЙ

сервис направляется на доработку. Так, за 2023 год было проведено порядка 200 тестирований и более 500 мониторингов, что в 1,5 раза больше аналогичных показателей прошлого года. В итоге в 2023 году в 15 % случаев по результатам мониторинга сервисы искусственного интеллекта были направлены на доработку. Благодаря такому подходу врачам становятся доступны самые качественные и надежные решения из существующих.

— Кто занимается мониторингом качества работы и тестированием нейросетей?

— Центр диагностики и телемедицины Департамента здравоохранения города Москвы. Наши специалисты обладают большим опытом экспертизы в области медицины и информационных технологий. Для подготовки и сопровождения эксперимента на базе нашего центра была создана группа специалистов — это врачи, ученые, инженеры, аналитики, под их контролем осуществляется проект, это они анализируют результаты тестирований и показатели работы ИИ при обработке лучевых исследований. И главная цель, которая стоит перед группой,



Пациенты могут не волноваться: верификацию цифровых изображений искусственный интеллект проводит под строгим контролем врача

— не просто внедрить искусственный интеллект в лучевую диагностику, а сделать этот процесс безопасным для пациентов, это значит, что ИИ не должен пропускать признаки патологий у москвичей.

— Кто учит искусственный интеллект находить признаки заболеваний на медицинских изображениях?

— Этим занимаются компании-разработчики. Мы ставим перед ними клиническую задачу и определяем требования к техническому функционалу сервиса. Например, нужно решение, которое сможет находить на медицинских изображениях конкретную патологию или сразу несколько патологий, что умеют комплексные сервисы. Комплексный сервис — это наиболее перспективное направление развития сервисов ИИ >>>

для радиологии. По нашим требованиям разработчик создает соответствующее решение.

В 2021 году мы создали цифровую библиотеку данных, где представлены датасеты по всем основным модальностям лучевой диагностики. Библиотека постоянно пополняется и сегодня насчитывает более 300 датасетов, из них около 50 открытых, они опубликованы на платформе mosmed.ai. ИТ-компании могут воспользоваться открытыми датасетами для само-тестирования.

— **А медицинские специалисты как-то обучаются работе с нейросетями? Какими компетенциями должны обладать врачи в эпоху ИИ?**

— Никаких специальных знаний при работе с нейросетями от врача-рентгенолога не требуется. Использование сервисов искусственного интеллекта — это

с ИИ врач может использовать описание алгоритмом как основу для своего протокола. Таким образом, врач сам решает, воспользоваться подсказками алгоритмов или нет.

— **Применяется ли ИИ для выявления редких заболеваний? Как определяются направления для работы сервисов?**

— На первом этапе при открытии направления эксперимента мы определяем его востребованность в условиях государственной системы здравоохранения столицы. Мы анализируем количество проведенных

Работа искусственного интеллекта перепроверяется врачами для достижения практически идеальных результатов

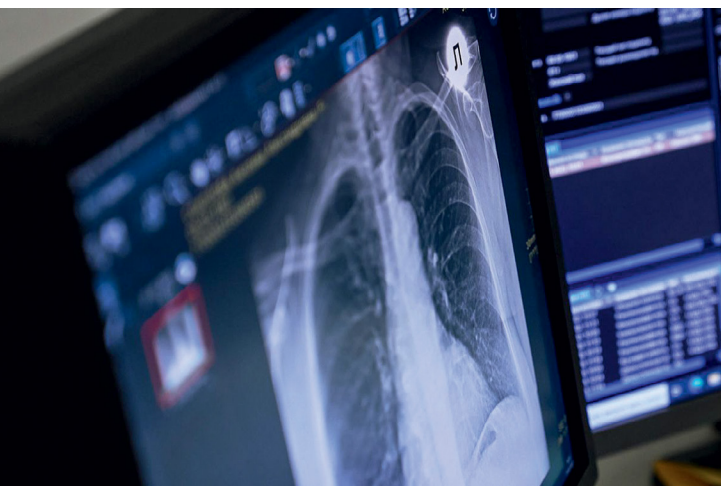


Фото: mos.ru



Фото: НИИОЗММ ДЗМ

В СЛУЧАЕ СОГЛАСИЯ С ИИ ВРАЧ МОЖЕТ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ОПИСАНИЕ АЛГОРИТМОМ КАК ОСНОВУ ДЛЯ СВОЕГО ПРОТОКОЛА. ТАКИМ ОБРАЗОМ, ВРАЧ САМ РЕШАЕТ, ВОСПОЛЬЗОВАТЬСЯ ПОДСКАЗКАМИ АЛГОРИТМОВ ИЛИ НЕТ

как использование удобных приложений на телефоне. В привычном интерфейсе информационной системы, в которой врач работает постоянно, предусмотрена возможность получить результаты работы ИИ с конкретным исследованием. Мы работаем над тем, чтобы структура описания и интерпретации исследования искусственным интеллектом была максимально близка к тому, что формирует врач. В случае согласия

за год в медицинских организациях Департамента здравоохранения города Москвы исследований, из них определяем наиболее часто выполняемые и самые выявляемые патологии. Далее объявляем на сайте <https://mosmed.ai/> направления, по которым готовы принимать к участию в эксперименте интеллектуальные разработки, публикуем диагностические и функциональные требования к ним.



УНИКАЛЬНЫЙ ДЛЯ РОССИЙСКОГО РЫНКА ИНСТРУМЕНТ – МАТРИЦА ЗРЕЛОСТИ СЕРВИСОВ ИИ. ОНА ПОЗВОЛЯЕТ РАЗРАБОТЧИКАМ ОЦЕНИТЬ СВОЮ КОНКУРЕНТНУЮ ПОЗИЦИЮ, А ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМ – КАЧЕСТВО РАБОТЫ НЕЙРОСЕТЕЙ



Фото: mos.ru


— В 2023 году появилась услуга в рамках территориальной программы ОМС — описание маммографических исследований с применением ИИ. Как здесь он показал свою безопасность?

— Да, уже год в профилактических маммографических исследованиях применяется искусственный интеллект. И в этом случае можно сказать, что искусственный интеллект вышел за рамки эксперимента при внедрении в практическое здравоохранение. К такой работе допускаются только сервисы, имеющие соответствующее удостоверение о государственной регистрации в качестве медицинского изделия. Мы контролируем весь поток исследований, обработанных ИИ, выявляем случаи расхождения с мнением врача-рентгенолога, осуществляем дополнительный экспертный пересмотр исследований с критически значимыми расхождениями. Процент таких расхождений крайне мал. Все кейсы мы передаем разработчикам, они в свою очередь используют эти данные для дообучения своих нейросетей.



Настройка маммографа

— Сколько сегодня существует сервисов для врачей и как понять, какие из них более безопасны?

— Сегодня в Едином радиологическом информационном сервисе (ЕРИС) интегрировано более 50 сервисов ИИ по 29 клиническим направлениям. Постоянный контроль работы сервисов позволяет нам определять наиболее качественные и безопасные решения. Теперь у нас есть уникальный для российского рынка инструмент — матрица зрелости сервисов ИИ. Она позволяет разработчикам алгоритмов видеть свою конкурентную позицию, а пользователям — руководителям ведомств и медучреждений, врачам-рентгенологам — оценивать качество, стабильность работы нейросетей, сравнивать их между собой. Матрица зрелости учитывает технические показатели и клиническую оценку, она обновляется ежеквартально и доступна любому пользователю на сайте mosmed.ai. 

Компьютерное зрение в медицине и вопросы права

Антон Владзимирский



Фото: Центр диагностики и телемедицины ДЗМ

Для автоматизации диагностики заболеваний с помощью искусственного интеллекта нужны юридические основания. Сегодня подготовлена нормативная база, которая сможет регулировать и распределять зоны ответственности и готова к апробации и внедрению юридических инициатив. Объясняет Антон Владзимирский.

Антон Владзимирский, заместитель директора по научной работе Научно-практического центра диагностики и телемедицины Департамента здравоохранения города Москвы, д. м. н.

— Сегодня в России есть нормативные документы, которые регулируют работу искусственного интеллекта в медицине?

— Сейчас в России, как и во всех странах мира, преобладают стратегические документы по вопросам применения ИИ в медицине. Некоторое время назад в нормативно-правовых актах о регистрации медицинских изделий появились положения об отнесении программного обеспечения с ИИ к определенному классу риска. Вклад в развитие отечественного законодательства в этой сфере, несомненно, внесли национальные стандарты, разработанные нашим центром. Создать первые оригинальные национальные ГОСТы по ИИ позволила продуктивная работа в рамках научного эксперимента по внедрению компьютерного зрения в лучевую диагностику. Сегодня уже вступили в силу 11 ГОСТов и 3 предстандарта.

— Кто в России разрабатывает ГОСТы для ИИ в медицине? Кем утверждаются стандарты?

— Созданием национальных стандартов для внедрения систем искусственного интеллекта в клиническую медицину занимается профильный подкомитет 01 Технического комитета по стандартизации 164 «Искусственный интеллект» Росстандарта, организованный на базе Научно-практического центра диагностики и телемедицины Департамента здравоохранения города Москвы. В разработке единых норм участвуют несколько десятков специалистов — разработчиков программного обеспечения, медиков, профессоров, научных сотрудников. Утверждаются эти документы Росстандартом.

— Какие юридические основания необходимы для внедрения искусственного интеллекта в медицину?

— Обычно стандарты носят рекомендательный характер. В здравоохранении крайне важно системно обеспечивать безопасность и качество медицинской помощи. Поэтому необходимо двигаться дальше — усилить



УЖЕ ВСТУПИЛИ В СИЛУ 11 ГОСТОВ И 3 ПРЕДСТАНДАРТА ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ИИ В ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКЕ. ТАКЖЕ ПОДГОТОВЛЕНЫ НАУЧНО ОБОСНОВАННЫЕ ДОПОЛНЕНИЯ ДЛЯ 9 КЛИНИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ

проработку юридических инициатив по вопросам внедрения и использования ИИ. А основным инструментом практического внедрения являются клинические рекомендации — документ для организации процесса оказания медицинской помощи.

— Как устроен процесс разработки клинических рекомендаций?

— Клинические рекомендации — это документы, утвержденные Министерством здравоохранения РФ, на основании которых оказывается медицинская помощь при конкретном заболевании, например, ишемическая болезнь сердца, гастрит или вирусная пневмония. Включение во все клинические рекомендации сквозной фразы «используйте ИИ» ни к чему не приведет, поэтому в рамках каждой клинической дисциплины нужно разрабатывать конкретные рекомендации для каждой нозологии, то есть для каждого заболевания или их группы. При этом просто экспертное мнение не подходит. Информация в клинические рекомендации вносится на основании качественных, многократно проверенных научных данных. По некоторым аспектам ИИ, например по автоматизированному скринингу рака молочной железы, есть уже систематические обзоры и метаанализы — это научные публикации наивысшего уровня доказательности. И тем не менее московский эксперимент позволил их дополнить и значительно расширить. Сейчас нашими специалистами подготовлены научно обоснованные дополнения для 9 клинических рекомендаций.

— Что такое клинические и технические испытания для ИИ? Как процедура устроена сейчас в правовом поле?

— Технические и клинические испытания — это этапная оценка соответствия, безопасности и эффективности программного продукта, в том числе в целях государственной регистрации его как медицинского изделия. Такие испытания проводят для всех лекарственных веществ, материалов, инструментов, приборов, применяемых в медицине.

Специалисты знают, как провести клинические испытания нового лекарства или хирургического инструмента, но как провести испытания ИИ, неизвестно. Сейчас отсутствуют общепринятые методики, регулирование, даже общей понятийной базы фактически нет.


Первым шагом в создании соответствующей нормативно-правовой базы и стали разработанные национальные стандарты. Они регламентируют процессы технических и клинических испытаний ИИ в здравоохранении.

Пока остается много вопросов к качеству испытаний технологий ИИ. Мы предлагаем не ограничиваться ГОСТами, а жестко регламентировать методики и требования к клиническим испытаниям: какие используются данные, какого объема, какие методики, метрики и т. д. Нельзя допускать халатного отношения к этому вопросу. Важно регламентировать методики контроля качества работы программного обеспечения уже после государственной регистрации, а также после обновления регистрационного удостоверения, по мере появления новых версий.

Наш центр проводит клинические испытания на основании лицензии на осуществление медицинской деятельности, выданной Департаментом здравоохранения города Москвы. И сегодня мы уже проводим такие испытания не только для России, но и для других стран: центр включен в реестр Росздравнадзора и перечень организаций на портале открытых данных Евразийского экономического союза. Это очень большая и ответственная работа.

— По вашему мнению, разработчик должен нести ответственность за свой алгоритм?

— Да, мы считаем, что необходим пересмотр ответственности разработчика. ИТ-компания должна нести принципиально большую ответственность за то, что она поставляет на рынок, чем сейчас. В этой части требуется развитие нормативно-правовой базы. Изменения и дополнения должны быть внесены в целый комплекс законодательных документов.

С другой стороны, интересы и права разработчика нужно защищать. Вариантом решения может стать организация ассоциации разработчиков, одной из функций которой будет обязательное страхование ответственности. То есть, если что-то случается с медизделием, несет ответственность разработчик, как предусмотрено законодательством. Эта ответственность застрахована силами общественной организации. 

Перспективы применения технологий искусственного интеллекта в патанатомии

Никита Савёлов



Фото: НИИОЗММ ДЗМ

Сегодня в рамках модернизации все патолого-анатомические отделения московских онкологических больниц будут оснащены сканирующими микроскопами, создана база цифровых снимков. Следующим шагом станет обучение нейросетей. О том, какие задачи будут возложены на них, рассказывает Никита Савёлов.

Никита Савёлов, главный внештатный специалист по патологической анатомии в онкологии Департамента здравоохранения города Москвы, руководитель городского референс-центра патоморфологических, иммуногистохимических и молекулярно-генетических методов исследования злокачественных новообразований

— Никита Александрович, что представляют собой цифровые копии препаратов? Насколько достоверны получаемые изображения?

— Современные цифровые копии препаратов — это отсканированные «стекла», которые патологоанатом просматривает в микроскоп. Просто вместо сетчатки глаза человека выступает матрица фото- или видеокамеры. Цифровая копия аналогична тому, что мы можем увидеть глазом в микроскопе. Приемник существенного

значения здесь не имеет, потому что потом изображение обрабатывается: либо в мозгу человека, получающего сигнал, либо в компьютере. На выходе картинка содержит схожую информацию.

— Как давно медицинские организации Москвы стали загружать изображения патологических тканей и клеток в единое цифровое хранилище и кто занимается оцифровкой гистологических препаратов и созданием базы изображений?

— Переход состоялся в конце прошлого года. Оцифровкой препаратов занимаются лаборанты или медицинские администраторы, то есть средний медицинский персонал или персонал без медицинского образования, поскольку специальных знаний это не требует. «Стекло» кладут в сканер, он сканирует изображение, распознает штрихкод, автоматически привязывает изображение к истории болезни и кладет в нужную папку.



— **Сколько в этом архиве уже собрано цифровых изображений клеток и тканей? Кто верифицирует изображения, загруженные на облачную платформу, и создает базу референсных изображений для обучения искусственного интеллекта?**

— По данным на 12 января 2024 года, в архиве насчитывается 131 584 изображения от 69 680 пациентов. Обучением искусственного интеллекта занимается врач-патологоанатом. Он верифицирует изображения. Однако такое обучение происходит только под конкретную задачу. Универсальной базы референсных изображений, на основании которых обучаются разные системы искусственного интеллекта, не существует. Каждый раз она создается под определенную задачу, которую необходимо сформулировать. Для создания таких баз специально выдаются гранты.

Для обучения искусственного интеллекта необходимо размечать изображения либо аннотировать их,

классифицировать определенным образом, выделять на каждом какие-то структуры: опухолевые клетки, ткани, затронутые воспалением, нормальные ткани. Среди наших сотрудников есть специалисты, которые занимаются разметкой изображений для обучения искусственного интеллекта.

— **Кто контролирует качество обучения искусственного интеллекта?**

— Это зависит от поставленной задачи — либо это будет система поддержки принятия врачебных решений, либо поиск редких объектов. Во многих случаях метрики, которые выдают системы искусственного интеллекта, уже сами являются системой контроля, показывая, насколько качественно произведена разметка. >>>

На правом экране — тот самый срез, который патологоанатом теперь изучает на мониторе, а не под микроскопом

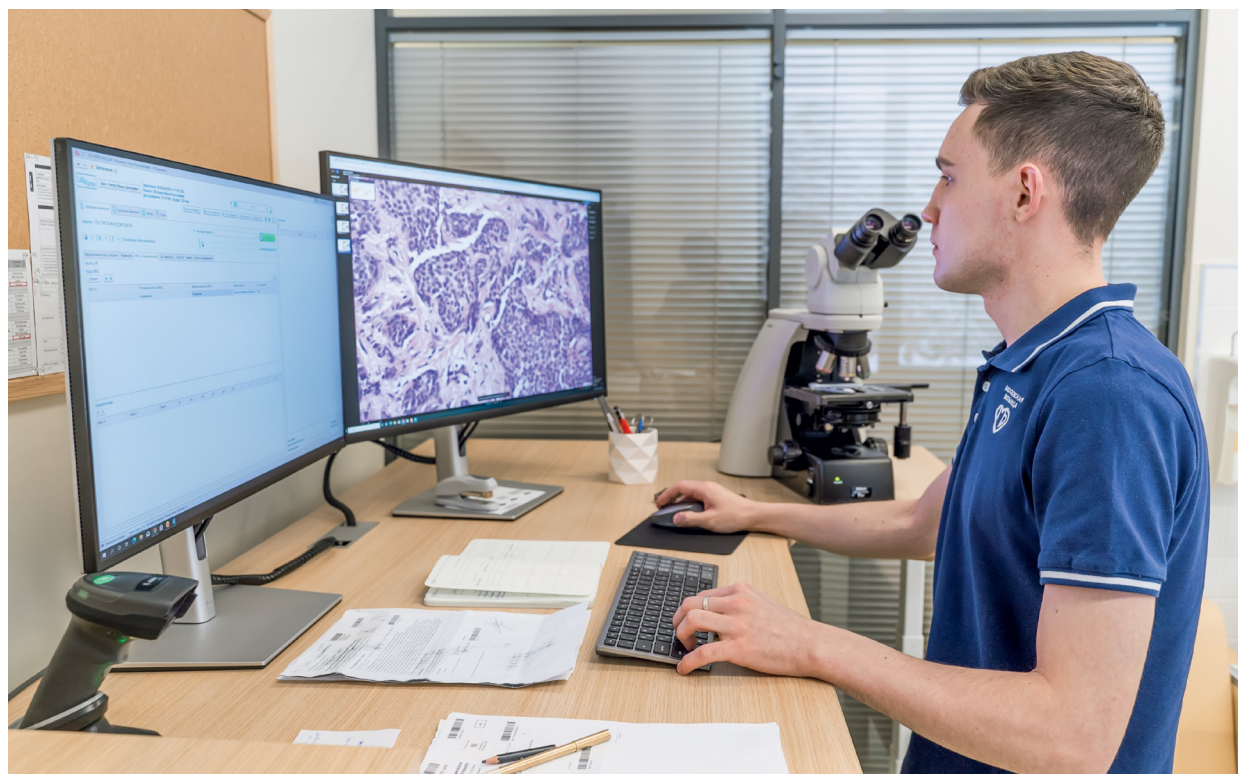


Фото: НИИОЗММ ДЗМ

ПО ДАННЫМ НА 12 ЯНВАРЯ 2024 ГОДА, В АРХИВЕ НАСЧИТЫВАЕТСЯ 131 584 ИЗОБРАЖЕНИЯ ОТ 69 680 ПАЦИЕНТОВ

Там не нужен врач для повторного анализа. Достаточно будет инженера или компьютерщика, который, просто посмотрев на диаграммы или какие-то маски, наложенные искусственным интеллектом на изображение, уже понимает, как что размечено, составляет таблицу ошибок и дает обратную связь для корректировки. Здесь всегда все зависит от конкретной системы. Они не универсальны, и задачи по их созданию тоже разнятся. Обучение искусственного интеллекта — это всегда хендмейд-история, в настоящее время оно не может быть поставлено на поток.

— Цифровыми изображениями, которые пришли на смену аналоговым, пользоваться для просмотра гистопрепаратов гораздо комфортнее и удобнее. Благодаря им сейчас врач тратит значительно меньше времени на изучение некрупных биоптатов, которые целиком помещаются на мониторе компьютера. Врач может буквально за секунды рассмотреть изображение, передвигая изображение мышкой на экране, более внимательно изучить какие-то отдельные структуры и в итоге без задержек принять решение. Световые микроскопы не позволяли целиком и сразу рассмотреть изображение.

ОБУЧЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА – ЭТО ВСЕГДА ХЕНДМЕЙД-ИСТОРИЯ, В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ ОНО НЕ МОЖЕТ БЫТЬ ПОСТАВЛЕНО НА ПОТОК



Фото: НИИОЗММ ДЗМ



Фото: НИИОЗММ ДЗМ

— Кто из специалистов имеет доступ к цифровому сервису изображений?

— Сервис пока охватывает пять централизованных патолого-анатомических отделений в клиниках с профилем «онкология». Зайти в систему можно только с компьютеров, которыми укомплектованы автоматизированные рабочие места врачей-патологоанатомов. Доступ имеют врачи-патологоанатомы, члены общепольничного консилиума. Мы не можем предоставлять его внешним консультантам, исходя из требований по защите информации и безопасности системы.

— Какие возможности для врача-онколога, патоморфолога открылись с появлением электронной платформы патолого-анатомических изображений?

▲ В патолого-анатомической лаборатории Московской городской онкологической больницы № 62, где находится городской референс-центр

Для того чтобы сравнить два препарата, патологоанатому теперь не нужно менять «стекла» в микроскопе, как раньше. Например, чтобы при иммуногистохимическом исследовании увидеть в каких-то конкретных зонах экспрессию биомаркеров. Врач может одновременно рассмотреть на экране сразу два, три, четыре среза тканей, со специальным методом окраски.

Отпала также необходимость носить «стекла» в пределах отделения на консультацию коллег: можно просто делиться изображением в чате и там же оставлять комментарий, обсуждать сложные случаи, не покидая



Фото: НИИОЗММ ДЗМ

рабочего места. Кроме того, на рабочем месте патологоанатома предусмотрены два монитора. Рассматривая микропрепарат, врач может на соседний экран вывести клиническую информацию из электронной карты пациента, посмотреть какие-то другие исследования, которые проводились ранее. Не надо делать запрос в архив, поднимать оттуда «стекла». Сейчас открыть предыдущие изображения можно одним кликом мыши. То есть удобство и комфорт сильно возросли. Фактически патологоанатом работает в трех системах:

- системе госпитальной информации ЕМИАС, которая дает доступ к истории болезни и другим сведениям о пациенте;
- лабораторной информационной системе, которая содержит информацию о биоматериале, взятом у больного: об этапах пробоподготовки, окраски. Через эту систему также происходит назначение новых тестов. В этой же системе патологоанатом пишет заключение;
- платформе цифровой патанатомии Digital Pathology, которая дает нам возможность просматривать изображения биоптатов, консультироваться с коллегами, проводить виртуальные консилиумы.

Цифровые изображения также очень удобны для обучения ординаторов. На них можно ставить метки и делать подписи, обращая внимание на те или иные нюансы.



Второе мнение требуется не только в сложных случаях. В лаборатории это незыблемое правило

— Часто ли специалистам приходится онлайн обращаться ко второму, третьему мнению, созывать консилиум для верификации изображений на платформе Digital Pathology?

— Это стандартная практика, существует «порог внешних консультаций». В крупных американских медучреждениях считается, что порог внешних консультаций должен составлять больше 60 %. То есть ты должен показать другим специалистам не менее 60 % своих заключений. Во-первых, это необходимо для того, чтобы исключить влияние человеческого фактора. Ведь человек устает. Известно, что диагнозы, поставленные до обеда, отличаются от диагнозов после обеда, вечером все опухоли выглядят более злокачественными, поэтому очень важно, чтобы большинство твоих диагнозов было еще кем-то верифицировано. Неправильно считать, что второе мнение необходимо только в сложных случаях. У себя в лаборатории мы друг друга обязательно перепроверяем. Это незыблемое правило. >>>



Фото: НИИОЗММ ДЗМ

— **Как создавалась IT-платформа для патологоанатомов?**

— Сначала прописывались технические требования. Все они были сведены в единую таблицу, которую заполняли не только патологоанатомы, но и инженеры, технические кадры, специалисты по безопасности. Это был очень большой труд и сложный отбор компаний, которым по силам эта задача. В результате тендера, в котором участвовало несколько крупных представителей IT-отрасли, была выбрана компания One Cell. Мы очень довольны сотрудничеством с ними, а главное — эта компания до сих пор работает по нашим техзаданиям и выполняет их в короткие сроки. То есть система Digital Pathology эволюционирует, и я считаю, что она уже на уровне хороших международных аналогов.

— **Насколько появление цифровой платформы Digital Pathology позволило ускорить время постановки диагноза? Сколько диагнозов ставит сервис в месяц?**

— Digital Pathology покрывает полный объем диагностики централизованных патолого-анатомических отделений в онкологических стационарах. В месяц в нем аккумулируется около 140 тысяч изображений. Несомненно, время просмотра трепанобиопсии и разных некрупных биоптатов сократилось, то есть ускорилась первичная верификация: по разным областям от 13



Современное оснащение позволяет провести переход к цифровой патанатомии

до 23 %. Более-менее полную статистику можно будет получить в конце 2024 года.

В других, неонкологических, клиниках биоптаты не оцифровываются. Нет такого количества сканеров, да и не всегда «стекла» можно оцифровать, поскольку условия подготовки, резки и окраски препаратов разные, а сканер очень чувствителен к подготовке биоптатов. Поэтому на наших столах все еще остались световые микроскопы, в которые мы смотрим «стекла», приходящие из неонкологических больниц.

— **Какие плюсы вы видите в появлении технологий искусственного интеллекта в морфологии для пациентов, для будущих врачей, в целом для здравоохранения?**

— Пока нет систематического применения системы искусственного интеллекта, а идет ее апробация, мы не можем до конца понять все плюсы. Сейчас проходят клинические испытания в рамках Департамента здравоохранения города Москвы и настройка системы под наши задачи. В этом году в Москве планируется



несколько цифровых экспериментов, чтобы выбрать системы искусственного интеллекта, адаптированные для наших задач.

В первую очередь мы ожидаем, что нейросети можно будет приспособить для поиска редких объектов. Это позволит существенно сократить время патолого-анатомического исследования. Например, для поиска метастазов в лимфоузлах. Из всех удаленных при операциях лимфоузлов при колоректальном раке метастазами поражено не более 5–7 %. Это значит, что более 90 % лимфоузлов метастазов не содержат, и патологоанатом смотрит их, условно говоря, впустую. Если искусственный интеллект будет маркировать только те лимфоузлы, в которых есть подозрение на метастазы, это на 90 % сократит время, необходимое для просмотра этих образцов. Экономия времени может быть очень существенной.

а биопсия без опухолевой патологии — к другим специалистам, потому что там совершенно разные критерии и принципы диагностики. То есть системы, направленные на селекцию изображений, тоже важны.

Сейчас мы испытываем и изучаем с точки зрения удобства практического применения систему поддержки принятия врачебных решений для рака предстательной железы компании PathVision. Конечно, нам нужна система искусственного интеллекта не сама по себе

Сотрудники лаборатории занимаются резкой и заливкой биоптатов, которые в дальнейшем будут сканироваться. Благодаря оцифровке материала формируется база для обучения искусственного интеллекта решению конкретных задач, диагностике конкретных заболеваний



Фото: НИИОЗММ ДЗМ



Фото: НИИОЗММ ДЗМ

БОЛЬШУЮ ПОЛЬЗУ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ МОГ БЫ ОКАЗАТЬ В КЛАССИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ В МНОГОПРОФИЛЬНЫХ СТАЦИОНАРАХ, ГДЕ ОНКОЛОГИЯ НЕ ЕДИНСТВЕННЫЙ ПРОФИЛЬ

Большую пользу искусственный интеллект мог бы оказать в классификации объектов в многопрофильных стационарах, где онкология не единственный профиль. Например, в крупном эндоскопическом центре, где берется большое количество биопсий. Они попадают к врачам-патологоанатомам без сортировки. Мы очень заинтересованы в разработке систем искусственного интеллекта, которые сортировали бы первично биопсии в эндоскопических центрах, чтобы изображения с подозрением на рак сразу же попадали к онкопатологам,

как некий карго-культ. Нам нужны такие нейросети, которые делают удобнее и продуктивнее нашу работу и справляются с определенными задачами лучше человека, которому приходится трудиться на потоке. Условно говоря, нужны системы, у которых какие-либо характеристики — чувствительность или специфичность либо то и другое — выше, чем у «патологоанатома после обеда», потому что мало какие системы искусственного интеллекта пока что способны состязаться с патологоанатомом на пике его работоспособности. >>>

Эффективной системы искусственного интеллекта для патанатомии пока нет не только в России, но и в мире. Какие-то группы специалистов пытаются найти решения, но наши изображения настолько сложные, что IT-системы, сверточные нейросети, достаточно ограниченные по своим возможностям, пока не очень применимы для патанатомии. Для распознавания лиц они годятся, а для распознавания онкологических изображений не очень. Кроме того, в каждой медицинской организации свои технологии подготовки биоптатов — их резки, окрашивания. И машина, которую обучают высискивать какие-либо объекты и устанавливать причинно-след-

клиник системы Департамента здравоохранения города Москвы стекаются в общее хранилище Департамента информационных технологий. И мы можем размечать их для машинного обучения. То есть все, что мы получим в итоге, будет универсально для всех клиник, а значит, можно надеяться, что система будет правильно работать в нашей сети.

— **Как создавалась инфраструктура под лабораторную информационную систему, в которой работают патологоанатомы?**

ДЛЯ НАС СТАЛА ПРОЗРАЧНОЙ ВСЯ ЛАБОРАТОРНАЯ КУХНЯ. А ТЕПЕРЬ ЕЩЕ ДОСТУПНА ВСЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ И МАКРОСЪЕМКА ТКАНЕЙ, ЕСЛИ ОНА ПРОВОДИЛАСЬ ВО ВРЕМЯ ВЫРЕЗКИ ОПЕРАЦИОННОГО МАТЕРИАЛА



Фото: НИИОЗММ ДЭМ

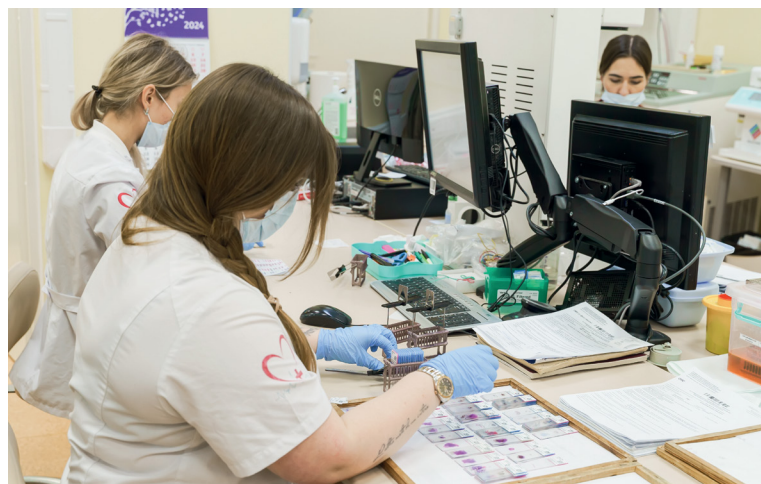


Фото: НИИОЗММ ДЭМ

ственные связи на препаратах, из одной клиники может выдавать ошибки при анализе изображений из другой клиники. С этой проблемой сталкиваются специалисты не только у нас, но и в других странах.

Сейчас для обучения искусственного интеллекта мы пытаемся брать изображения из разных медицинских организаций. Для того чтобы избежать ошибок выборки, надо проверять, как система будет работать на материале из разных организаций, и, если нужно, дообучать ее, добавлять данные. Это сложная задача. С ней, например, столкнулись в Великобритании в 2018 году, когда создавали систему цифровой патанатомии и брали изображения из частных клиник. К счастью, в Москве нет этой проблемы, потому что данные из всех



Подключение искусственного интеллекта позволит морфологам и другим специалистам лабораторий выполнять меньше рутинной работы и сосредоточиться на серьезных клинических случаях

— Эволюция шла постепенно. Сначала у нас был маленький кусочек в госпитальной информационной системе, потом нам сделали собственную лабораторную информационную систему, где уже есть трекинг, электронные назначения всех окрасок, тестов, к ней подключены все аппараты, которые распознаются по единому коду. Уже это существенно сказалось на работе патологоанатомов. Для нас стала прозрачной вся лабораторная



Фото: НИИОЗММ ДЗМ

кухня. А еще добавились цифровые изображения. Теперь доступна вся визуализация, в том числе и макросъемка тканей, если она проводилась во время вырезки операционного материала.


Сегодня в нашем распоряжении новое поколение сканеров, которые оцифровывают «стекла» в режиме нон-стоп, появились сканеры с постоянной загрузкой. Раньше сканеры работали очень медленно и были слишком дорогими, чтобы ими оснастить все патолого-анатомические отделения онкостационаров. Одним из важнейших этапов цифровизации было создание сетевой инфраструктуры. Только на это ушло полтора года, то есть на то, чтобы без задержек по отдельным каналам связи наши цифровые изображения долетали до сервера, обрабатывались и возвращались. Из этих полутора лет много времени ушло на то, чтобы прописать, какое серверное «железо» нам необходимо, чтобы при загрузке изображения компьютер не «зависал», а изображение было четким, не дробилось на пиксели. Сегодня такая инфраструктура есть только в Москве.

— И в заключение, каковы перспективы привлечения технологий искусственного интеллекта к постановке диагноза на основе патоморфологического и цитоморфологического исследований?




Городской референс-центр объединяет все онкологические стационары города, а значит, каждый пациент получит самое квалифицированное мнение

— Мы ждем, что искусственный интеллект поможет нам находить субмикрочастоты в лимфоузлах, удаленных на операции по поводу колоректального рака, рака молочной железы, меланомы. Если метастазы в самих лимфоузлах достаточно хорошо видны, потому что там образуется фиброз, то субмикрочастоты можно пропустить. И здесь у нас очень большая надежда на искусственный интеллект, потому что у него чувствительность будет выше, чем у человека. Кроме того, он никогда не устает, и на него не влияют психологические факторы. Там, где врач-патологоанатом может допустить ошибку, эти неустанные труженики будут находить даже редкие объекты. То есть чувствительность их будет выше 100 %, если мы за 100 % берем человека как эталон.

Сегодня, имея всю необходимую инфраструктуру, мы приступаем к большому эксперименту по созданию нескольких систем искусственного интеллекта в области диагностики колоректального рака и рака молочной железы, а также систем для автоматизированной оценки биомаркеров при раке молочной железы. 

Искусственный интеллект в амбулаторном звене. Московские кейсы

 А. С. Безымянный, Е. В. Блохина

 Дирекция по координации деятельности медицинских организаций Департамента здравоохранения города Москвы

Внедрение искусственного интеллекта в поликлиниках Москвы стало переломным моментом на пути перехода к более технологически продвинутой модели медицинского обслуживания. Анализ медицинских данных с использованием современных алгоритмов и технологий машинного обучения существенно улучшает и ускоряет процессы диагностики и ведения пациентов в целом. В статье рассмотрены два кейса успешного внедрения искусственного интеллекта в московских поликлиниках.

Эффективное управление медицинской информацией

Внедрение искусственного интеллекта в поликлиническую практику Москвы также сопровождается существенным прогрессом в области использования информации в электронных медицинских картах. Эти изменения направлены на повышение эффективности и качества работы врачей, улучшение координации между медицинскими работниками и обеспечение более оперативного доступа врача ко всей информации

о пациенте во время приема. Использование искусственного интеллекта для анализа данных из электронных медицинских карт позволяет создать интегрированные и безопасные системы, где данные о пациентах легко доступны для врачей и медицинского персонала. Это сокращает время, необходимое для поиска и обработки информации, а также способствует постановке более точных диагнозов.

ИИ СПОСОБЕН ВЫЯВЛЯТЬ СКРЫТЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ В МЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ, ЧТО МОЖЕТ БЫТЬ ЦЕННЫМ ИНСТРУМЕНТОМ ДЛЯ ПРЕДСКАЗАНИЯ ВОЗМОЖНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ И ЭПИДЕМИЙ



Одним из важных аспектов внедрения искусственного интеллекта в систему работы поликлиник города Москвы является автоматизация процессов анализа больших объемов данных. Искусственный интеллект способен

выявлять скрытые закономерности и тренды в медицинских данных, что может быть ценным инструментом для предсказания возможных заболеваний, эпидемий и оптимизации процессов предоставления медицинской помощи.

Помощь в постановке диагноза

В октябре 2020 года была внедрена система поддержки принятия врачебных решений «Топ-3» в работу всех взрослых городских поликлиник Москвы. Данная модель включает в себя более 265 кодов по международной классификации болезней (МКБ-10). Во время приема пациента система анализирует данные, которые вносит врач-терапевт или врач общей практики, и предлагает три наиболее вероятных предварительных диагноза. Далее врач может выбрать один из предложенных вариантов или поставить свой диагноз.

В течение 2023 года проводилась активная работа по настройке и внедрению системы «Диагностический ассистент». Система просматривает данные электронной медицинской карты пациента, проводит анализ выполненных инструментальных и лабораторных исследований, а также протоколов осмотра врачей-специалистов. На основе полученных

данных система предлагает врачу-терапевту или врачу общей практики второе мнение по наиболее вероятному диагнозу. На текущий момент система внедрена во всех взрослых городских поликлиниках Москвы и включает в себя 95 кодов по МКБ-10, а также схожие с ними диагнозы. Планируются работы по расширению системы до 268 диагнозов.

В результате обучения и внедрения расширения система покрывает около 85 % наиболее часто устанавливаемых подтвержденных диагнозов.

В процессе настройки и тестирования системы было задействовано несколько десятков врачей-экспертов, объединенных в рабочую группу. Рабочая группа проводила проверку сервисов. Итоги данной работы были переданы разработчикам для внесения изменений в сервис ИИ и его усовершенствования. В общей сложности было >>>

На текущий момент система «Диагностический ассистент» внедрена во всех взрослых городских поликлиниках Москвы и включает в себя 95 кодов по МКБ-10, а также схожие с ними диагнозы.



Фото: НИИОЗММ ДЗМ

Московские поликлиники первые в стране начали использовать системы поддержки принятия врачебных решений в масштабах всего города

В РЕЗУЛЬТАТЕ ОБУЧЕНИЯ И ВНЕДРЕНИЯ РАСШИРЕНИЯ СИСТЕМА ПОКРОЕТ ОКОЛО 85 % НАИБОЛЕЕ ЧАСТО УСТАНОВЛИВАЕМЫХ ПОДТВЕРЖДЕННЫХ ДИАГНОЗОВ

►
Врач поликлиники получает второе квалифицированное мнение с помощью обученного алгоритма



Фото: пресс-служба ДЗМ

Гармоничное сочетание технологий и профессионализма врача может привести к революционному улучшению качества медицинской помощи, обеспечить баланс между инновацией и человеческим участием.

разобрано более 10 000 кейсов, а также проведен пилотный проект в рамках ГБУЗ «ГП № 64 ДЗМ» с привлечением почти 100 врачей данного медицинского учреждения. Практика проведения пилотов в рамках одной медицинской организации зарекомендовала себя


как эффективный инструмент, позволяющий выявлять несовершенства внедряемых систем, при этом не влияя на нагрузку врачей. А также верификация данных подтверждается компетенцией врачей.

Искусственный интеллект в руках врача поликлиники

Внедрение искусственного интеллекта в поликлиниках Москвы открывает новые горизонты для медицинской индустрии, повышая эффективность диагностики, работы врачей в поликлиниках и общее качество медицинской помощи. Тем не менее, несмотря на впечатляющие достижения технологий ИИ, важно подчеркнуть, что он призван не заменить врача, а служить скорее для подстраховки, в качестве второго мнения специалиста.


Врач — это не только исполнитель медицинских процедур, но и компетентный, чувствующий человек, который умеет общаться с пациентами, проявлять сочувствие, учитывать индивидуальные особенности и эмоциональные аспекты здоровья. Искусственный


интеллект может быть мощным инструментом поддержки, предоставляя аналитическую информацию и автоматизируя рутинные задачи, но он не обладает человеческой интуицией, эмпатией и многогранным опытом.

Таким образом, внедрение искусственного интеллекта следует рассматривать как возможность сделать работу врачей более эффективной и точной, но не как попытку заменить человека в медицинской практике. Гармоничное сочетание технологий и профессионализма врача может привести к революционному улучшению качества медицинской помощи, обеспечить баланс между инновацией и человеческим участием. 



Цифровые технологии в павильонах «Здоровая Москва»

 А. С. Безмянный, Р. Н. Садыкова, Е. В. Блохина

 Дирекция по координации деятельности медицинских организаций Департамента здравоохранения города Москвы

Современный тренд цифровизации здравоохранения включает в себя применение таких технологий, как удаленный мониторинг, искусственный интеллект, аналитика больших данных, интеллектуальные носимые устройства, платформы, инструменты, обеспечивающие обмен, хранение, удаленный сбор данных и совместное использование релевантной информации.

Цифровизация и проект «Здоровая Москва»

Сегодня цифровизация здравоохранения, бесспорно, способствует совершенствованию медицинской диагностики, терапии, контролю лечения и ухода, улучшает качество помощи пациентам. Основными принципами цифрового здравоохранения являются прозрачность, доступность, масштабируемость, воспроизводимость, функциональная совместимость, конфиденциальность и безопасность. Поэтому, в частности, медицинские манипуляции с применением искусственного

интеллекта требуют тщательной проверки и валидирования в реальных клинических условиях.

Ярким примером практической реализации основных принципов цифрового здравоохранения является проект «Здоровая Москва», который в России стал настоящим прорывом в обеспечении доступности и удобства профилактической медицинской помощи для горожан. Цель проекта — ранняя профилактика хронических неинфекционных >>>

**ПРОЕКТ «ЗДОРОВАЯ МОСКВА» СТАЛ НАСТОЯЩИМ ПРОРЫВОМ
В ОБЕСПЕЧЕНИИ ДОСТУПНОСТИ И УДОБСТВА ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ
МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ**

ПРОЕКТ «ЗДОРОВАЯ МОСКВА» САМ СОЗДАЕТ БАЗУ ДЛЯ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ, НАКАПЛИВАЕТ И ДАЕТ ВОЗМОЖНОСТЬ АНАЛИЗИРОВАТЬ БОЛЬШИЕ ОБЪЕМЫ ДАННЫХ



Фото: НИИОЗММ ДЗМ

▲ Павильон «Здоровая Москва» в одном из московских парков

заболеваний, формирование здорового образа жизни и осознанного отношения москвичей к заботе о своем здоровье¹.

Комфорт и удобство профилактического обследования в павильонах «Здоровая Москва», расположенных в городских парках и популярных общественных пространствах, обеспечиваются не только локацией, но и применением инновационных цифровых технологий, в том числе искусственного интеллекта. Автоматизация процессов и, соответственно, сокращение времени проведения обследования — это рационально, удобно и привлекательно для основной целевой аудитории, особенно для молодежи, привыкшей

к интегрированным в повседневную жизнь цифровым технологиям².

В рамках проекта «Здоровая Москва» они позволяют проводить видео-, аудиоконсультации по утвержденному скрипту, информировать пациентов о наличии выявленных отклонений в состоянии здоровья, формировать рекомендации по соблюдению принципов здорового образа жизни, осуществлять запись на дополнительные исследования или консультации врачей-специалистов в медицинские организации согласно выявленным отклонениям. Важно, что все полученные данные доступны пациенту, а также медицинским специалистам в электронной медицинской карте.

¹ Безымянный А. С., Гринин В. М., Мингазов Р. Н., Мингазова Э. Н. Управленческие решения с применением цифровых технологий в павильонах «Здоровая Москва» // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. — 2023. Т. 31. № S2. С. 1213-1218.

² Безымянный А. С., Мингазова Э. Н. Организация работы павильонов «Здоровая Москва» в целях проведения профилактических обследований взрослого населения в парковых зонах, скверах и зонах отдыха города Москвы // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. — 2023. Т. 31. № S1. С. 842-845.



«Здоровая Москва» как полигон для развития искусственного интеллекта

Помимо безусловной пользы для москвичей, проект «Здоровая Москва» не только предоставляет возможность проведения профилактического приема с применением технологий искусственного интеллекта, но и сам создает базу для машинного обучения, накапливает и дает возможность анализировать большие объемы данных, интерпретировать результаты проведенных базовых и дополнительных исследований. Так, в 2022 году павильоны «Здоровая Москва» посетили 370 416 человек, в 2023-м — 288 281 человек, и все результаты обследования автоматически были загружены в ЕМИАС непосредственно

на месте, при этом каждый пациент получил персональное сопровождение специалиста на всех этапах до постановки диагноза и назначения лечения.

Павильоны «Здоровая Москва» полностью оснащены оборудованием, необходимым для профилактического осмотра: есть аппараты УЗИ, электрокардиографы, спирографы и пр. Специально для павильонов «Здоровая Москва» были закуплены новые цифровые электрокардиографы с функцией авторасшифровки, которая подразумевает использование алгоритмов искусственного интеллекта.

В 2022 году павильоны «Здоровая Москва» посетили 370 416 человек, в 2023-м — 288 281 человек, и все результаты обследования автоматически были загружены в ЕМИАС.

ЭКГ с искусственным интеллектом

Электрокардиография — широко доступный и проверенный инструмент скрининга сердечно-сосудистых и иных заболеваний даже при отсутствии симптомов. Усовершенствованные алгоритмы искусственного интеллекта позволяют точно и намного быстрее, чем

человек, интерпретировать электрокардиограмму непосредственно в процессе ее проведения и сразу после, что делает этот метод мощным неинвазивным биомаркером.

В ходе пилотного проекта в Москве были проведены работы по цифровизации >>>

ЭКГ входит в обязательный перечень процедур профилактического осмотра

СПЕЦИАЛЬНО ДЛЯ ПАВИЛЬОНОВ «ЗДОРОВАЯ МОСКВА» БЫЛИ ЗАКУПЛЕНЫ НОВЫЕ ЦИФРОВЫЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФЫ С ФУНКЦИЕЙ АВТОРАСШИФРОВКИ



Фото: ДКД МО ДЗМ



Фото: ДКД МО ДЗМ

электрокардиографии, разработаны алгоритмы проведения электрокардиографических исследований в структуре инструментальных исследований в ЕМИАС, отработаны протоколы передачи данных для автоматической расшифровки.

Электрокардиографическое исследование — обязательный компонент базового и расширенного профилактического осмотра, по его результатам у 50,2 % посетителей павильонов «Здоровая Москва» в 2022 году были выявлены нарушения со стороны сердечно-сосудистой системы: из 370 416 человек, прошедших обследование, кардиопатология определена у 185 780 пациентов.

Электрокардиография входит в этап доврачебного осмотра наряду с антропометрическими исследованиями, включая биоимпедансометрию, измерением артериального

давления, экспресс-тестированием уровней глюкозы и холестерина в крови, измерением внутриглазного давления. На прохождение доврачебного этапа обследования выделяется около 15 минут³.

Применение электрокардиографов с функцией авторасшифровки в проекте привело к быстрой диагностике сердечно-сосудистых заболеваний и в целом к улучшению качества медицинской помощи. Такой пациентоориентированный подход позволил сэкономить время ожидания результатов электрокардиограммы, избавил от необходимости повторного посещения медицинской организации для получения результатов, обеспечил лучшую доступность медицинских услуг, а главное — способствовал быстрой диагностике сердечно-сосудистых заболеваний и предотвращению критических ситуаций⁴.

Применение электрокардиографов с функцией авторасшифровки в проекте привело к быстрой диагностике сердечно-сосудистых заболеваний

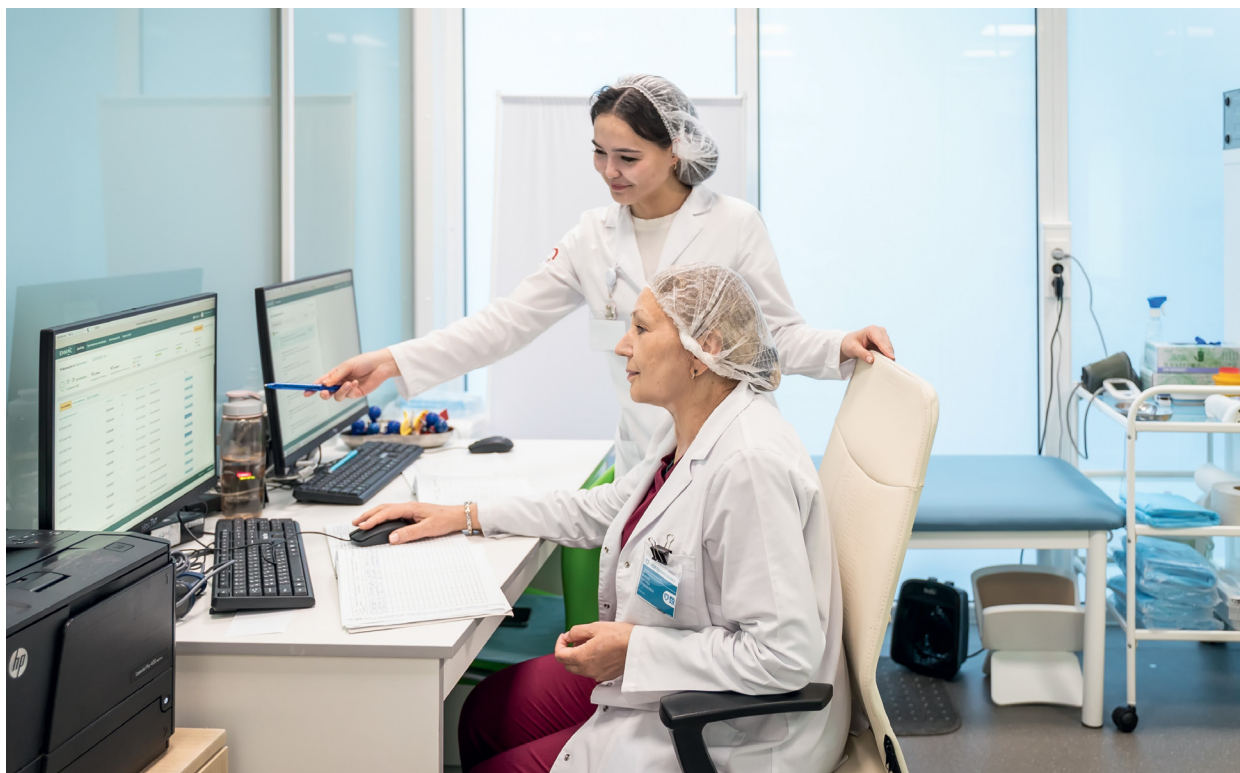


Фото: НИИОЗММ ДЗМ

СРЕДИ ВСЕХ ДИАГНОЗОВ, КОТОРЫЕ ТРЕБУЮТ ОКАЗАНИЯ СКОРОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ, ПЕРВОЕ МЕСТО ЗАНИМАЕТ ПАТОЛОГИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ



Фото: НИИОЗММ ДЗМ



Фото: НИИОЗММ ДЗМ

Результаты применения технологии

Среди всех диагнозов, которые требуют оказания скорой медицинской помощи, первое место занимает патология сердечно-сосудистой системы, в том числе нарушения ритма, например фибрилляция предсердий, а также нестабильная стенокардия, острый коронарный синдром, гипертонический криз, впервые выявленные нарушения внутрижелудочковой проводимости.

Так, за период с 16 мая по 30 июня 2023 года в павильонах «Здоровая Москва» было зафиксировано 216 случаев вызова скорой медицинской помощи, из них 128 (59%) завершились экстренной госпитализацией. Среди наиболее распространенных нозологий, которые были выявлены во время обследования пациентов в павильонах «Здоровая Москва» и потребовали экстренной госпитализации, отмечались случаи фибрилляции предсердий (48 случаев), нестабильной стенокардии (20 случаев), ухудшения течения сахарного диабета (7 случаев). Были также зафиксированы случаи госпитализации пациентов с острым инфарктом миокарда, гипергликемией, пневмонией, острым холециститом и нарушениями

проводящей системы сердца. Наибольшее количество вызовов скорой медицинской помощи было отмечено в период с 24 по 30 мая 2023 года включительно. Эти данные подтверждают острую необходимость профилактического контроля сердечно-сосудистой системы — большая часть экстренных госпитализаций из павильонов «Здоровая Москва» были связаны именно с кардиопатологией. Очевидно, что именно своевременное проведение электрокардиограммы и моментальная ее расшифровка позволили оперативно обеспечить необходимую диагностику и лечение в условиях стационара.

Таким образом, сотни тысяч москвичей, посетивших павильон «Здоровая Москва» в профилактических целях, получили необходимую медицинскую помощь до развития нежелательных событий и обострения хронического заболевания, о котором могли даже не знать. Учитывая серьезность диагнозов, обнаруженных с помощью электрокардиограммы, можно утверждать, что подобный подход предотвращает негативные последствия, спасает жизни горожан. **M**

▲ На этапе доврачебного приема посетителю павильона измеряют артериальное давление, проводят другие базовые измерения

Большая часть экстренных госпитализаций из павильонов «Здоровая Москва» были связаны именно с кардиопатологией.

³ Безымянный А. С., Гринин В. М., Мингазова Э. Н. Организация профилактических обследований взрослого населения в павильонах «Здоровая Москва» // Менеджер здравоохранения. — 2023. № 7. С. 58-62.

⁴ Старшинин А. В., Безымянный А. С., Гринин В. М., Мингазова Э. Н. О необходимости соблюдения индивидуального подхода при маршрутизации пациентов с атеросклерозом брахиоцефальных артерий в рамках проекта «Здоровая Москва» // Менеджер здравоохранения. — 2023. № 9. С. 11-17.

Функция распознавания речи для описания исследований в эндоскопических центрах

 И. Ю. Коржева

 ГБУЗ «Городская клиническая больница имени С. П. Боткина Департамента здравоохранения города Москвы»

В соответствии с Указом Президента РФ «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» в октябре 2019 г. начала работать Национальная стратегия развития искусственного интеллекта до 2030 года, а также была разработана дорожная карта по развитию искусственного интеллекта в регионах России. Одним из направлений реализации этого проекта в медицине является распознавание речи, позволяющее системе здравоохранения улучшить качество медицинской помощи и снизить трудозатраты медицинского персонала.

Искусственный интеллект для заполнения медицинских документов

В 2022 году благодаря единой цифровой платформе здравоохранения, созданной Комплексом социального развития города Москвы и Департаментом информационных технологий, удалось реализовать первое масштабное применение технологии голосового ввода в стране. В основу технологии легло решение Voice2Med — это продукт на базе искусственного интеллекта для заполнения медицинских протоколов. Комплекс для голосового заполнения медицинских документов

Voice2Med использует технологию распознавания естественной слитной русской речи. Технология голосового ввода текста позволяет в режиме реального времени заполнять медицинские документы: во время осмотра врач с помощью гарнитуры диктует информацию, которая моментально расшифровывается и автоматически переносится в открытый протокол. Возможность голосового ввода особенно важна для врача, руки которого заняты во время обследования пациента.



ТЕХНОЛОГИЯ ГОЛОСОВОГО ВВОДА ПОЗВОЛИЛА **ВРАЧАМ-ЭНДОСКОПИСТАМ СНИЗИТЬ ВРЕМЯ ЗАПОЛНЕНИЯ ПРОТОКОЛА НА 27 %**

Специфика работы эндоскопических центров

В 2021 году в рамках пилотного проекта по созданию эндоскопических центров с целью оптимизации столичного здравоохранения для доступности специализированной эндоскопической помощи в двух крупных московских многопрофильных стационарах — Городской клинической больнице имени С. П. Боткина и Городской клинической больнице имени В. М. Буянова Департамента здравоохранения города Москвы — были организованы дневные стационары по эндоскопии для реализации программы скрининга колоректального рака в России. Объем ежедневно оказываемой медицинской эндоскопической помощи в каждом из двух стационаров на конец 2022 года составил от 180 до более 200 исследований (гастроэзофагогастродуоденоскопии и колоноскопии). Режим работы

в эндоскопических центрах — 12-часовая рабочая смена в графике 2/2 без выходных. Штат эндоскопических центров представлен большим количеством врачей-эндоскопистов и медицинских сестер, врачей-анестезиологов и анестезистов, врачей-гастроэнтерологов, терапевтов, процедурных медицинских сестер, техников и администраторов.

В вышеописанных условиях рациональное использование рабочего времени и оптимизация процессов ведения рабочей документации необходимы, особенно это актуально для врачей-эндоскопистов, играющих решающую роль в работе эндоскопических центров. Поэтому в 2022 году с целью рационализации работы врача-эндоскописта для сокращения времени ввода информации по результатам выполненного исследования (протокола) >>>

Специальная гарнитура позволяет врачу диктовать описание непосредственно во время проведения процедуры



Фото: ГКБ им. С. П. Боткина



Фото: НИИОЗММ ДЗМ



Фото: НИИОЗММ ДЗМ

ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СПЕЦИАЛЬНО ПРОВЕДЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ, ВРАЧИ-ЭНДОСКОПИСТЫ НА 100 % УДОВЛЕТВОРЕНЫ РАБОТОЙ ГОЛОСОВОГО ВВОДА ПРИ ЗАПОЛНЕНИИ ПРОТОКОЛОВ

▲ В эндоскопических центрах Боткинской больницы и больницы имени В. М. Буянова

на базах эндоскопических центров при поддержке Научно-исследовательского института организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы и ООО «Центр речевых

технологий» был реализован грантовый проект по пилотному внедрению технологии искусственного интеллекта для речевого ввода эндоскопических протоколов на базе имеющегося программного обеспечения КИС.ЕМИАС.

Реализация и результаты внедрения технологии распознавания речи

Были опробованы две методики заполнения протоколов исследований с применением распознавания речи для врачей-эндоскопистов (во время исследования и после него).

В ходе реализации проекта был создан тезаурус (словарь) медицинских терминов, используемых в эндоскопии, для автоматической замены при голосовом вводе, разработаны шаблоны файлов автозамены для голосового заполнения, позволяющие быстро вставить требуемый текст заключения в протокол, созданы и отлажены голосовые команды, которые позволили использовать требуемый шаблон. Были опробованы две методики заполнения протоколов исследований с применением распознавания речи для врачей-эндоскопистов (во время исследования и после него). Проведенный хронометраж среднего времени заполнения протоколов до и после внедрения и дообучения технологии голосового ввода доказал снижение времени заполнения протоколов врачом-эндоскопистом в среднем на 27 %. При этом качество распознавания

речи составило свыше 97 %. Итоговые результаты оценки врачами-эндоскопистами технологии голосового ввода при формировании протоколов показали полное удовлетворение (100 %) работой голосового заполнения протоколов.

В целом широкое внедрение технологий искусственного интеллекта (в частности, распознавания речи) в эндоскопических центрах Департамента здравоохранения города Москвы с использованием современной беспроводной гарнитуры, интеграция программного обеспечения на основе искусственного интеллекта в медицинскую информационную систему (например, КИС.ЕМИАС) способно оптимизировать рабочее время не только врача-эндоскописта, но и врача любой другой специальности. Это перспективное направление научно-исследовательских работ в практическом здравоохранении. 

НАУЧНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

ВХОДИТ В ПЕРЕЧЕНЬ ИЗДАНИЙ ВЫСШЕЙ АТТЕСТАЦИОННОЙ КОМИССИИ

ЕЖЕКВАРТАЛЬНЫЙ ЖУРНАЛ

ЗДОРОВЬЕ МЕГАПОЛИСА



НАУЧНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ



Журнал аккредитован по научным специальностям

3.2.3. Общественное здоровье, организация и социология здравоохранения (медицинские науки);

5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономические науки);

5.4.4. Социальная структура, социальные институты и процессы (социологические науки).

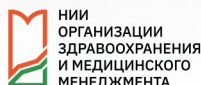
“

Призываю всех активно использовать эту трибуну для обсуждения жизненно важных проблем функционирования крупнейших мегаполисов мира

”



city-healthcare.com



ISSN 2713-2617



Академик
Н. И. Брико

Искусственный интеллект на службе скорой и неотложной помощи

Н. Ф. Плавун, Г. А. Введенский, Е. В. Черняков

Станция скорой и неотложной медицинской помощи имени А. С. Пучкова Департамента здравоохранения города Москвы



Фото: НИИОЗММ ДЗМ

Позвонив на номер 112 или 103, человек общается... Нет, не с роботом-автоответчиком. Чуткий спокойный диспетчер помогает в этот сложный момент вернуть самообладание, вселяет уверенность, что все будет хорошо. Задача работника скорой — в кратчайший срок выяснить, что стало причиной звонка, и оказать всю необходимую помощь. В этой работе сотрудникам диспетчерской службы помогают алгоритмы искусственного интеллекта.



Когда счет идет на минуты

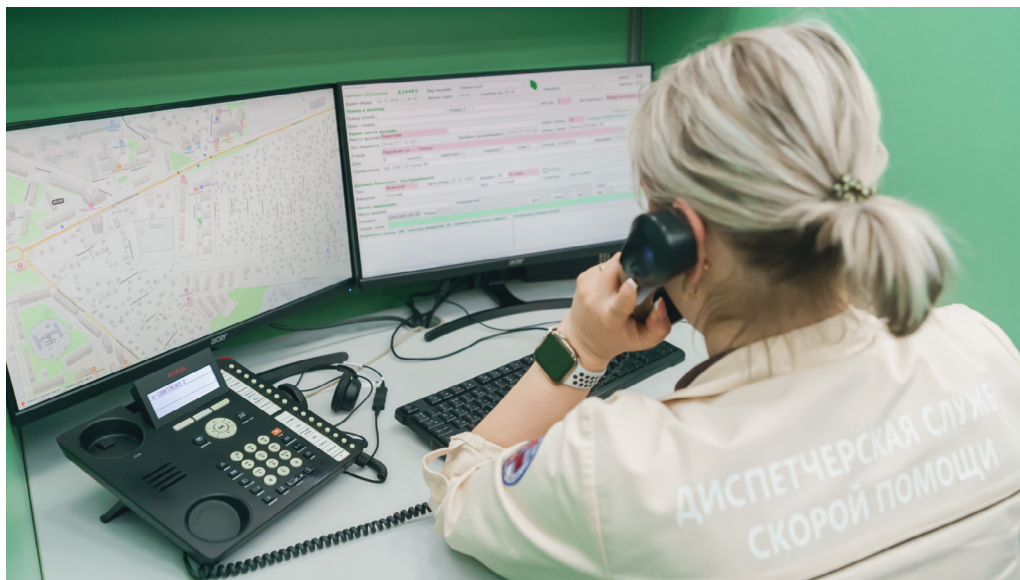
К задаче создания специальной компьютерной программы с использованием технологий искусственного интеллекта, которая позволила бы более четко построить медицинское интервью (так называется телефонный опрос пациента или его представителя), сотрудники Станции скорой и неотложной медицинской помощи имени А. С. Пучкова (далее — Станции) приступили в 2016 году, организовав специальную рабочую группу. Ее цель — построить опрос абонента по определенным алгоритмам, чтобы можно было за минимально короткий промежуток времени получить максимум информации, от которой будет зависеть не только то, какая бригада направится на вызов, но и весь дальнейший ход событий.

Нередко люди, звонящие в службу скорой, от волнения не могут конкретизировать, что их беспокоит. Задача диспетчера — с помощью наводящих вопросов выяснить это. И в первую очередь — попытаться оценить, с насколько срочной ситуацией он имеет

дело, не представляет ли она угрозу жизни и здоровью. Например, если человек, обратившийся за помощью, сообщает, что его близкий находится без сознания, это, безусловно, экстренный случай для того, чтобы незамедлительно направить к нему бригаду скорой помощи.

Медицинское интервью всегда начинается с выяснения, что случилось. Расспрашивая человека, находящегося на другом конце провода, диспетчер озвучивает вопросы, предлагаемые компьютерной программой, и заносит его ответы в специальный электронный «бланк» опросника. В зависимости от повода обращения и получаемых ответов искусственный интеллект, действуя по заложенному алгоритму, предлагает ту или иную серию вопросов, которые должны прояснить ситуацию, уточнить какие-то детали. Если в ходе интервью выясняется, что состояние достаточно тяжелое и есть угроза для жизни, например, у человека травма, которая сопровождается >>>

В зависимости от повода обращения и получаемых ответов искусственный интеллект, действуя по заложенному алгоритму, предлагает ту или иную серию вопросов, которые должны прояснить ситуацию, уточнить какие-то детали.



Диспетчер за работой. На одном мониторе опросник пациента, на другом — карта Москвы с обозначенными машинами скорой помощи

Фото: НИИОЗММ ДЗМ

ЦЕЛЬ ОДНОЙ ИЗ РАЗРАБОТОК – ПОСТРОИТЬ ОПРОС АБОНЕНТА ПО ОПРЕДЕЛЕННЫМ АЛГОРИТМАМ, ЧТОБЫ ЗА МИНИМАЛЬНО КОРОТКИЙ ПРОМЕЖУТОК ВРЕМЕНИ ПОЛУЧИТЬ МАКСИМУМ ИНФОРМАЦИИ

сильным кровотечением, то опрос останавливается и программа выводит на монитор сообщение о том, что к пациенту срочно надо направить бригаду скорой медицинской помощи. Пока машина в пути, диспетчер может

перевести звонок на врача, который расскажет, как оказать первую помощь до приезда скорой, к примеру, как наложить жгут на конечность из подручных средств, чтобы избежать большей кровопотери.



Фото: НИИОЗММ ДЗМ

Искусственный интеллект за работой

▲
Центральная диспетчерская Станции скорой и неотложной помощи имени А. С. Пучкова Департамента здравоохранения города Москвы

Не всегда диспетчеру просто определиться с решением, в какой именно помощи нуждается пациент. Например, он выяснил, что у пациента сыпь на коже, он задает дополнительные вопросы для уточнения ситуации и заносит в компьютер эту информацию: когда появилась сыпь, локализация высыпаний, их площадь, есть ли какие-то отягчающие факторы, как дышит пациент, есть ли у него одышка. Система анализирует информацию, занесенную в компьютер, и, когда сотрудник диспетчерской службы заканчивает заполнять данные о пациенте, искусственный интеллект предлагает вариант действий: например,

одышки нет, значит, вызов не экстренный. Если система посчитала, что в данном конкретном случае пациенту не требуется скорая, или возникли сомнения, какую бригаду лучше направить, диспетчер может передать звонок врачу, который продолжит общаться с пациентом либо с человеком, звонящим от его лица. В ходе разговора врач заносит информацию о пациенте в определенные графы опросника. Программа, в свою очередь, анализирует полученные дополнительные данные, предлагает определенное решение. Искусственный интеллект помогает, дает подсказку, врач может согласиться с ним и направить бригаду,

ЕСЛИ РАНЬШЕ ОПРОС ДИСПЕТЧЕРА ЗАНИМАЛ 4-5 МИНУТ, ТО СЕГОДНЯ НА ЭТО В СРЕДНЕМ ТРАТИТСЯ НЕ БОЛЕЕ 2 МИНУТ ЗА СЧЕТ СТРУКТУРИРОВАНИЯ АЛГОРИТМА ОПРОСА



которую предлагает система, либо поступить так, как подсказывают его опыт и профессионализм. Например, система предлагает направить неотложную помощь, а врач, посчитав, что состояние человека настолько серьезное, что требует экстренной помощи, принимает решение отправить на вызов скорую.

На данный момент последнее слово остается за человеком, но система постоянно развивается и совершенствуется, так что, вероятно, в ближайшем будущем искусственный интеллект может стать универсальным готовым решением для приема вызовов, но под контролем человека.

СИСТЕМА САМА ПОДСЧИТЫВАЕТ КИЛОМЕТРАЖ И ВЫДАЕТ ПЕРЕЧЕНЬ СВОБОДНЫХ МАШИН СКОРОЙ, РАНЖИРУЯ ИХ ОТ БЛИЖАЙШЕЙ ДО САМОЙ УДАЛЕННОЙ

Бригада, на вызов!

На этапе направления бригады на вызов также активно включается искусственный интеллект. Здесь, опять же, система анализирует большое количество данных. Диспетчер указывает нужный адрес. Система определяет, какие бригады ближе всего к точке вызова, сколько минут им ехать до места, чем они оснащены, и предлагает диспетчеру для направления к пациенту наиболее подходящие бригады. Для этого используется цветография — особая система разметки бригад на интерактивной карте: зеленым цветом отображены свободные на данный момент машины, синим — автомобили, оснащенные системой «автопульс», жизненно

необходимой для реанимации при клинической смерти, красным — занятые бригады и т. п. Система сама подсчитывает километраж и выдает перечень свободных машин скорой, ранжируя их от ближайшей до самой удаленной.

Вся информация о машинах, готовых выехать к пациенту, отображается на карте города, выведенной на монитор диспетчера. Там же указывается время, за которое каждая из бригад сможет доехать до точки вызова, и даже отражается их предполагаемый маршрут. Пользуясь подсказками искусственного интеллекта, сотрудник диспетчерской службы принимает решение, какую машину направить. >>>

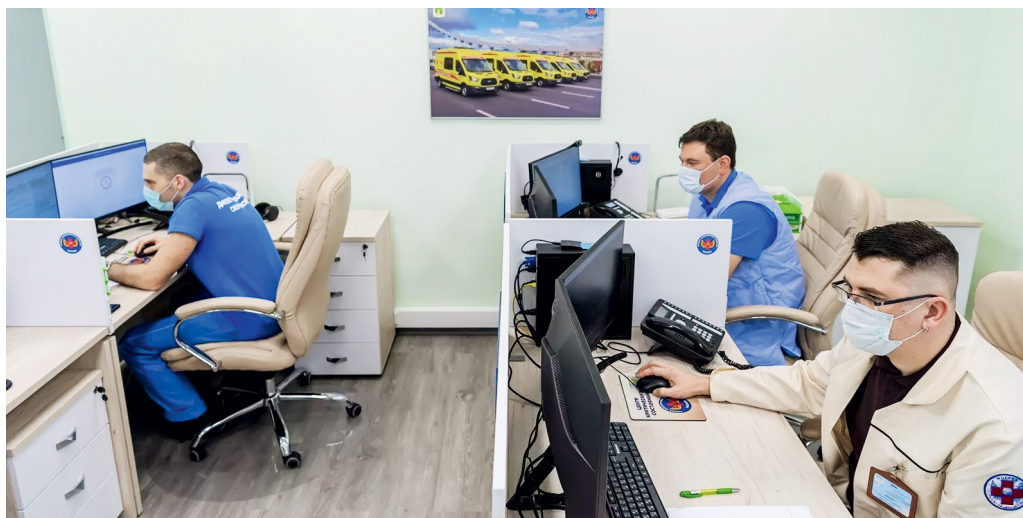


Фото: mos.ru

◀ В некоторых случаях система рекомендует переключить звонок на врача, который проконсультирует, как вести себя в сложившейся ситуации и как оказать помощь

В экстренных случаях

Как только появляется информация о том, что пациенту поставлен диагноз «острый коронарный синдром», его случай сразу же попадает в систему, и она начинает отслеживать и подсказывать диспетчеру, в какие стационары бригада может доставить пациента, чтобы уложиться в 90-минутный норматив.

Такие экстренные состояния, как инсульты и инфаркты, выделены в системе в отдельную сводку, где машина просчитывает, за какое время пациент может быть доставлен не просто в больницу, а в сосудистый центр, относящийся к московской инфарктной или инсультной сети. В Москве 24 стационара, относящихся к инфарктной сети, и 22 — к инсультной. В случае острого коронарного синдрома от момента постановки диагноза до момента доставки в стационар должно пройти не более 90 минут. Задача скорой помощи — уложиться с доставкой пациента в сосудистый центр в течение этих 90 минут. Как только появляется информация о том, что пациенту поставлен диагноз «острый коронарный синдром», его случай сразу же попадает в систему, и она начинает отслеживать и подсказывать диспетчеру, в какие стационары бригада может доставить пациента, чтобы уложиться в 90-минутный норматив. Система рассчитывает время доезда до разных стационаров. И если диспетчер видит, что в положенное время доставить пациента до стационара не получится, он связывается со старшим врачом, и тот может предложить направить к пациенту дополнительную бригаду для проведения тромболитической терапии. В Москве

это случается крайне редко. За 2023 год на всю Москву было только два случая, когда пришлось оказывать необходимую помощь на месте, поскольку пациенты находились в отдаленных районах Троицкого и Новомосковского административных округов.

Настройка программы, использующей технологии искусственного интеллекта, происходит постоянно. В работе по ее совершенствованию участвует весь коллектив Станции от диспетчера до главного врача. Каждый сотрудник высказывает свои предложения по доработке программы, внесению необходимых изменений в запрограммированные системой алгоритмы. Также изменения в программу приходится вносить в случаях изменения схемы маршрутизации пациентов. Например, не так давно было принято решение о создании специализированных шок-центров для оказания экстренной помощи пациентам с острым коронарным синдромом и кардиогенным шоком, в программу сразу же были внесены изменения для контроля и ведения этих особых случаев. Также система учитывает наличие в стационарах свободных на данный момент ангиографов и томографов, необходимых для этой категории пациентов.

Бригада готовится к выезду. В руках — специальная укладка, планшет сотрудника скорой помощи, портативный аппарат УЗИ



Фото: НИИОЗММ ДЗМ



Фото: НИИОЗММ ДЗМ

Куда госпитализировать больного

Если бригаде скорой надо направить пациента в стационар, она может сделать это при помощи современного планшета, подключенного к общей информационной системе. Система, в свою очередь, принимая во внимание все данные о пациенте и его заболевании (установленный диагноз, возраст больного, его состояние и т. д.), подбирает для него место в той медицинской организации, где ему смогут наилучшим образом оказать помощь, где есть нужные специалисты и необходимое оборудование.

В выборе стационара искусственный интеллект учитывает самые разные нюансы. Например, пациента с аппендицитом направят в одну больницу, а если у него подозрение на аппендицит и на кишечную инфекцию, то направят

в стационар, где есть врач-инфекционист. При почечной колике выбор падет на больницу, где есть отделение нефрологии. Система анализирует все вводные и подсказывает диспетчеру, в какую клинику надо направить того или иного пациента, где есть места, учитывая при этом процент загрузки того или иного стационара — сколько туда за последние сутки уже направили больных. На основании всей этой информации диспетчер принимает окончательное решение, а медикам, для того чтобы выяснить, в какую больницу везти пациента, не надо звонить в диспетчерскую службу: адрес стационара, отделение, в которое направляется пациент, — все необходимые сведения они получают через планшет — неизменный атрибут каждой бригады. >>>

▲
Въезд для скорых в одном из флагманских центров Москвы

**СИСТЕМА АНАЛИЗИРУЕТ ВСЕ ВВОДНЫЕ И ПОДСКАЗЫВАЕТ ДИСПЕТЧЕРУ,
В КАКУЮ КЛИНИКУ НАДО НАПРАВИТЬ ТОГО ИЛИ ИНОГО ПАЦИЕНТА,
ГДЕ ЕСТЬ МЕСТА**



Фото: НИИОЗММ ДЗМ

БРИГАДА НА ВЫЕЗДЕ ЧЕРЕЗ ПЛАНШЕТ МОЖЕТ ЗАЙТИ В ЭЛЕКТРОННУЮ КАРТУ ПАЦИЕНТА, ПОЛУЧИТЬ ВСЮ ИНФОРМАЦИЮ О НЕМ

При направлении в стационар

▲ Планшет с предустановленным программным обеспечением стал таким же обязательным атрибутом бригады скорой помощи, как и укладка

Информационная система Станции интегрирована с Единой медицинской информационно-аналитической системой (ЕМИАС) Департамента здравоохранения города Москвы, поэтому обмен информацией происходит в онлайн-режиме. Как только становится известно, куда госпитализируют больного, медики через планшет передают в стационар данные о нем и его состоянии: возраст, пол, предварительный диагноз, пульс, давление, частота сердечных сокращений, температура, симптомы. Переданная бригадой скорой информация сразу же отображается на мониторах в больнице. Специалист в стационаре может заранее сделать предположение о тяжести

состояния пациента и о профиле заболевания. В случае, когда из полученных от бригады данных понятно, что пациент тяжелый, к его прибытию начинают готовить реанимационное отделение.

Если пациент идентифицировался в ЕМИАС, то сотрудники оперативного отдела станции скорой помощи, принимающие вызов, и бригада на выезде через планшет могут зайти в электронную карту пациента, получить всю информацию о нем, узнать, чем он болел. И если у него в анамнезе, к примеру, было аортокоронарное шунтирование, им сразу же становится понятно, что это тяжелый пациент с сосудистым поражением.



Функции планшета

О функциях планшета, которым укомплектована каждая бригада, необходимо рассказать отдельно. Он полностью защищен от взломов и вирусов. Выйти в Интернет с него не получится. В нем установлено только одно приложение — службы скорой и неотложной помощи. Позвонить на обычные городские или мобильные телефоны с планшета тоже нельзя, по нему можно связаться только с диспетчерской службой по нескольким предустановленным номерам. Все это в целях обеспечения информационной безопасности. Кроме того, планшет позволяет оставаться на связи с пациентом до прибытия на место.

Не всегда бригада получает вызов, находясь на подстанции скорой помощи. Нередко ей приходится принимать вызов в пути от одного пациента к другому, не возвращаясь на подстанцию. С помощью планшета медики подтверждают, что машина выехала на новый вызов, а по прибытии к пациенту еще раз докладывают, что находятся на месте. Все эти данные сразу же попадают в информационную систему к диспетчерам.

Помимо справочной медицинской информации, которой могут воспользоваться члены бригады, в планшете установлена система автоматического подбора места в стационаре для больного. Бригаде не нужно никуда звонить, все происходит при помощи коротких сообщений. Медики вводят пол, возраст пациента и либо один, либо два четырехзначных кода, обозначающих диагноз. Спустя несколько мгновений на планшет приходит ответ.

Если бригада выявила у пациента острый коронарный синдром с подъемом сегмента ST, то есть состояние, которое требует без промедлений направить больного в шок-центр, медик нажимает на планшете чекбокс — и вызов

попадает в отдельную когорту усиленного мониторинга, за ним осуществляется жесткий контроль.

Бывает, бригада приезжает на вызов к пациенту, который находится в состоянии клинической смерти. В этом случае ей необходимо вызвать дополнительную бригаду с устройством для автоматической компрессии сердца (УАК). Раньше для этого нужно было совершить звонок в диспетчерскую службу, сейчас достаточно просто нажать кнопку — и необходимое сообщение тут же поступит в оперативный отдел, где система автоматически формирует вызов и выбирает бригаду, имеющую в своем оснащении устройство автоматической компрессии, которое будет качать кровь вместо сердца, пока пациента доставляют в реанимационное отделение. Такие случаи нередки, бывают почти ежедневно. Немало пациентов благодаря УАК вернулись к жизни. Функция автоматического вызова позволяет медикам не отвлекаться от реанимационных мероприятий. Кликнули на кнопку — и сообщение передано, а информация занесена в электронную карту вызова.

На месте вызова бригада может автоматически передавать и ряд других сообщений, не отвлекаясь от оказания медицинской помощи. Например, если сотрудники скорой приехали к пациенту с бронхиальной астмой, которому необходимо провести небулайзерную терапию, медик одним нажатием кнопки оповещает диспетчера, который контролирует работу бригады, что им пришлось задержаться. Также в электронную карту попадает информация о проведенных экспресс-тестах, архив вызовов и другие данные, которыми сможет воспользоваться специалист в поликлинике, если больному понадобится дальнейшее наблюдение по месту жительства. >>>

На планшете сотрудника скорой помощи установлено только одно служебное приложение в целях информационной безопасности, полностью покрывающее весь процесс оказания скорой и неотложной помощи.

ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА, ПОЗВОЛИЛИ СТАНЦИИ ОБЪЕДИНИТЬ ДВЕ СТРУКТУРЫ — СКОРОЙ И НЕОТЛОЖНОЙ ПОМОЩИ

Вызов на контроле

Сравнивая действия медперсонала в схожих ситуациях, система позволяет провести анализ, насколько адекватны решения каждого работника.

В диспетчерской службе Станции ведется контроль всех врачей и бригад и анализируются их действия. Это происходит в том числе при помощи технологий искусственного интеллекта. Он держит на контроле вызов, следит за его выполнением и дает подсказки диспетчеру: «здесь долго», «здесь опасно, поскольку можно что-то упустить» и т. д. Когда что-то не складывается, система красным подсвечивает отклонение от нормы, чтобы сотрудник, контролирующий этот участок работы, обратил на него внимание. Сравнивая действия медперсонала в схожих ситуациях, система позволяет провести анализ, насколько адекватны решения каждого работника.

У сотрудников центральной диспетчерской службы, которые направляют бригады

и контролируют вызовы, в управлении больше тысячи бригад. Держать на контроле все человеку просто не под силу. На помощь снова приходит искусственный интеллект, который мониторирует ситуацию по всему городу — находит какие-то несоответствия, отклонения от нормы и обращает на них внимание человека. Программа может отмечать машины, которые отклоняются от обычного графика и едут на вызов дольше расчетного времени. Получив такой сигнал, диспетчер связывается с бригадой, чтобы выяснить причину задержки, уточняет, надо ли направить другую машину, раз эта не успевает. Подобные сервисы есть не только в центральной диспетчерской службе, но и на 62 подстанциях, размещенных по всему городу.


Первые результаты использования нейросетей. Что дальше?

Совершенно понятно, что искусственный интеллект имеет огромные перспективы и пока еще не показал всех своих возможностей. Для его обучения необходима обширная база данных.

Внедренные технологии, использующие элементы искусственного интеллекта, позволили Станции объединить две структуры — скорой и неотложной помощи. Существенно сократилось и время приема вызова: если раньше опрос диспетчера занимал 4–5 минут, то сегодня на это в среднем тратится не более 2 минут за счет структурирования алгоритма опроса и проработки определенных задач. Ускорился и подбор необходимой бригады, сократилось время прибытия машины на вызов. В 2023 году оно снизилось до 13 минут, а прибытие машины на экстренные вызовы в среднем составило 10 минут.

Совершенно понятно, что искусственный интеллект имеет огромные перспективы и пока еще не показал всех своих возможностей. Для его обучения необходима обширная база данных. В дальнейшем по мере накопления информации в электронных медицинских картах пациентов, в которых собираются жалобы пациента на состояние здоровья, протоколы осмотров врачей, результаты лабораторных, инструментальных исследований, сведения о диспансеризации, вакцинации и т. д., эти

документы станут неоценимым источником для анализа и систематизации информации и дальнейшего развития нейросетей.

Сейчас в службе скорой и неотложной помощи продолжается внедрение дистанционных форм мониторинга за состоянием пациента с медицинских диагностических приборов. На месте вызова применяются портативные аппараты для ультразвуковых исследований, идет переоснащение бригад новыми электрокардиографами, которые автоматически смогут передавать кардиограммы, поступающие как от фельдшерских, так и от врачебных бригад, не только для расшифровки на Станцию, но и в ЕМИАС и в стационар, куда направляют пациента. В перспективе к кардиограмме будет прилагаться ее компьютерная расшифровка. И это еще одна задача, для решения которой будет активно использоваться искусственный интеллект. Учитывая активное развитие и совершенствование нейросетей, Станция скорой и неотложной помощи имени А. С. Пучкова также рассматривает и прорабатывает возможность их использования в ближайшем будущем. 

НИИ ОРГАНИЗАЦИИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И МЕДИЦИНСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА — ЭКОСИСТЕМА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ



Технологии и искусственный интеллект в лабораторной практике

Андрей Комаров



Фото: НИИОЗММ ДЗМ

Научно-практический центр лабораторных исследований ведет разработку платформы на основе искусственного интеллекта, которая должна помочь врачам при исследовании различных типов биоматериала. О том, как обучаются нейросети, рассказывает Андрей Комаров.

Андрей Комаров, директор Московского научно-практического центра лабораторных исследований Департамента здравоохранения города Москвы

— Андрей Григорьевич, прежде всего расскажите, пожалуйста, о вашем центре, об основных направлениях его работы.

— Наш центр был создан в 2012 году на основе централизованной лаборатории детской поликлиники № 121, ведущей свою историю с 1984 года. В 2020 году в качестве филиалов в него вошли две централизованные лаборатории городской поликлиники № 218 и Диагностического центра № 6. С 2021 года по настоящее время были присоединены лаборатории более половины всех детских поликлиник Москвы. Мы выполняем практически весь спектр лабораторных исследований.

У нас самая широкая линейка исследований среди всех лабораторий — от обычных рутинных анализов (клинических анализов мочи, кала, мокроты, крови) до редких исследований. Мы, по сути, являемся централизованной лабораторией для амбулаторного звена (детских, взрослых поликлиник, женских консультаций) и для стационаров. Количество исследований постоянно растет. В 2023 году мы провели около 46 млн исследований, прогноз на 2024 год — порядка 70–80 млн исследований. Мы также являемся самой крупной микробиологической лабораторией в Москве — примерно 40 % всех подобных исследований проводится у нас.

В 2021 году в нашем центре стали выполнять исследования по секвенированию полного генома коронавируса. Это глобальная работа, по масштабам одна из крупнейших в России и мире, которая проводится с привлечением как амбулаторного, так и стационарного звена. Она позволяет практически в реальном времени следить за тем, как происходит изменение вируса в московской популяции. В 2022 году мы стали



Фото: НИИОЗММ ДЗМ

исследовать вирус гриппа, и летом 2023 года на базе нашей организации был создан Московский геномный центр. В его задачи входит эпидемиологический мониторинг вирусных и бактериальных возбудителей, циркулирующих в московской популяции, изучение антибиотикорезистентности микроорганизмов в стационарах. Сейчас мы работаем над проблематикой внебольничных пневмоний, вызванных микоплазмой.

За 10 лет мы прошли колоссальный путь — от рядовой лаборатории до крупного научно-практического центра. Научно-практическим центром, кстати, единственным у нас в стране в области лабораторной диагностики, мы стали совсем недавно. Наша наука имеет сугубо прикладной характер: все наши разработки мы внедряем в практику.

— В рамках грантовой поддержки мэра в центре разрабатываются 6 инновационных проектов. В каких направлениях ведется научный поиск?

— Одно из направлений — это разработка универсальных тест-систем для идентификации бактерий и грибов,



В центре лабораторных исследований самая широкая линейка исследований среди всех лабораторий

а также определение их генов резистентности к лекарственным средствам методом секвенирования нового поколения (NGS-секвенирования). А также разработка контрольных материалов для биохимии, создание устройства для автоматизации исследований на энтеробиоз, разработка универсальной платформы искусственного интеллекта для микробиологии и цитологии, разработка лабоматов. Лабоматы — это устройства для выдачи одноразовых контейнеров и приема самовзятого биоматериала, которые мы планируем размещать в поликлиниках, женских консультациях.

Суть грантов — сокращение до минимума пути от разработки до внедрения в систему городского здравоохранения. Это уникальный московский опыт, когда на системной основе выдают такого рода гранты и получают конкретный результат. Многие полученные по грантам медицинские изделия или технологии идут в практику. >>>

В 2023 ГОДУ МЫ ПРОВЕЛИ ОКОЛО 46 МИЛЛИОНОВ ИССЛЕДОВАНИЙ, ПРОГНОЗ НА 2024 ГОД – ПОРЯДКА 70–80 МИЛЛИОНОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

— **На каком этапе находится ваша разработка в области искусственного интеллекта, на которую вы получили грант?**

— Первый наш уже практически готовый продукт — программное обеспечение для автоматического анализа изображений, получаемых при проведении исследований методом жидкостной цитологии. Мы уже почти полностью разметили на изображениях норму и патологию, за исключением образцов некоторых разновидностей рака. В качестве масштабного предпроизводственного этапа мы пропускаем через искус-

— Перед нами стояла простая практическая задача — нам нужно было снизить себестоимость выполнения жидкостной цитологии. Это исследование — один из самых информативных методов оценки состояния цервикального эпителия, который позволяет диагностировать неоплазии слизистой оболочки влагалища и шейки матки у женщин. Он позволяет обнаружить рак шейки матки на самых ранних стадиях.

Рутинную цитологию на обычном стекле перевести в цифру и автоматизировать гораздо сложнее и дороже: там большая площадь сканирования, клетки распо-

В КАЧЕСТВЕ МАСШТАБНОГО ПРЕДПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЭТАПА **МЫ ПРОПУСКАЕМ ЧЕРЕЗ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ ВСЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ** БИОПРЕПАРАТОВ И СРАВНИВАЕМ ЗАКЛЮЧЕНИЕ МАШИНЫ С ЗАКЛЮЧЕНИЕМ ВРАЧА



Фото: НИИОЗММ ДЗМ



Фото: НИИОЗММ ДЗМ

ственный интеллект все изображения биопрепаратов и сравниваем заключение машины с заключением врача.

Сейчас для дальнейшего обучения искусственного интеллекта мы начинаем разметку изображений, полученных при проведении микробиологических исследований, копрограммы, анализа мазков на флору. Все стекла с биопрепаратами у нас проходят этап сканирования, их изображения «просматриваются» и верифицируются искусственным интеллектом. После того как это программное обеспечение получит регистрационное удостоверение, его можно будет использовать в практике как диагностическое средство.

— **Почему именно с жидкостной цитологии вы решили начать обучение нейросетей?**

▲ В самой большой лаборатории Москвы исследуются все виды биоматериалов

лагаются не в монослой, и сканирующим устройствам их сложно распознавать. Кроме того, жидкостная цитология позволяет лучше диагностировать рак шейки матки. В том числе из этой же вials (герметично закрывающегося флакона. — ред.) можно еще выполнять молекулярный тест, и для этого исследования отдельно забирать у женщины материал не придется.

— **Что побудило вас заняться оцифровкой этих препаратов?**

— Раньше эти исследования проводились другим способом. Были приборы, которые окрашивают образцы, но визуализация проводилась врачами вручную,



и конечно же это отнимало много времени. Все взятые образцы хранились на стеклах, их невозможно было передать в электронном виде другим врачам, например, чтобы получить второе мнение. Соответственно, мы поставили перед собой задачу повысить производительность труда врача и перевести исследования в электронный вид, чтобы можно было делиться этими изображениями с профильными специалистами.

Почему мы занялись этим направлением? Имеющиеся программно-аппаратные комплексы не удовлетворяли нашим потребностям. Они не давали необходимой автоматизации и освобождения рук врача. Исследуемый в жидкостной цитологии препарат представляет собой кружок диаметром всего лишь 11 мм. Соответственно, небольшая площадь объекта позволяет потратить на сканирование одного стекла 1,5–2 минуты, в то время как сканирование обычного цитологического мазка занимает более 10 минут. Сегодня в рамках этого исследования нам удалось добиться того, что искусственный интеллект «смотрит» 100 % изображений вместе с врачом и в большинстве случаев выдает одинаковые с ним результаты, определяя не только где норма, а где патология, но даже верифицируя отдельные виды патологических клеток. Обучение системы проводилось на тысячах изображений, которые занимают десятки терабайт памяти. Это исследование

с применением технологий искусственного интеллекта в рамках апробации сейчас поставлено на поток в нашем филиале на Варшавском шоссе, и, если на тысячу изображений не будет расхождения с врачебными заключениями — система готова к внедрению в практику.

— Какой процент ошибок выдает нейросеть при этом исследовании?

— По определению нормы расхождений практически нет. Искусственный интеллект выдает очень высокий уровень точности заключений. Ведь мы его обучали на наших собственных материалах и на множестве врачебных заключений, также сделанных нашими специалистами, в том числе и на сложных случаях, которые обычно рассматриваются коллегиально.

Мы поручаем искусственному интеллекту все более сложные задачи. Экспертный уровень машины растет достаточно уверенно. Перечень нозологий, которые он верифицирует, постепенно расширяется. Помимо рака шейки матки, он определяет метаплазию и другие патологические изменения.



Для обучения нейросетей требуется обработка многих тысяч образцов



Фото: НИИОЗММ ДЗМ



Фото: НИИОЗММ ДЗМ

Кроме того, в работе по жидкостной цитологии мы не только исследовали клетки и их измененные формы, но еще и учитывали окружение клеток: грибы, лейкоциты, клеточные форменные элементы, потому что от окружения тоже зависит конечный диагноз. То есть клетка может быть изменена не только потому, что она затронута онкологическим процессом или там есть метаплазия, изменения могут произойти вследствие воздействия на нее внешних факторов, например микробов или лейкоцитов. Значит, это не истинная метаплазия, а связанная с воздействием микробных факторов и факторов клеточного иммунитета.

В настоящее время проходит стадия валидации нашего программного обеспечения, то есть ведется предрегистрационная работа. В виде отдельного медицинского изделия его пока еще нет, но получены достаточно хорошие результаты. Процесс регистрации займет не менее года. После этого платформа может войти в практику столичного здравоохранения и тех



Заключения, сделанные искусственным интеллектом, верифицируются врачом

участников лабораторной диагностики, которые проявляют к ней интерес.

— **Какие еще задачи может решать искусственный интеллект в сфере лабораторной диагностики? Есть ли у вас какие-то еще разработки в этой области?**

— Когда мы только начали заниматься искусственным интеллектом, то сразу же решили, что у нас должна быть универсальная платформа, приспособленная под разные задачи. То есть сами ядра могут меняться, но платформа при этом остается неизменной. И это было правильное решение. Ту же платформу мы используем

МЫ ИСПОЛЬЗУЕМ ОДНУ И ТУ ЖЕ УНИВЕРСАЛЬНУЮ ПЛАТФОРМУ, ЧТОБЫ ОБУЧИТЬ НЕЙРОСЕТИ ИССЛЕДОВАТЬ ФЛОРУ И СОЗДАТЬ СИСТЕМУ ДЛЯ ВЕРИФИКАЦИИ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ



сейчас, чтобы обучить нейросети проводить исследования на флору, на ее же основе создается система для верификации микробиологических объектов. Оба эти проекта сотрудники нашего центра ведут параллельно. Однако приспособить платформу для микробиологических исследований — задача более трудоемкая, поскольку там есть «подводные камни»: колонии бактерий, простейших микроорганизмов, грибов, вирусов не плоские, а объемные. Встает вопрос, как их переводить в цифру, есть сложности и с верификацией таких изображений.

Мы приступили к реализации еще одного проекта, в котором также будут использоваться технологии искусственного интеллекта. Он связан уже не с микрообъектами — сканами стекол, фотографиями, а с макрообъектами — с работающими в наших лабораториях роботами.

устройства универсальны. Меняя захваты, их можно настроить под разные функции. Это оригинальная наша разработка. Таких решений нет ни в Европе, ни в Китае, ни в других странах.

Мы хотим обучить искусственный интеллект взаимодействовать с робототехникой, контролировать производственные процессы, происходящие в лаборатории. Для этого собираемся оснастить помещение камерами. Получая с них изображение, искусственный интеллект сможет распознавать объекты и следить за всем, что происходит в лаборатории. По сути, это уже система менеджмента качества, где нейросети тоже могут

Аппаратно-программный комплекс с искусственным интеллектом обучается взаимодействию с робототехникой



Фото: НИИОЗММ ДЗМ




Фото: НИИОЗММ ДЗМ

— Давно ли роботы появились в вашем центре, какие функции они выполняют? Где здесь фронт работ для искусственного интеллекта?

— Мы открыли для себя коллаборативную робототехнику в конце 2022 года и активно стали внедрять ее в практику с лета 2023 года. Это универсальные робототехнические изделия. Они имеют шесть осей, могут работать совместно с людьми и выполнять определенные манипуляции. У нас их порядка 25 единиц, но это пока. В перспективе эти устройства будут выполнять все рутинные функции персонала: перемещение объектов, закрывание и открывание крышек с пробирок, работа со штативами. Они могут ставить чашки Петри в термостат, вынимать их оттуда, отставлять в сторону, выполнять массу других манипуляций. Самое главное — эти

успешно применяться. Процесс совершенствования бесконечен.

— Как вы планируете дальше развиваться? Какие у вас планы на перспективу?

— Мы собираемся переводить количество в качество и в новые ценности, новые технологии. Основные социальные задачи нашего центра — это прежде всего развитие отечественных технологий лабораторной диагностики, импортозамещение и способствование локализации этих технологий — мы тоже в этом направлении работаем. А кроме того — развитие новых технологий в IT-сфере, роботизации, автоматизации новых систем, которые будут работать и внедряться в практику. 

Возможности искусственного интеллекта с позиции клинической фармакологии

М. В. Журавлева¹, А. В. Крюков^{2,3,4}, Т. Р. Каменева^{4,5}, Е. В. Кузнецова⁴, А. В. Власова^{3,4,6}

¹ ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет).

² ГБУЗ «Городская клиническая больница № 15 имени О. М. Филатова Департамента здравоохранения города Москвы».

³ ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования Минздрава России».

⁴ ГБУ «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы».

⁵ ГБУЗ «Городская клиническая больница имени М. П. Кончаловского Департамента здравоохранения города Москвы».

⁶ ГБУЗ «Морозовская детская городская клиническая больница Департамента здравоохранения города Москвы».



Фото: НИИОЗММ ДЗМ

Оценка медицинских технологий, доступности и эффективности лекарственной терапии — в настоящее время одно из важнейших направлений современного здравоохранения. Сегодня в этой сфере деятельности стали активно применяться различные цифровые технологии, в том числе искусственный интеллект, который обучается на огромных массивах данных.



Точки приложения искусственного интеллекта в области доказательной медицины

Согласно Указу Президента РФ от 06.06.2019 № 254 «О стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 года», одной из основных задач развития здравоохранения в Российской Федерации является повышение доступности и качества медицинской помощи.

Развитие и внедрение инновационных методов диагностики, профилактики и лечения, а также персонализированной медицины, совершенствование процессов организации медицинской помощи на основе внедрения информационных технологий признаны важнейшими задачами на государственном уровне.

Помимо анализа затрат на лекарственную терапию, основным этапом оценки технологий здравоохранения является поиск достоверной информации, систематизация данных по эффективности и безопасности лекарственных средств.

Применение в клинической практике лекарственных препаратов с недостаточным уровнем доказательности эффективности и безопасности инновационных стратегий может значительно снижать качество оказываемой медицинской помощи.

Доказательная медицина — это междисциплинарный подход, использующий наилучшие мировые практики, научные данные с целью принятия оптимальных клинических решений

с учетом индивидуального опыта врача и ценности для пациента. В оценке достоверности доказательств эффективности медицинских технологий и убедительности рекомендаций огромное значение придается систематизированному подходу, который позволит предотвратить ошибки в экспертной оценке в различных областях медицины и здравоохранения.

В условиях накопленных огромных массивов медицинских данных и постоянного обновления актуальных клинических рекомендаций на первый план выходит эффективное применение наилучших подходов с высоким уровнем доказательности, что имеет большое значение в области клинической фармакологии и рационального применения лекарственных средств.

В современном здравоохранении помощниками врача в поиске и применении наилучших практик становятся различного рода системы поддержки принятия врачебного решения.

Системы поддержки принятия врачебных решений — класс специализированных медицинских информационных систем, зарегистрированных в установленном порядке для медицинского применения, которые являются частью медицинских информационных систем для локального использования в медицинских организациях.

В условиях накопленных огромных массивов медицинских данных и постоянного обновления актуальных клинических рекомендаций на первый план выходит эффективное применение наилучших подходов с высоким уровнем доказательности, что имеет большое значение в области клинической фармакологии и рационального применения лекарственных средств.



Фото: mos.ru

Участие систем поддержки принятия врачебных решений стало неотъемлемой частью врачебного приема в городских поликлиниках

Примеры систем поддержки принятия врачебных решений в практике врача — клинического фармаколога

Одной из наиболее интересных разработок является система PharmSuitePro, которая более 10 лет применяется врачами — клиническими фармакологами. Система разработана на базе Федерального центра сердечно-сосудистой хирургии (г. Челябинск) с участием врачей — клинических фармакологов.

► Системы поддержки принятия решений разработаны и для клинических фармакологов

В России уже накоплен опыт применения системы поддержки принятия врачебных решений в области лекарственной терапии. Приведем несколько примеров.

Одной из наиболее интересных разработок является система PharmSuitePro, которая более 10 лет применяется врачами — клиническими фармакологами. Система разработана на базе Федерального центра сердечно-сосудистой хирургии (г. Челябинск) с участием врачей — клинических фармакологов. Она представляет собой актуальный сервис в формате «автоматизированное рабочее место клинического фармаколога». Одним из основных является модуль анализа (это метод оценки рационального использования денежных средств на лекарственное обеспечение в соответствии с фактическим потреблением препаратов в предыдущем периоде). Проведение анализа

возможно с использованием как международных непатентованных (МНН), так и торговых наименований, а также с учетом формы выпуска лекарственных препаратов. Также реализован ABC-анализ по АТХ-группам (анатомо-терапевтическо-химическим группам), что позволяет проводить оценку в разрезе разных уровней АТХ-классификации. В программе представлены модули по оценке лекарственных взаимодействий, фармакогенетике отдельных групп лекарственных препаратов и модуль для заполнения протокола консультации врача — клинического фармаколога. VEN-анализ (сегментация на жизненно важные, необходимые и второстепенные) с учетом доказательной базы лекарственных препаратов выполняется пользователем вручную.

В практике московского здравоохранения используется система поддержки принятия



Фото: mos.ru

СЕРВИС ПОЗВОЛЯЕТ РАНЖИРОВАТЬ ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ПРЕПАРАТЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ИХ ИЗУЧЕННОСТИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ С НАИВЫСШИМ УРОВНЕМ ДОКАЗАТЕЛЬНОСТИ



Фото: mos.ru

КЛИНИЧЕСКИЙ КОМПОНЕНТ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ **ВКЛЮЧАЕТ МОДУЛЬ ОЦЕНКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ С ОПИСАНИЕМ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ РИСКОВ**

решений PharmFrame. В основу ее работы заложены принципы доказательной медицины. Синтезированные алгоритмы и программное обеспечение PharmFrame производят автоматический анализ широкого перечня международных баз биомедицинских исследований с отбором публикаций высшего уровня доказательности: рандомизированных клинических исследований, метаанализов, систематических обзоров, подтверждающих наличие доказательной базы для лекарственных препаратов, зарегистрированных в Российской Федерации. PharmFrame включает в себя несколько дополняющих друг друга модулей анализа лекарственных препаратов: ABC/VEN-анализ с применением запатентованной системы скоринга лекарственных препаратов, альтернативные фармпрепараты по международной АТХ-классификации, альтернативные лекарственные препараты в рамках национальных

клинических рекомендаций, оценка статуса лекарственных препаратов в международных клинических рекомендациях (рекомендован/не рекомендован), оценка лекарственных взаимодействий. После поступления в систему данных о перечне закупаемых лекарственных препаратов автоматически формируется отчет по итогам ABC/VEN-анализа с оценкой структуры затрат. Программа позволяет осуществлять поиск необходимого действующего вещества внутри перечня всех применяемых лекарственных препаратов, определять категорию А, В, С, V, E и N и формировать отчет о доле анализируемого препарата в общем объеме закупок пользователя. Сервис позволяет ранжировать лекарственные препараты в зависимости от степени их изученности в исследованиях с наивысшим уровнем доказательности. Пользователь имеет доступ к обоснованию присвоенной категории V, E или N в разделе «карточка препарата», >>>

▲ Современное лабораторное оснащение позволяет применять машинное обучение

ПОДХОДЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И АЛГОРИТМЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ПОЗВОЛЯЮТ ВНЕСТИ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ В ПРЕЦИЗИОННУЮ МЕДИЦИНУ

Цель внедрения искусственного интеллекта в клинической фармакологии заключается в том, чтобы на конечном этапе, в аптеке, человек получал оптимально подобранный препарат, максимально эффективный и безопасный



Фото: mos.ru

Система принятия врачебных решений постоянно развивается с учетом данных реальной клинической практики, обновления клинических рекомендаций, различных перечней лекарственных средств, что позволяет максимально рационально применять лекарственные препараты.

также представлены ссылки на анализируемые источники информации о лекарственных препаратах (базы данных Pubmed, Cochrane, Rxlist, Примерный перечень основных лекарственных средств ВОЗ). Таким образом, система предоставляет оперативный доступ к информационной поддержке решений при перераспределении средств бюджета в пользу лекарственных препаратов, имеющих лучшую доказательную базу. Сервис позволяет не только проводить быструю оценку имеющихся доказательств эффективности, но и выполнять поиск альтернативных лекарственных препаратов, применяющихся по аналогичным показаниям. Автоматизированный подбор альтернатив возможен как внутри одной фармакологической группы по международной АТХ-классификации, так и среди лекарственных препаратов, включенных в национальные клинические рекомендации по конкретной нозологии. Пользователю доступен список всех российских клинических рекомендаций, в которые входит

анализируемый лекарственный препарат. В системе также реализован модуль оценки статуса анализируемого лекарственного препарата в международных клинических рекомендациях. В рамках данного раздела пользователю доступен список международных клинических рекомендаций, в которые включен лекарственный препарат, со ссылками на соответствующие официальные источники рекомендаций. Это позволяет пользователю принимать решение о закупке и применении лекарственного препарата, базируясь также на международном опыте. Клинический компонент поддержки принятия решений включает модуль оценки лекарственных взаимодействий с описанием потенциальных рисков разного уровня значимости при одновременном назначении отдельных пар лекарственных препаратов. В рамках консультирования по вопросам фармакотерапии это дает возможность подбирать лекарственный препарат с меньшей вероятностью возникновения нежелательных реакций, связанных



с лекарственным взаимодействием. Система принятия врачебных решений постоянно развивается с учетом данных реальной клинической практики, обновления клинических рекомендаций, различных перечней

лекарственных средств, что позволяет максимально рационально применять лекарственные препараты и обеспечить доступность фармакотерапии для персонализированного подхода к каждому пациенту¹.

Технологии искусственного интеллекта в области применения лекарственных средств

В течение нескольких лет в области фармакотерапии произошел значительный рост цифровизации данных. Однако цифровизация сопряжена с вопросами приобретения, изучения и применения этих знаний для решения сложных клинических задач и проблем. Это мотивирует использование искусственного интеллекта, поскольку с его помощью можно обрабатывать большие объемы данных с улучшенной автоматизацией.

Искусственный интеллект может имитировать человеческий, но не способен полностью заменить физическое присутствие человека. Искусственный интеллект использует системы и программное обеспечение, которые могут интерпретировать входные данные, и обучается принимать независимые решения для достижения конкретных целей.

Подходы искусственного интеллекта и алгоритмы машинного обучения позволяют внести дополнительные возможности в прецизионную медицину, которые будут использовать и расширять информацию, содержащуюся в исходных данных, и облегчать моделирование мультиомных данных для конкретных пациентов на основе общедоступных аннотаций для лучшего понимания механизмов заболевания².

В настоящее время в здравоохранении наблюдается повышенный интерес к технологии цифровых двойников. Цифровой двойник можно определить как компьютерный прообраз объекта реального мира, представляющий

собой продукт виртуальной реальности, который благодаря накопленной информации и установленным алгоритмам может составлять прогнозы поведения своей физической копии, бизнес-процессов в режиме реального времени, а также корректировать и исправлять потенциальные сбои и погрешности.

Цифровые двойники нуждаются в постоянном вводе данных, касающихся представленной структуры или поведения оригинала, после чего могут обеспечить моделирование в режиме реального времени и обратную связь. Цифровые двойники рассматриваются в качестве технологической основы для новых практик анализа данных о пациенте, моделирования и прогнозирования последствий широкого круга медицинских вмешательств.

По мнению экспертов, именно в системе здравоохранения цифровые двойники смогут полностью раскрыть свой потенциал в контуре трех магистральных направлений, таких как:

- 1) развитие персонализированной медицины;
- 2) разработка, проведение доклинических и клинических исследований, а также важнейшие этапы внедрения новых лекарственных препаратов и медицинских устройств;
- 3) координация всех бизнес-процессов медицинской организации (оптимизация загрузки коечного фонда, построение логистических цепочек, организация экосистемных партнерств и пр.).

В настоящее время в здравоохранении наблюдается повышенный интерес к технологии цифровых двойников. Цифровой двойник можно определить как компьютерный прообраз объекта реального мира, представляющий собой продукт виртуальной реальности, который благодаря накопленной информации и установленным алгоритмам может составлять прогнозы поведения своей физической копии.



¹ Крюков А. В., Новиков А. А., Купчик Б. М., Коровин Е. В., Яковлев С. В., Кузнецова Е. В., Каменева Т. Р., Ларюшкина Е. Д., Журавлева М. В. Оптимизация затрат на лекарственные препараты с использованием систем поддержки принятия решений на основе принципов доказательной медицины// Антибиотики и химиотерапия. 2023; 68:7–8: 90–98. <https://doi.org/10.37489/0235-2990-2023-68-7-8-90-98>

² Кобякова О. С., Стародубов В. И., Куракова Н. Г., Цветкова Л. А. Цифровые двойники в здравоохранении: оценка технологических и практических перспектив// Вестник РАМН. 2021;76(5):476–487. doi:<https://doi.org/10.15690/vramn1717>

Появление прижизненного цифрового двойника пациента может стать технологическим фундаментом персонализированной и превентивной медицины и ускорить принятие общего стандарта обмена медицинскими данными.

В реальной клинической практике использование цифровых двойников позволяет оптимизировать изучение побочных действий различных лекарственных средств на протяжении всего жизненного цикла препарата, что значительно может повысить безопасность отдельных лекарств и их комбинаций.

Появление прижизненного цифрового двойника пациента может стать технологическим фундаментом персонализированной и превентивной медицины и ускорить принятие общего стандарта обмена медицинскими данными³.

Развитие искусственного интеллекта и его инструментов постоянно направлено на решение проблем, с которыми сталкиваются производители лекарственных средств, разработчики инновационных технологий.

Они оказывают положительное влияние на процесс разработки лекарств, а также на общий жизненный цикл продукта, что может объяснить увеличение количества стартапов в этом секторе. В настоящее время системы здравоохранения сталкиваются с несколькими сложными проблемами, такими как рост стоимости лекарственных препаратов и методов лечения, и обществу необходимы новые подходы, алгоритмы и существенные изменения в области обращения лекарственных средств.

Благодаря включению искусственного интеллекта в производство фармацевтических продуктов можно производить персонализированные лекарства с необходимой дозой, параметрами высвобождения, особенностями фармакокинетики и другими важнейшими аспектами в соответствии с индивидуальными потребностями пациента. Использование новейших технологий на основе искусственного интеллекта не только сократит время, необходимое для выхода продукции на рынок, но и повысит качество лекарственных средств и общую безопасность производственного процесса, а также обеспечит более эффективное использование имеющихся ресурсов.

Одним из ключевых направлений применения искусственного интеллекта в медицинской химии является прогнозирование эффективности и токсичности потенциальных лекарственных соединений.

Классические протоколы разработки лекарств часто основаны на трудоемких и длительных экспериментах по оценке потенциального воздействия соединения на организм человека. Это может быть медленный и дорогостоящий процесс, а результаты часто неопределенны и подвержены высокой степени изменчивости.

Методы машинного обучения искусственного интеллекта способны преодолеть эти ограничения. На основе анализа большого объема информации алгоритмы машинного обучения могут выявлять закономерности и тенденции, которые помогут исключить артефакты, часто неочевидные для исследователей.

Это позволит предлагать новые биологически активные соединения с минимальным спектром побочных эффектов гораздо быстрее, чем при использовании классических протоколов. Данные практики применяются в области клинической фармакологии и клинических исследований с участием пациентов.

Подобный алгоритм глубокого обучения с использованием набора данных об уже существующих известных лекарственных соединениях с учетом их биологической активности позволяет предсказать активность новых соединений с высокой точностью.

По такому же принципу происходит прогнозирование токсичности потенциальных лекарственных соединений с использованием машинного обучения на основе больших баз данных известных токсичных и нетоксичных соединений.

Еще одной важной стороной применения искусственного интеллекта в разработке лекарств является идентификация межлекарственных взаимодействий, которые происходят, когда несколько лекарств комбинируются

БЛАГОДАРЯ ВКЛЮЧЕНИЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОИЗВОДСТВО ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ МОЖНО ПРОИЗВОДИТЬ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫЕ ЛЕКАРСТВА



ВАЖНОЙ СТОРОНОЙ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РАЗРАБОТКЕ ЛЕКАРСТВ ЯВЛЯЕТСЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ МЕЖЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

для лечения одного или нескольких разных заболеваний у одного и того же пациента, что приводит к изменению профиля эффективности или побочным реакциям.

Эту проблему можно выявить с помощью подходов, основанных на искусственном интеллекте, путем анализа больших наборов данных известных взаимодействий лекарств и выявления закономерностей и тенденций.

Применение искусственного интеллекта в области прогнозирования и выявления возможных лекарственных взаимодействий отвечает принципам персонализированной медицины и становится все более актуальным.


В перспективе с развитием искусственного интеллекта будет возможна разработка индивидуальных планов лечения, которые сведут к минимуму риски нежелательных реакций. В контексте персонализированной терапии технологии искусственного интеллекта смогут адаптировать лечение к индивидуальным характеристикам каждого пациента, с учетом его генетического профиля и возможного ответа на лекарственные препараты. Указанные методологические принципы являются наиболее актуальными для развития клинической фармакологии и персонализированной медицины.

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) выпустила обновленное руководство по этике и управлению большими мультимодальными моделями — типом быстрорастущей технологии генеративного искусственного интеллекта, которая находит применение в здравоохранении⁴.

Большие мультимодальные модели могут принимать один или несколько типов входных данных, таких как текст, видео и изображения,

и генерировать разнообразные выходные данные, не ограничивающиеся типом введенных данных. Эти новинки были приняты быстрее, чем любое приложение в истории: такие модели, как ChatGPT, Bard и Bert, вошли в обращение в 2023 году. В новом руководстве ВОЗ обозначены основные области применения больших мультимодальных моделей в здравоохранении: диагностика и клиническая помощь, медицинское и сестринское образование, научные исследования и разработка лекарственных средств, в том числе для выявления новых инновационных соединений.

Таким образом, потенциал цифровых технологий в медицине, системе здравоохранения, использование лучших практик, применение искусственного интеллекта в области клинической фармакологии открывают новые горизонты возможностей для врача, пациента, для развития новых стратегий и создания новых лекарственных средств на основе принципов доказательности и персонализированной медицины.

В настоящее время цифровизация медицины, медицинские информационно-аналитические системы становятся наиболее востребованными ключевыми направлениями развития в области рационального применения лекарственных средств, развития клинической фармакологии. Важнейшее условие и цель внедрения цифровизации и технологий искусственного интеллекта — направленность на конкретного пациента, повышение эффективности, безопасности, качества и доступности медицинской помощи всем нуждающимся пациентам. 

В контексте персонализированной терапии технологии искусственного интеллекта смогут адаптировать лечение к индивидуальным характеристикам каждого пациента, с учетом его генетического профиля и возможного ответа на лекарственные препараты.

3 Кобякова О. С., Стародубов В. И., Куракова Н. Г., Цветкова Л. А. Цифровые двойники в здравоохранении: оценка технологических и практических перспектив // Вестник РАМН. 2021;76(5):476–487. doi:https://doi.org/10.15690/vramn1717

4 Regulatory considerations on artificial intelligence for health. Geneva: World Health Organization; 2023. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Информационные сервисы и искусственный интеллект в помощь врачу — анестезиологу-реаниматологу

Д. Н. Проценко, Е. С. Ларин, Ю. И. Шмушкович

ГБУ «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы»
ГБУЗ «Московский многопрофильный клинический центр "Коммунарка" Департамента здравоохранения города Москвы»



Фото: НИИОЗММ ДЗМ

В отделениях анестезиологии и реанимации, интенсивной терапии и экстренной помощи персонал, особенно врачи, работают в условиях большой информационной нагрузки. Ургентная помощь сама по себе требует быстрого принятия решений и отлаженных действий. Поддержать медицинских сотрудников способны информационные сервисы, в том числе с искусственным интеллектом.



Особенности работы специалистов в условиях профиля «анестезиология и реаниматология»

В современной медицине помимо создания универсальных алгоритмов и стандартов лечения, призванных улучшать качество оказания медицинской помощи, важное значение имеет сохранение персонализированного подхода к пациенту, что сопровождается необходимостью постоянной интеграции современной клинической и научной базы знаний, обновляющихся данных о пациенте, нормативно-правовой базы.

Профиль «анестезиология и реаниматология» — это особая сфера, поскольку объединяет вопросы из многих смежных специальностей: кардиологии, неврологии, фармакологии, хирургии и не только. Поэтому накопление клинического опыта, касающегося данной и смежных дисциплин, происходит стремительно, ежедневные научные публикации исчисляются десятками. Помимо освоения объема научных публикаций и нормативных актов, в этой сфере необходима регистрация

и анализ большого количества показателей пациента: непрерывные данные мониторинга состояния пациента проводятся по множеству различных параметров. А принимать решение анестезиолог-реаниматолог на основании анализа и интеграции вышеперечисленных данных должен быстро и безошибочно.

Вклад в распределение рабочего времени врачей — анестезиологов-реаниматологов вносит и объем документооборота: каждая манипуляция, динамика состояния пациента, отклонение в результатах исследований, интерпретация врачом результатов терапии, а также принятое решение должны быть зафиксированы в медицинской документации пациента. Программа по обезбумаживанию медицинских учреждений оптимизирует передачу информации, защищает медицинскую тайну, благотворно влияет на окружающую среду, но не снижает затраты времени на оформление медицинской документации.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ ДОЛЖЕН СТАТЬ НЕКИМ ВИРТУАЛЬНЫМ АССИСТЕНТОМ ВРАЧА, КОТОРЫЙ МОЖЕТ ЕМУ ПОДСКАЗАТЬ, ПОМОЧЬ, ПЕРЕПРОВЕРИТЬ, НАПОМНИТЬ, ДАТЬ КРАТКУЮ ИНФОРМАЦИОННУЮ СПРАВКУ

Роль информационных сервисов в принятии быстрых и безошибочных решений врачом

Необходимость нововведений и подходов, которые могли бы уменьшить время, затраченное врачом — анестезиологом-реаниматологом на поиск и структурирование информации, за счет побора оптимального формата подачи информации, например, динамические шкалы, диаграммы, сгруппированные таблицы с возможностью настройки фильтров, очевидна. Основной целью этих нововведений является снижение вероятности ошибок и сохранение такого ценного ресурса, как время врачей-специалистов.

Родоначалниками систем поддержки врачебных решений были объективные шкалы,

например оценки состояния, риска осложнений, вероятности заболевания. Простые однозначные шкалы со временем эволюционировали в интегральные.

В настоящее время интегральные шкалы активно используются для оценки рисков и вероятностей, которые помогают врачу объективизировать данные и принимать решения. Современные интегральные шкалы усовершенствованы до систем раннего оповещения, которые позволяют предсказать и предотвратить потенциально фатальные клинические ситуации на самой начальной стадии — при появлении первых признаков их развития. >>>

ГЛАВНАЯ ЦЕЛЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ СЕРВИСОВ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В УСЛОВИЯХ РЕАНИМАЦИОННОГО ОТДЕЛЕНИЯ – ЭТО СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ВРАЧЕБНЫХ РЕШЕНИЙ

Следующим шагом должны стать информационные системы с технологией искусственного интеллекта, который полностью отличается от привычных для нас информационных сервисов и алгоритмов. Его отличительная особенность — способность самообучаться в процессе работы, выходить за рамки исходных данных и заложенных алгоритмов.

Параллельно активно внедряются алгоритмы действий, чтобы формализовать действия врача и снять с него часть рутинных задач, а также обеспечить высокое качество оказания медицинской помощи и безопасность пациента: стандартные рутинные клинические процедуры, такие как маршрутизация и триаж, правила выполнения манипуляций, выбор тактики диагностики и терапии. Но недостатком имеющихся методов является стандартизация в ущерб индивидуальному подходу к пациенту и его конкретной клинической ситуации, а также ограничение возможности врачей в принятии нестандартных решений и подходов, риск пропустить ситуации, которые выходят за рамки «обыденных». Поэтому помимо формирования алгоритмов, стандартов и гайдлайнов, нарастает важность индивидуального и пациентоцентричного подхода.

Перспективным решением задачи оптимизации и автоматизации, отработки стандартных процедур и алгоритмов становятся цифровые технологии. В настоящее время цифровые информационные сервисы используются регулярно и рутинно в отделениях анестезиологии и реанимации. Для примера, монитор пациента — это цифровая технология, которая может не просто измерять показатели пациента, но интерпретировать их в дополнительных интегральных показателях, записывать для врача графическое представление динамики изменений, а система индикации отклонений чувствительна и имеет возможность дифференцировки. Программа регистрации и анализа данных с монитора пациента может выявить отклонения на ранних этапах и проинформировать об этом персонал.

Цифровым информационным технологиям свойствен такой немаловажный фактор, как отсутствие усталости. Им не важно, в какое время суток и сколько часов подряд они работают, они не испытывают

психологического и физического дискомфорта или профессионального выгорания.

Современные информационные сервисы быстрее человека обрабатывают большие массивы информации и делают это качественно. Они объективны, хорошо отточены под стандартные ситуации и чувствительны к нестандартным обстоятельствам.

Следующим шагом должны стать информационные системы с технологией искусственного интеллекта, который полностью отличается от привычных для нас информационных сервисов и алгоритмов. Его отличительная особенность — способность самообучаться в процессе работы, выходить за рамки исходных данных и заложенных алгоритмов, находить решения самостоятельно, в поиске информации использовать не только ключевые слова, но и контекст. Важно понимать, что искусственный интеллект способен как обучаться, так и деградировать или принимать во внимание невалидированные данные. Вызывает опасения и база информации, которую будет использовать искусственный интеллект, что это будет за база данных, насколько она достоверна, ведь даже данные метаанализов требуют критического анализа для выявления системных и логических ошибок, конфликта интересов. Остается открытым вопрос, насколько мы можем доверять процессу самообучения искусственного интеллекта. Пройдет время, пока мы накопим достаточный объем опыта, чтобы достоверно судить о месте и роли искусственного интеллекта в медицине.

В настоящее время в практическом здравоохранении искусственный интеллект только начинает использоваться, например, создано программное обеспечение, которое может анализировать и даже выставлять предположительный диагноз на основании изображения, полученного методом компьютерной томографии.



Цели и задачи цифрового помощника врача — анестезиолога-реаниматолога

Главная цель использования цифровых сервисов и искусственного интеллекта в условиях анестезиологического и реанимационного отделения — это система поддержки принятия врачебных решений. Искусственный интеллект должен стать неким виртуальным ассистентом врача, который может ему подсказать, помочь, перепроверить, напомнить, дать краткую информационную справку, подготовить сводку новых актуальных научных данных. Решение будет принимать врач, но искусственный разум поможет оптимизировать информационный поток и избежать ошибок.

Для эффективной работы цифровых сервисов любого уровня — как для простых систем оповещения и алгоритмов, так и для более сложных систем поддержки принятия врачебных решений — важно наличие объективной унифицированной информационной базы.

Сегодня роль такой базы для врачей — анестезиологов-реаниматологов может

исполнять информационная система «Цифровая реанимация». В ней сосредоточены все необходимые данные о пациенте: клинические показатели, показатели мониторов, результаты исследований, анамнез, индивидуальные показатели, сведения о введенных препаратах, которые непрерывно фиксируются.

В дальнейшем для совершенствования получения объективных стандартных данных планируется увеличить внедрение интегрированных в систему мониторов оценки состояния пациента. Данные с них будут передаваться напрямую, что позволит исключить человеческий фактор и экономить время медицинского персонала.

Возможности «Цифровой реанимации» на данном этапе позволяют нам самим копить данные, анализировать и осмыслять их, обучаться самим, чтобы на следующих этапах обучать искусственный интеллект и настраивать цифровые информационные сервисы. >>>

Возможности «Цифровой реанимации» на данном этапе позволяют нам самим копить данные, анализировать и осмыслять их, обучаться самим, чтобы на следующих этапах обучать искусственный интеллект и настраивать цифровые информационные сервисы.

Искусственный разум может помогать анестезиологу-реаниматологу и в операционной



Фото: НИИОЗММ ДЗМ

Цифровые сервисы экономят время и снимают часть рутинных задач с врачей



Фото: НИИОЗММ ДЗМ

Трудности с внедрением информационных сервисов

Любое новое оборудование, препарат или технология должны пройти несколько стадий клинических испытаний, подтверждающих безопасность для пациентов. Это относится и к цифровым сервисам.

Любая технология, применяемая в сфере охраны здоровья, ложится в основу создания медицинских приборов, а значит, должна соответствовать строгим критериям надежности, то есть до начала использования этого медицинского изделия в практике необходимо исключить все риски возможных ошибок.


Любое новое оборудование, препарат или технология должны пройти несколько стадий клинических испытаний, в первую очередь подтверждающих безопасность для пациентов. Это относится и к цифровым сервисам.

Особенности профиля «анестезиология и реаниматология» предполагают большое количество необъективных или трудноизмеримых данных, которые невозможно четко зафиксировать в цифре или статичном изображении. Полученные данные гетерогенны, манипуляции и терапия не имеют стандартов, есть факторы дефицита ресурсов и возможностей. Это серьезный вызов для разработчиков сервисов искусственного интеллекта, нужно найти пути решения и связать цифровой и реальный мир. Слабым местом любой информационной технологии является «ошибка первичного ввода данных» — исходная неверная информация может принципиально изменить процесс интерпретации и дать на выходе ошибочный результат. Также имеется ряд нерешенных юридических вопросов. Например,

кто несет ответственность за работу программного обеспечения: разработчики, медицинская организация или авторы клинических испытаний?


Требуют решения и этические аспекты — цифровые информационные сервисы сводят здоровье пациента к набору параметров и единиц информации, формализуют его. Однако, возможно, в этом есть и преимущество: цифровые сервисы, объективизируя пациента, экономят время и снимают часть рутинных задач с врача, давая ему возможность уделить больше времени самому человеку, которому он оказывает помощь.

Также важно понимать чего мы хотим от работы технологий: полностью делегировать работу врача цифровым сервисам, оставив за врачом только ответственность, или же создать ассистента врача, который поможет эффективнее и быстрее принимать решения. Понимание целей и конечных точек поможет выстроить стратегию задач.

Чтобы инновационные технологии приносили пользу пациентам и врачам отделений анестезиологии и реанимации, интенсивной терапии и экстренной помощи, нужно разрабатывать новые сервисы с учетом особенностей этих отделений, обеспечивать процесс накопления информации, учиться самим использовать технологии. 



Искусственный интеллект в детской анестезиологии и реанимации

 И. И. Афуков


 ГБУЗ «Детская городская клиническая больница № 9 имени Г. Н. Сперанского Департамента здравоохранения города Москвы», кафедра детской хирургии ФГАОУ ВО РНИМУ имени Н. И. Пирогова Минздрава России



Фото: НИИОЗММ ДЗМ

Искусственный интеллект уже сегодня широко применяется в различных областях здравоохранения. Будущее его еще более многообещающе. Но особенно велики перспективы его использования в отделениях реанимации и интенсивной терапии, где необходимо быстро и качественно обработать и проанализировать огромный массив данных о функциональном состоянии органов и систем и критически жизненно важных показателях пациента.

Во время проведения анестезиологического пособия

В области реанимации и интенсивной терапии применение искусственного интеллекта крайне востребовано и имеет очень широкие перспективы. Связано это с тем, что врач — анестезиолог-реаниматолог является мультидисциплинарным врачом, который должен контролировать изменения в состоянии пациента практически с любым заболеванием, в том числе при проведении анестезиологического пособия, и незамедлительно реагировать на них. Именно искусственный интеллект должен ему помогать в таких ситуациях.

Во время проведения анестезиологического пособия пациенту проводится комплексное мониторирование жизненно важных функций организма, уровня седации, параметров искусственной вентиляции легких, лабораторных и инструментальных интраоперационных показателей,

автоматизированное введение различных лекарственных препаратов, инфузионной терапии. Планируется, что вся информация, поступающая с мониторов, инфузоматов, перфузоров, наркозного аппарата, будет автоматически интегрироваться в наркозную карту пациента с выбранным интервалом времени. Искусственный интеллект на основании данных, полученных с мониторов, будет анализировать уровень сознания, нервно-мышечной проводимости, изменение показателей гемодинамики и рекомендовать необходимые клинические решения, учитывая готовность пациента к экстубации и т. д. Автоматическое внесение данных в анестезиологическую карту позволит сократить затрату рабочего времени медицинской сестры-анестезистки, врача — анестезиолога-реаниматолога на заполнение документации.

Жизненно важные показатели маленького пациента постоянно отражаются на мониторе



Фото: НИИОЗММ ДЗМ

**ПРИ ПОЛУЧЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ДАННЫХ С МОНИТОРА
МОЖЕТ ПРОИЗВОДИТЬСЯ АВТОМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
РАЗЛИЧНЫХ ШКАЛ СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТА**



ОКОНЧАТЕЛЬНОЕ ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЯ ОСТАЕТСЯ ЗА ВРАЧОМ, А ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ БУДЕТ ПОМОЩНИКОМ В СНИЖЕНИИ РИСКА ОШИБОК И НАГРУЗКИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ФОРМАЛЬНЫХ ДЕЙСТВИЙ

В отделении реанимации и интенсивной терапии

В этом отделении искусственный интеллект должен быть еще бóльшим помощником, так как комплекс всех диагностических показателей, как лабораторных, так и инструментальных, значительно шире, чем при проведении анестезиологического пособия. Для определения роли искусственного интеллекта можно выделить несколько этапов, в которых его роль будет неопределима.

На первом этапе, при поступлении в отделение реанимации, если пациент идентифицирован в ЕМИАС, то у врача — анестезиолога-реаниматолога есть возможность оперативно ознакомиться с анамнезом пациента с помощью его электронной медицинской карты, а также увидеть все выполненные ранее лабораторные и инструментальные методы исследования.

При получении результатов лабораторных исследований, данных с монитора пациента может производиться автоматический расчет показателей различных шкал состояния пациента, что необходимо для определения степени тяжести его состояния, в зависимости от основного заболевания и сопутствующей патологии, и принятия незамедлительных решений. Эта функция будет исключать непосредственное участие врача в анализе данных, введении их в каждую шкалу, что позволит увеличить время для оказания необходимой помощи пациенту. Уже при анализе показателей, полученных в результате оценки шкал состояний, при наличии необходимой базы искусственный интеллект будет рекомендовать принимать те или иные врачебные решения и на основе прогностических шкал оценивать состояние пациента.

При проведении искусственной вентиляции легких (ИВЛ) у пациентов с тяжелым поражением легких также найдется работа

для искусственного интеллекта. Анализируя данные с аппарата ИВЛ о механических свойствах легких и параметрах ИВЛ, лабораторные показатели респираторного статуса, искусственный интеллект может стать помощником в плане принятия врачебных решений.


При интегрировании в общую цифровую систему мониторов пациента, аппаратов ИВЛ, ЭКМО (экстракорпоральной мембранной оксигенации), почечно-заместительной терапии, автоматизированных систем инфузионной терапии, систем введения лекарственных препаратов значительно сократится время работы среднего медицинского персонала по внесению данных в историю болезни пациента.

При развитии системы искусственного интеллекта в фармакологии, внедрении базы фармпрепаратов откроется возможность их применения с точки зрения доказательной медицины, а также автоматического определения совместимости лекарств. Также возможно определение соответствия назначенной терапии клиническим рекомендациям.

В детской анестезиологии-реаниматологии при внедрении искусственного интеллекта необходимо учитывать возраст пациента, так как существуют анатомо-физиологические особенности, разные нормы лабораторных показателей в зависимости от возраста, применяемые дозы фармпрепаратов, ограничения или противопоказания и т. д. Горизонты применения искусственного интеллекта в медицине не ограничены, но необходимо отметить, что искусственный интеллект ориентирован на стандартного пациента, и окончательное принятие решения остается за врачом, а искусственный интеллект будет помощником в снижении риска ошибок и нагрузки при выполнении формальных действий. 

В детской анестезиологии-реаниматологии при внедрении искусственного интеллекта необходимо учитывать возрастные анатомо-физиологические особенности пациентов.

Искусственный интеллект в мировом здравоохранении. От начала до наших дней

 А. А. Головкова


 ГБУ «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы»



Фото: shutterstock

Слово «нейросеть» признано словом 2023 года по версии Института русского языка и справочно-информационного портала «Грамота.ру». Вторым по популярности, по оценке экспертов, стало слово «джипити» — GPT (Generative pre-trained transformer), то есть генеративный предобученный трансформер. Оба эти слова отражают тенденции и настрой общества на освоение искусственного интеллекта и его внедрение во все сферы жизни, в том числе в здравоохранение, где он уже нашел немало точек приложения.



Предпосылки и прообразы

Отцом-основателем искусственного интеллекта стал молодой талантливый математик, ассистент профессора в Дартмутском колледже (США) Джон Маккарти. В 1956 году он предложил своим коллегам организовать двухмесячный семинар для проведения мозгового штурма, который мог помочь найти более серьезное применение вычислительным ресурсам ЭВМ, а именно — разработать способ автоматического решения логических задач. На этом семинаре впервые прозвучало словосочетание «искусственный интеллект». А через несколько лет Маккарти создал язык программирования LISP (от англ. LISt Processing language — язык обработки списков), который до сих пор используется в машинном обучении¹.

В середине 60-х годов с помощью искусственного интеллекта в Стэнфордском университете была разработана экспертная система для идентификации топологических структур органических молекул, которая определяет молекулярную структуру химических веществ по данным масс-спектрометрии и ядерного магнитного резонанса². В середине 70-х годов сотрудники того же университета создали на основе машинного обучения экспертную систему для диагностирования

бактерий, вызывающих тяжелые инфекционные заболевания, такие как менингит, сепсис, а также для расчета необходимой дозы антибиотиков в зависимости от массы тела пациента. Чтобы получить результат, врачу нужно было ответить на ряд вопросов опросника, выбрав нужный ответ, предложенный системой³.

Само понятие «искусственный интеллект» появилось только в начале 1980-х годов. Его определение предложили ученые в области теории вычислений. Это область информатики, которая занимается разработкой интеллектуальных компьютерных систем, то есть систем, обладающих возможностями, которые мы традиционно связываем с человеческим разумом, — понимание языка, обучение, способность рассуждать, решать проблемы и т.д.

В середине 1980-х годов с развитием цифровизации заинтересованность в технологиях искусственного интеллекта, в том числе в решении медицинских задач, активно проявляет бизнес-сообщество, эта область получает неплохие денежные инвестиции. Но настоящему расцвету нейросетей, оказавшему существенное влияние на медицинскую науку и практику, суждено было произойти лишь через несколько десятилетий.



Джон Маккарти, американский информатик, автор термина «искусственный интеллект», изобретатель языка LISP

Век стартапов в информатизации медицины

Бурное развитие искусственный интеллект получил лишь в XXI веке со всеобщим распространением цифровых технологий и с появлением способных аккумулировать большие объемы информации серверных

хранилищ, благодаря чему стало возможным глубокое обучение нейросетей поиску закономерностей, на обнаружение которых у обычного человека могут уйти годы, а то и десятилетия⁴. >>>

¹ Первый древнейший: в чем уникальность языка программирования LISP// Блог компании СберПрограммирование. — 14 мар 2022. — URL: <https://habr.com/ru/companies/sberbank/articles/655509/>

² McCarthy J. Some expert system need common sense. — Stanford: Common Sense Group. — May 12 1996. — URL: <http://www-formal.stanford.edu/jmc/someneed/someneed.html>

³ Поряева Е. П., Евстафьева В. А. Искусственный интеллект в медицине// Вестник науки и образования. — № 6(60). — Часть 2. — 2019. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-v-meditsine-1/viewer>

⁴ Грицков И.О., Говоров А.В., Васильев А.О., Ходырева Л.А., Ширяев А.А., Пушкарь Д.Ю. Data Science — глубокое обучение нейросетей и их применение в здравоохранении // Здоровье мегаполиса. — 2021. — Т. 2. — № 2. — С. 109-115. doi: 10.47619/2713-2617.zm.2021.v2i2;109-115

У ПРИЛОЖЕНИЯ ПРИЯТНЫЙ ГОЛОС И СОЧУВСТВУЮЩИЕ ИНТОНАЦИИ. ОНО ИНТЕГРИРУЕТСЯ С ИИ-СИСТЕМОЙ, КОТОРАЯ АНАЛИЗИРУЕТ НАСТРОЕНИЕ И ПСИХИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПАЦИЕНТОВ

Так, используя технологии глубокого обучения, созданная в 2010 году лондонская IT-компания разработала для британской Национальной службы здравоохранения (NHS) медицинское приложение, IT-ассистент для врачей. На основе информации о пациенте оно выдает специалисту список рекомендаций, которые помогают поставить диагноз⁵. В ноябре 2018 года компания-разработчик вместе с этим проектом вошла в состав одного из мировых IT-гигантов — закономерный шаг, говорящий о том, что крупные мировые IT-компании усмотрели большое будущее в такого рода проектах.

Осенью 2016 года свой вариант медицинского помощника врача, чат-бот, которому поручался сбор анамнеза, представил китайский поисковик Baidu. В разговоре

с пациентом чат-бот выяснял важные для постановки диагноза детали: возраст, наличие хронических заболеваний, жалобы, симптомы, после этого шифровал информацию и передавал ее в единую базу медицинских данных, где она обрабатывалась по определенным алгоритмам на поиск соответствий и предлагала врачу для проверки и корректировки свой диагноз и план лечения. Создатели чат-бота ставили целью освободить медиков от рутинной работы и направить их энергию на решение более сложных задач. Подобные приложения позволяют снизить и существенный дефицит врачей и медсестер во всем мире, который насчитывал в то время, по оценке Всемирной организации здравоохранения, около 4 млн человек и с каждым годом становится только больше⁶.

Чат-боты совершенствуются с каждым годом и уже стали привычными

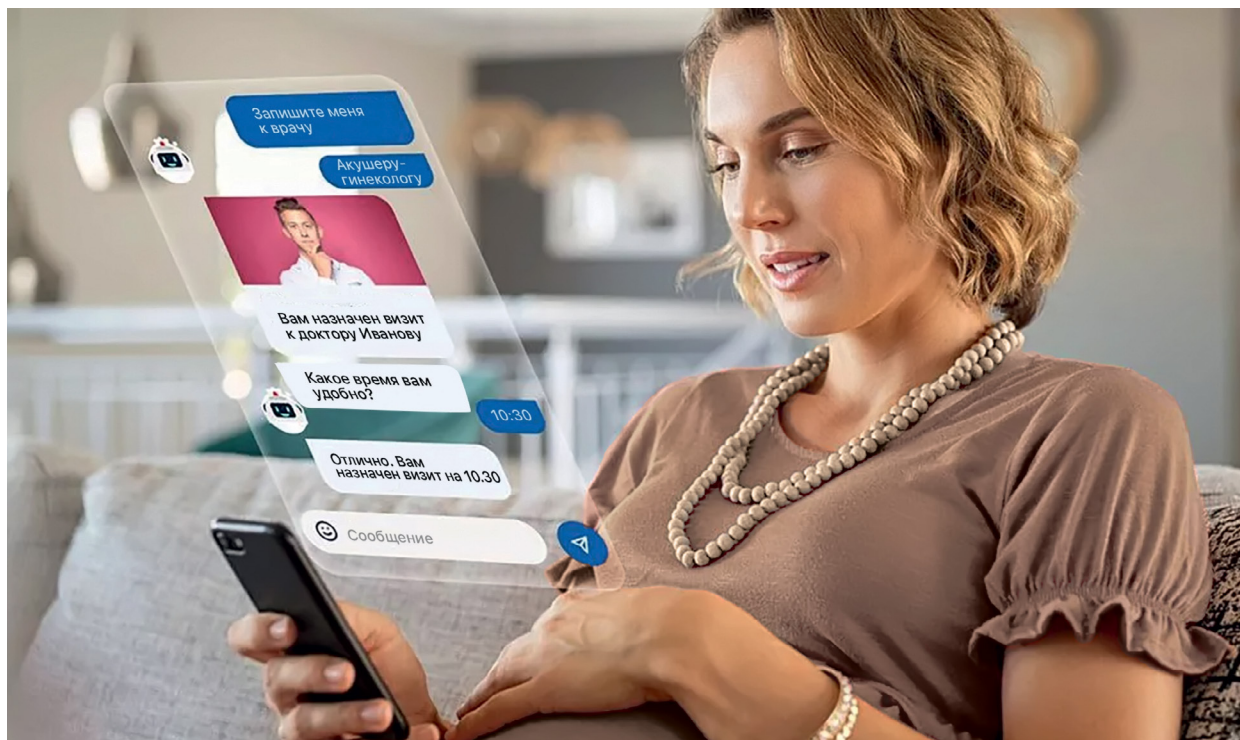


Иллюстрация: НИИОЗММ ДЗМ



Сервисы для пациентов — отчасти следствие дефицита медиков

Дефицит медицинского персонала даже в развитых странах стимулирует развитие искусственного интеллекта в здравоохранении. Так, в 2017 году британская компания запустила созданный на основе искусственного интеллекта телемедицинский сервис, который по симптомам определяет проблемы со здоровьем. По замыслу разработчиков сервис поможет людям действовать проактивно в отношении здоровья и избавит от необходимости лишней раз обращаться к врачу. В серьезных случаях он предлагает удаленную консультацию со специалистом при помощи обмена текстовыми сообщениями. Позже на этой основе разработали платформу поддержки принятия врачебных решений⁷.

Для людей, которые недавно серьезно переболели или имеют хронические заболевания,

в том же 2017 году группа специалистов из Сан-Франциско разработала приложение, которое в ежедневном режиме опрашивает пациента о его самочувствии. У приложения приятный голос и сочувствующие интонации. Оно интегрируется с ИИ-системой, которая анализирует настроение и психическое состояние пациентов. Кроме того, сервис собирает и анализирует данные со всех возможных IoT-устройств (IoT — Internet of Things — бытовые приборы, настроенные для управления через Интернет. — ред.), которые использует пациент. Вся информация оформляется в медицинскую запись и перенаправляется лечащему врачу. Разработчики подчеркивают, что приложение ни в коем случае не заменяет собой врача: это всего лишь технология, которая помогает доктору более эффективно выполнять свою работу⁸.

Приложения-ассистенты позволят снизить существенный дефицит врачей и медсестер во всем мире, который, по оценке Всемирной организации здравоохранения, с каждым годом становится только больше.

Первый блин — комом

В 2015 году американская компания IBM решила подключить свое детище, суперкомпьютер Watson, к решению задач здравоохранения. Специально созданное подразделение компании Watson Health организовало облачное хранилище, куда стекались данные с айфонов и носимых диагностических устройств для изучения воздействия широкого спектра частных факторов в разработке рекомендаций по лечению. На их основе искусственный интеллект сгенерировал алгоритмы, которые должны были повысить точность диагностики и эффективность лечения заболеваний. Специалисты

в первую очередь занялись применением искусственного интеллекта в области онкологии с прицелом на коммерциализацию проекта. В октябре 2016 года компания объявила, что приступает к использованию супервозможностей электронного мозга Watson для лечения онкозаболеваний среди сотрудников IBM и членов их семей. Однако в августе 2018 года при внедрении в клиническую практику суперкомпьютер не оправдал возложенных на него ожиданий, так как нередко выдавал неверные и небезопасные схемы лечения онкобольным. В результате десятки пациентов >>>

⁵ Vincent J. Google is absorbing DeepMind's health care unit to create an 'AI assistant for nurses and doctors. — The Verge. — Nov 13, 2018. — URL: <https://www.theverge.com/2018/11/13/18091774/google-deepmind-health-absorbing-streams-team-ai-assistant-nurse-doctor>

⁶ Самуилкина А. Baidu представила чатбота-врача. — Хайтек. — 12 окт 2016. — URL: <https://hightech.fm/2016/10/12/baidu-melody-medical-chatbot>

⁷ O'Hear S. Ada is an AI-powered doctor app and telemedicine service. — TechCrunch. — 19 Apr 2017. — URL: <https://techcrunch.com/2017/04/19/ada-health/>

⁸ Kolodny L. Virtual nurse app Sense.ly raises \$8 million from investors including the Mayo Clinic. — TechCrunch. — 14 Febr 2017 — URL: <https://techcrunch.com/2017/02/14/virtual-nurse-app-sense-ly-raises-8-million-from-investors-including-the-mayo-clinic/?ncid=rss>

вышли из этого проекта. Впоследствии выяснилось, что искусственный интеллект обучали не на реальных клинических данных, а на искусственно разработанных гипотетических примерах злокачественных заболеваний. Тем не менее компания не поставила крест на проекте, а продолжила обучать и совершенствовать искусственный интеллект в сотрудничестве с крупными клиниками страны⁹.

Также IBM продолжила начатое в октябре 2016 года партнерство с немецкой компанией, специализирующейся на выпуске

цифрового диагностического оборудования и другой медицинской техники, в рамках которого разработчики сервиса искусственного интеллекта получили доступ к медицинским данным. Сотрудничество этих компаний было направлено на помощь медицинским учреждениям в эффективном управлении потоками пациентов, а также на создание систем управления здоровьем населения Population Health Management (PHM), которые должны помочь в ведении людей с тяжелыми хроническими заболеваниями, в том числе требующими дорогостоящего лечения¹⁰.

Нейросети в роли предсказателя

В 2018 году объемом мирового рынка нейросетевых технологий в здравоохранении составил 1,4 млрд долл., по данным аналитической компании Zion Market Research, она же предсказала ежегодное увеличение этой цифры на 43,8 %.

Предчувствия не обманули представителей большого бизнеса: инвестиции в здравоохранение довольно быстро окупались и стали приносить дивиденды. В 2018 году объемом мирового рынка нейросетевых технологий в здравоохранении составил 1,4 млрд долл., по данным крупной аналитической компании, она же предсказала ежегодное увеличение этой цифры на 43,8 %. В том же 2018-м в разработке медицинских сервисов искусственного интеллекта принимали участие уже практически все крупнейшие IT-корпорации мира, которые обеспечили выход на новый уровень.

Разработками программ и обучением искусственного интеллекта занялись крупнейшие научные институты и клиники мира, что также дало свои результаты. Так, в апреле 2017 года был представлен сервис, способный предупредить об инфаркте миокарда по 22 критериям, таким как пол, возраст, уровень холестерина в крови, наличие заболеваний почек, артрита. Предсказания искусственного интеллекта оказались точнее, чем у докторов, которые руководствовались рекомендациями Американского колледжа кардиологии и Американской кардиологической ассоциации: точность от 74,5 до 76,4 %

против 72,8 %¹¹. А весной 2019 года американские разработчики представили сервис, который не только по косвенным признакам предсказывал приближающийся инфаркт, но и определял вклад различных факторов риска, приводящих к его развитию. Для обучения искусственного интеллекта они загрузили данные о 27 тыс. пациентов кардиологических отделений 38 больниц Китая — более 40 показателей: пол, возраст, вредные привычки, условия и образ жизни, сведения о заболеваниях и лекарственных препаратах, в том числе о статинах, антитромботических препаратах, бета-блокаторах, которые принимали больные¹².

В конце 2018 года британские ученые научили нейросети определять качество эмбрионов с удивительной точностью — в 97 %. Такой точностью предсказаний не может похвастаться ни один эмбриолог¹³. Это помогло повысить на 10–20 % результативность экстракорпорального оплодотворения.

Каждое такое открытие многократно укрепляло интерес к внедрению технологий искусственного интеллекта в практическую медицину и вдохновляло на поиски новых областей его применения.

ПРЕДСКАЗАНИЯ ИНФАРКТА МИОКАРДА, СДЕЛАННЫЕ ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ, ОКАЗАЛИСЬ ТОЧНЕЕ, ЧЕМ У ДОКТОРОВ: 76,4 % ПРОТИВ 72,8 %



Вклад в борьбу с пандемией

Пандемия COVID-19 не оставила в стороне разработчиков технологий искусственного разума, заставив всех консолидировать усилия по борьбе с коронавирусом. Так, в октябре 2020 года две IT-компании, работающие над применением искусственного интеллекта в медицине, создали алгоритм с открытым

исходным кодом, который был обучен на 30 тыс. подтвержденных рентгеновских снимках обнаруживать пневмонию и COVID-19, и бесплатно отдали ее для всеобщего пользования. Этот сервис очень помог разгрузить медиков в то тяжелое для всех время¹⁴.

Создана система, которая устанавливает диабет 2-го типа с точностью 89 % у женщин и 86 % у мужчин и может делать это удаленно, что проще и дешевле, чем анализ крови на гликированный гемоглобин или содержание глюкозы натощак.

Дистанционные скрининги: с нейросетями все возможно

Скрининговые программы — одна из наиболее востребованных сфер приложения искусственного интеллекта. И здесь работа ведется в самых разных направлениях, подчас приводя к совершенно удивительным открытиям. Оказывается, диагноз «диабет» можно поставить дистанционно.

Не так давно, в октябре 2023 года, канадские ученые из Технологического университета Онтарио отчитались о том, что им удалось обучить нейросети буквально за 6–10 секунд выявлять людей, больных диабетом 2-го типа, по едва различимым человеческим ухом вибрациям голоса, небольшим изменениям высоты тона. Для обучения искусственного интеллекта, которое проводилось в Индии, они записывали

в течение двух недель шесть раз в день голоса 267 человек. Из них 79 женщин и 113 мужчин не были диабетиками, у остальных 18 женщин и 57 мужчин был диагностирован диабет 2-го типа. В общей сложности сделано около 18 тыс. записей, в которых исследователи выявили 14 акустических различий между двумя группами людей — с диабетом и без него. Они подметили, что при диабете у женщин немного ниже тон голоса при меньшей вариативности интонаций, а у мужчин более слабый голос при большем тоновом разнообразии. Четыре наиболее явных различия легли в основу создания системы, которая устанавливает диабет 2-го типа с точностью 89 % у женщин и 86 % у мужчин, при этом может делать это удаленно¹⁵. Куда проще >>>

НЕЙРОСЕТИ СПОСОБНЫ БУКВАЛЬНО ЗА 6–10 СЕКУНД ВЫЯВЛЯТЬ ЛЮДЕЙ, БОЛЬНЫХ ДИАБЕТОМ 2-ГО ТИПА, ПО ЕДВА РАЗЛИЧИМЫМ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМ УХОМ ВИБРАЦИЯМ ГОЛОСА

⁹ Miliard M. IBM responds to recent Watson media coverage. — Healthcare IT News. — 14 Aug, 2018. — URL: <https://www.healthcareitnews.com/news/ibm-responds-recent-watson-media-coverage>

¹⁰ Alliance to enable providers worldwide to transform health through value-based healthcare. — Siemens Healthineers. — 10 Oct 2016. — URL: <https://www.siemens-healthineers.com/en-us/news/ibm-watson-alliance-10-11-2016.html>

¹¹ Weng S. F., Reys J., Kai J., Garibaldi J. M., Qureshi N. (2017) Can machine-learning improve cardiovascular risk prediction using routine clinical data? — PLOS ONE 12(4): e0174944. — URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174944>

¹² Wiggers K. AI predicts precursors to heart attacks. — VentureBeat. 5 Mar, 2019. — URL: <https://venturebeat.com/ai/ai-predicts-precursors-to-heart-attacks/>

¹³ Khosravi P., Kazemi E., Zhan Q. et al. Deep learning enables robust assessment and selection of human blastocysts after in vitro fertilization. — NPJ Digit. Med. 2, 21 (2019). — <https://doi.org/10.1038/s41746-019-0096-y>

► Специальные технологии позволят диагностировать у маленьких детей наследственные заболевания

Диагностика по фотографии редких наследственных заболеваний — еще одна область, где помощь компьютерного зрения неоценима. Идея создать сервис, который поможет врачам ставить такие диагнозы, появилась еще в 2011 году, когда была разработана система распознавания лиц и создатели искали возможности ее применения, в том числе и в медицине.



Фото: ГКБ № 67 им. Л. А. Ворохובה

и дешевле, чем анализ крови на гликированный гемоглобин или содержание глюкозы натощак!

Другая международная группа ученых из Вашингтонского университета в Сиэтле и Кенийского центра исследований респираторных заболеваний в Найроби обучает в настоящий момент тонкий компьютерный слух по характеру и частоте кашля определять легочную форму туберкулеза, отличая его от других респираторных заболеваний. Исследования продолжаются, но уже получены очень неплохие результаты. Даже трудно представить, насколько этот сервис в виде приложения для смартфона будет востребован в густонаселенных регионах с недостаточно развитой инфраструктурой здравоохранения и высокой распространенностью этого инфекционного заболевания. И насколько он дешевле флюорографии или посева мокроты, микробиологических методов диагностики¹⁶.

Еще одна команда исследователей — уже из Тайваня, из Мемориальной больницы Чунг

Хо Медицинского университета Гаосюна, поделилась предварительными результатами своей работы по созданию модели, способной обнаруживать у грудничков ранние признаки детского церебрального паралича. Алгоритм искусственного интеллекта создавался на основе 270 видеороликов 41 младенца из группы высокого риска, отснятых самими родителями. Система отслеживает 13 реперных точек на видео ребенка, на основании которых автоматически выявляет нарушения в движениях и возрастные задержки двигательной активности. В дальнейшем ее можно будет использовать для удаленного скрининга таких проблем на предмет раннего обнаружения патологий, что позволит вовремя приступить к лечению, улучшив прогноз таких детей¹⁷.

Диагностика по фотографии редких наследственных заболеваний — еще одна область, где помощь компьютерного зрения неоценима. Идея создать сервис, который поможет врачам ставить такие диагнозы, появилась

ГЛАВНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЭКСПЕРТЫ СВЯЗЫВАЮТ С ГЕНЕРАТИВНЫМ ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ, КОТОРЫЙ БУДЕТ НАЦЕЛЕН НА ГИПЕРПЕРСОНАЛИЗИРОВАННУЮ ПОМОЩЬ ПАЦИЕНТАМ



еще в 2011 году, когда была разработана система распознавания лиц и создатели искали возможности ее применения, в том числе и в медицине. В общении со специалистами они выяснили, что черепно-лицевые фенотипы высокоинформативны для диагностики врожденных генетических заболеваний. Так появилась самая полная на сегодня база данных лиц пациентов с редкими болезнями, предназначенная для анализа фенотипа и помощи

в постановке диагноза пациентам. Сегодня ею пользуются генетики из более чем 2000 медицинских центров в 130 странах мира. Они собирают, структурируют и анализируют сложные физиологические данные человека для получения актуальной и достоверной геномной информации. Добавление алгоритма фенотипа к лабораторному анализу генотипов образцов тканей пациентов серьезно улучшило результаты лабораторного анализа¹⁸.


Всемирная организация здравоохранения в 2023 году, признав многообещающими перспективы использования искусственного интеллекта в медицине, предложила руководителям региональных органов здравоохранения разработать технические и регуляторные механизмы, которые защитят информацию от кибервзломов.

Без врача? Проблема доверия и безопасности

В ноябре 2023 года в США был представлен проект модульных медицинских кабинетов, где прием ведет не врач, а чат-бот. Воспользоваться услугой можно будет людям, купившим подписку, ежемесячная стоимость которой — 99 долл. Кабинет-капсула открывается через приложение со смартфона, там установлен сенсорный монитор, с его помощью можно будет выбрать ту или иную диагностическую процедуру — от измерения давления и анализа крови, который берется одноразовой системой, до сканирования всего тела. Все данные передаются на IT-платформу, где с помощью искусственного интеллекта обрабатываются и подвергаются анализу. Результаты исследований абонент получает на смартфон. Такие кабинеты планируется установить в торговых центрах, офисных зданиях и других многолюдных местах¹⁹.

У одних экспертов эта новость вызвала воодушевление, других явно озадачила:

не слишком ли мы далеко зашли в наших отношениях с искусственным разумом? Опасения, что тотальное вторжение в медицину искусственного интеллекта приведет к утрате гуманистической составляющей этой сферы деятельности, действительно имеют под собой почву. Кроме того, возникают вопросы о защите конфиденциальных медицинских данных пациентов, а также проблемы с верификацией диагнозов, поставленных машиной.

В связи с этим Всемирная организация здравоохранения в 2023 году, признав многообещающими перспективы использования искусственного интеллекта в медицине, предложила руководителям региональных органов здравоохранения разработать технические и регуляторные механизмы, которые защитят информацию от кибервзломов, гарантируют использование качественных данных для корректного обучения машин, смогут защитить конфиденциальную информацию о пациентах²⁰. 

¹⁴ 2020: Announcement of Spline.ai — AI systems for processing X-ray pictures//URL: [https://tadviser.com/index.php/Product:Spline.ai_\(an_AI_system_for_processing_X-ray_pictures\)](https://tadviser.com/index.php/Product:Spline.ai_(an_AI_system_for_processing_X-ray_pictures))

¹⁵ Kaufman J. M., Thommandram A., Fossat Y. Acoustic Analysis and Prediction of Type 2 Diabetes Mellitus Using Smartphone-Recorded Voice Segments. — Mayo Clinic Proceedings: Digital Health. Open AccessPublished: October 17, 2023. — DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mcpdig.2023.08.005>

¹⁶ Sharma M., Nduba V., Njagi L. N., Murithi W., Mwongera Z., Hawn T. R., Patel S. N., Horne D. J. TBscreen: A passive cough classifier for tuberculosis screening with a controlled dataset. — Science Advances. — 3 Jan 2024 Vol 10, Issue 1. — DOI: [10.1126/sciadv.adi0282](https://doi.org/10.1126/sciadv.adi0282)

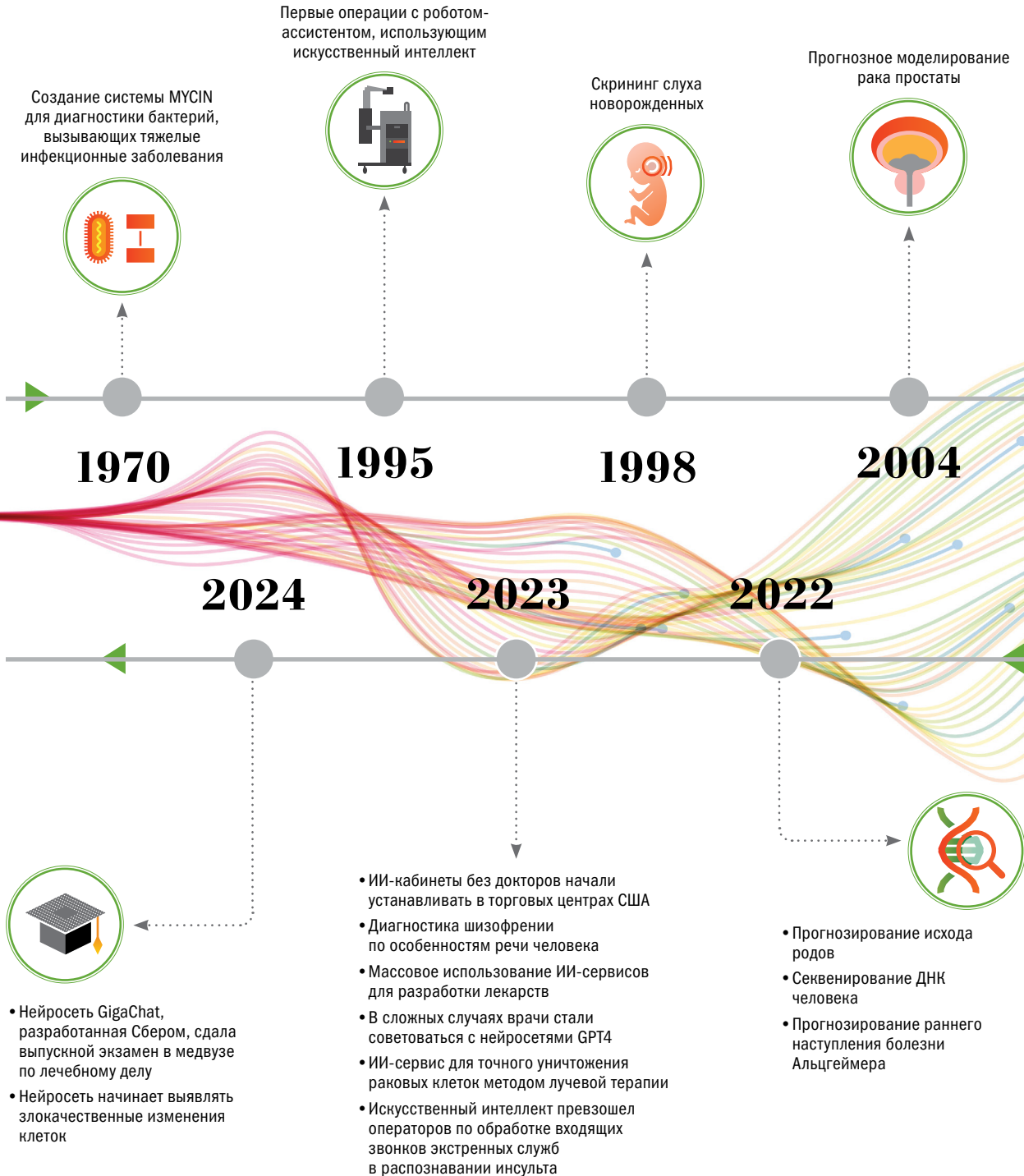
¹⁷ Chung H. W., Chang C. K., Huang T. H., Chen H. C., Chen H. L., Yang S. T. et al. Mobile Device-Based Video Screening for Infant Head Lag: An Exploratory Study. — Children (Basel) 2023;10(7):1239. — <https://doi.org/10.3390/children10071239>

¹⁸ Face 2 Gene. — URL: <https://www.face2gene.com/>

¹⁹ Dyrda L. — November 16, 2023The 'AI doctor's office' is coming to a city near you <https://www.beckershospitalreview.com/healthcare-information-technology/the-ai-doctors-office-is-coming-to-a-city-near-you.html>

²⁰ WHO releases AI ethics and governance guidance for large multi-modal models. — WHO. — 18 Jan 2024. — URL: <https://www.who.int/news/item/18-01-2024-who-releases-ai-ethics-and-governance-guidance-for-large-multi-modal-models>

ПОЛВЕКА ИСТОРИИ: ХРОНИКА РАЗВИТИЯ НЕЙРОСЕТЕЙ В МЕДИЦИНЕ





Анализ биожидкости в водной среде на основе спектроскопии инфракрасного диапазона



Определение редкого типа лейкоза на основе генетической информации о пациенте



• Обнаружение пяти биомаркеров, на которые могут быть нацелены новые лекарства при лечении глаукомы

• Эндоскопический аппарат с помощью искусственного интеллекта идентифицирует колоректальные аденомы во время колоноскопии

• Создано ИИ-устройство для удаленного контроля сна при помощи радиоволн

• Искусственный интеллект научили предсказывать инфаркт лучше докторов

• Высокочувствительный скрининг диабетической ретинопатии

• Представлен искусственный интеллект, повышающий успех ЭКО на 20 %

• Начало установки в Китае 4 тыс. будок с «ИИ-докторами», ставящими диагнозы за минуты

• Япония строит ИИ-больницы для решения проблемы нехватки врачей

• Предупреждение о падении артериального давления у пациента во время операции

• Распознавание меланомы (лучше врачей!)

• Поиск новых антибиотиков

2005

2016

2017

2018

2021

2020

2019



- Удаленный контроль состояния пациентов
- Диагностика глаукомы на ранних стадиях с точностью 97 %
- Выявление рака простаты во время обычных КТ-сканирований
- Определение вероятности развития рака легких по флюорографии и КТ
- Прогнозирование по КТ серьезных проблем с сердцем




- Массовая обработка лучевых исследований
- Поиск новых лекарств для лечения от рака и болезней сердца
- Прогнозирование рисков у беременных
- Выявление пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями по кишечной микрофлоре




- Прогнозирование эпилептических припадков
- Выявление генетических отклонений у новорожденных с помощью запрограммированной системы распознавания лиц
- Предсказание сердечного приступа
- Создание соединения, усиливающего действие вакцин

По данным www.tadviser.ru (Дата обращения 19.02.2024)

Искусственный интеллект: возможности, риски, программа действий

 Е. И. Медведева

 ГБУ «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы»

Для медицины искусственный интеллект имеет ряд важных преимуществ: он обеспечивает диагностику в 150 раз быстрее, чем человек, считывает результаты тестов, помогает подбирать наиболее эффективные лекарства. Однако наряду с достоинствами технологии искусственного интеллекта несут и определенные риски.

Системы искусственного интеллекта помогают эту потребность удовлетворить и преодолеть проблему несовместимости программного обеспечения различных клиник.

Возможности нейросетей

1. Информация о пациентах

Сегодня у пациента есть выбор, где получать медицинскую помощь. И он может одновременно проходить лечение в государственной клинике и частной, например, обращаясь за вторым мнением или с целью пройти то или иное исследование. Это поднимает вопрос об аккумулировании медицинской истории пациента в едином цифровом контуре. Системы искусственного интеллекта помогают эту потребность удовлетворить и преодолеть проблему несовместимости программного обеспечения различных клиник.

2. Медицинские изображения и диагностика

Искусственный интеллект уже широко используется в диагностике для анализа медицинских изображений, выявления заболеваний

и определения наиболее эффективного лечения. Например, случайные находки либо выявление в процессе рутинного скрининга онкологического заболевания на ранних стадиях, когда еще нет симптомов, подчас спасают жизнь человека. Искусственный интеллект может ставить диагноз намного оперативнее, количество ошибок уменьшается, снижается и стоимость обследования.

3. Мониторинг здоровья

Искусственный интеллект может быть использован для мониторинга пациентов, находящихся на диспансерном наблюдении, и даже прогнозировать развитие осложнений хронических заболеваний, что означает возможность предотвращения этих осложнений. Опробовано его применение



АНАЛИЗ СТРУКТУРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИИ СТАНОВИТСЯ **ОСНОВОЙ** ДЛЯ ПРИНЯТИЯ **ПОЛНОСТЬЮ** **ОБОСНОВАННЫХ** **РЕАЛЬНЫМИ** **ДАННЫМИ** **УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ** НА УРОВНЕ ВСЕЙ ПОПУЛЯЦИИ

для анализа сердечного ритма и артериального давления.

4. Разработка новых лекарств

Искусственный интеллект может быть использован для разработки новых лекарств как на этапе подбора молекул (это обеспечивается способностью обработки колоссального массива данных), так и для определения наиболее эффективных персонализированных методов лечения, в частности с помощью анализа генетических данных.

5. Виртуальные ассистенты

Виртуальные ассистенты уже помогают врачам в проведении консультаций и обучении пациентов. Например, виртуальный ассистент может использоваться для проведения онлайн-консультаций с пациентами

или для предоставления обучающих материалов о заболеваниях и методах лечения. Такие ассистенты могут напоминать врачам о предстоящей записи, контролировать расписание и регистрацию данных в медицинских картах. Также виртуальные ассистенты могут решать задачу проверки лекарственных взаимодействий при назначении новых препаратов. С другой стороны, виртуальный ассистент может использоваться и для напоминания пациентам о своевременном приеме лекарств.

6. Общественное здоровье

Обучение искусственного интеллекта на больших данных открывает большие возможности. Анализ структурированной информации становится основой для принятия полностью обоснованных реальными данными управленческих решений на уровне всей популяции.

Возникает множество вопросов: может ли искусственный интеллект брать на себя обязанности врачей, насколько хорошо защищена конфиденциальная информация пациентов? Современное законодательство не полностью подготовлено к такому прогрессу.

Очевидные риски

Радужные перспективы внедрения искусственного интеллекта в здравоохранение ставят новые задачи перед организаторами здравоохранения, поскольку чем больше новых возможностей искусственного интеллекта будет открываться и внедряться в практику, тем больше разного рода рисков может появляться. Возникает множество вопросов: может ли искусственный интеллект брать на себя обязанности врачей, насколько хорошо защищена конфиденциальная информация пациентов? Современное законодательство не полностью подготовлено к такому прогрессу. Сопоставим возможности и риски использования нейросетей в сфере здравоохранения¹.

Среди рисков можно выделить следующие:

- ограниченная точность — искусственный интеллект может допускать ошибки, если алгоритмы не были правильно настроены или обучены на недостаточном количестве данных;
- нарушение конфиденциальности — использование искусственного интеллекта может привести к утечке конфиденциальной информации, если система не была правильно защищена или данные пациента использовались не по назначению, были переданы третьим лицам без согласия пациента;
- недостаток этики — применение искусственного интеллекта может привести к некорректным решениям, если >>>

Перспективы внедрения искусственного интеллекта в здравоохранение ставят новые задачи перед организаторами здравоохранения.

¹ Аликперова Н. В. Искусственный интеллект в здравоохранении: риски и возможности // Здоровье мегаполиса. — 2023. — Т. 4, вып. 3. — С. 41–49. — DOI: 10.47619/2713-2617.zm.2023.v.4i3;41–49

ТРЕБУЕТСЯ ПОСТОЯННАЯ ОЦЕНКА РИСКОВ, ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ПОСТОЯННОЕ РАЗВИТИЕ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ

алгоритмы не учитывают этические аспекты. Использование искусственного интеллекта в здравоохранении требует высокого уровня доверия и ответственности со стороны разработчиков и пользователей. Необходимо убедиться, что искусственный интеллект применяется только в соответствии с этическими принципами и законодательством;

- вероятность ошибок — разработчики и пользователи искусственного интеллекта должны нести ответственность за ошибки, которые могут возникнуть при использовании искусственного интеллекта в здравоохранении. Сегодняшнее правовое поле имеет ряд пробелов, где слишком размыто регламентированы вопросы медицинского применения искусственного интеллекта.

Вызовы и решения


Внедрение технологий искусственного интеллекта в здравоохранение требует новых этических принципов и стандартов.

В целом внедрение искусственного интеллекта в здравоохранение может привести к значительным улучшениям в качестве медицинской помощи, но требует тщательного обдумывания и регулирования, чтобы минимизировать риски и максимизировать возможности.

Для этого важно принять ряд мер по всем направлениям рисков:

- 1) для устранения проблемы недостаточной точности при внедрении искусственного интеллекта необходимо тщательно готовить и структурировать данные, на которых будет обучаться нейросеть. Кроме того, необходимо проводить регулярную проверку и обновление алгоритмов, чтобы поддерживать их точность и актуальность;
- 2) нужна дополнительная подготовка медицинских работников для освоения новых технологий, в том числе с использованием искусственного интеллекта, а также понимание специалистом зоны ответственности и своих возможностей при применении этого инструмента;
- 3) для предотвращения нарушения конфиденциальности требуются особые меры безопасности:
 - защита данных — данные пациентов должны быть защищены с помощью современных методов шифрования и других технологий безопасности;

- согласие пациента — пациенты должны давать свое согласие на использование их данных в работе искусственного интеллекта и на то, как эти данные будут использоваться;
 - обучение персонала правильному использованию данных пациентов и соблюдению конфиденциальности;
 - регулярная проверка — алгоритмы искусственного интеллекта должны регулярно проверяться на наличие ошибок и нарушений конфиденциальности;
 - соблюдение законодательства о защите данных и конфиденциальности пациентов;
- 4) для учета этических аспектов при использовании искусственного интеллекта в здравоохранении необходимо проводить регулярные обсуждения и консультации с экспертами в области этики и законодательства, а также с пациентами и другими заинтересованными сторонами. Кроме того, следует разрабатывать соответствующие этические принципы и стандарты для внедрения технологий искусственного интеллекта в здравоохранение;
 - 5) совершенствование правового поля.

Таким образом, требуется постоянная оценка рисков, целесообразности использования и постоянное развитие систем безопасности применения новой технологии. 

Журнал «Московская медицина»

для профессионалов столичного
здравоохранения



100
ПОЛОС

интервью, обзоры,
лучшие клинические практи-
ки, материалы о новей-
ших методиках и ре-
зультатах работы

6

ВЫПУСКОВ В ГОД

60

ТЫС. ЭКЗ.

СОВОКУПНЫЙ ТИРАЖ

> 130

ТЫС. ЧЕЛ.

СОВОКУПНЫЙ ОХВАТ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ
АУДИТОРИИ

100 %

СПЕЦИАЛИСТОВ СИСТЕМЫ
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
МОСКВЫ

12+

Объединяем профессиональное медицинское сообщество Москвы:

- от ежедневных собственных конгрессно-выставочных мероприятий на крупнейшей в городе цифровой платформе
- до информационного сопровождения городских профессиональных форумов



nioz.ru



ДЕПАРТАМЕНТ
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
ГОРОДА МОСКВЫ



НИИ
ОРГАНИЗАЦИИ
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
И МЕДИЦИНСКОГО
МЕНЕДЖМЕНТА