Саратовский государственный университет имени М.Г.Чернышевского.

Факультет КНиИт.

**Тема: «Применение ИИ в биологии и медицине».**

Выполнил студент 151 группы Иванов Александр Владимирович.

Проверил к.ф-м.н., доцент

Машников В.В.

Саратов 2023г.

Содержание:

Введение………………………………………………………………………………………….3

Возможности искуственного интеллекта в медицине……………….3-4

Проведение хирургических операций…………………………………………5-6

Терапевтические назначения и лечение отдельных заболеваний.6

Диагностика заболеваний……………………………………………………………6-8

Уход за пациентами………………………………………………………………………..8

Использование нейросетей в современной биологии…………….8-10

Список литературы……………………………………………………………………….11

**Введение**

В последнее время искусственный интеллект (далее ИИ) активно развивается и применяется в различных сферах жизни человека. Его использование облегчает и автоматизирует решение задач, что помогает компаниям более продуктивно настраивать рабочий процесс. Искусственный интеллект очень прогрессивная и широко используемая технология, а на данный момент появляется все больше вариантов его применения, благодаря чему отрасль ИИ быстро совершенствуется и развивается. Но даже при таком прогрессе в развитии искусственного интеллекта, большое количество людей имеют достаточно поверхностные знания о том, что он из себя представляет. Итак, согласно определению американской компании по разработке программного обеспечения OracleCorporation: «искусственный интеллект – это система или машина, которая способна имитировать человеческое поведение для выполнения определенных задач и может постепенно обучаться, используя полученную информацию» [16, С. 1]. Укоренившись почти во всех сферах человеческой жизни, ИИ имеет невероятно большой потенциал становиться еще более полезным в области медицины.

Искусственный интеллект в задачах медицинской диагностики и назначения лечения использует всю доступную ему информацию, обрабатывает тысячи объектов в секунду, чего не может сделать человек. Например, учёные из Оксфорда добились наивысшей степени точности диагностики – разработанная ими нейросеть распознала злокачественные образования на коже в 95% случаев, в то время как группа опытных дерматологов из 53 человек – только в 88,9% [8].

Применение искусственного интеллекта в медицине требует от специалистов понимания междисциплинарных связей на стыке нескольких наук. Текущие программы подготовки бакалавров и магистров ведущих вузов РФ не ставят перед собой цель выпускать специалистов, которые были бы способны одновременно свободно ориентироваться как в вопросах медицины, так и в задачах применения искусственного интеллекта. Направления, на которых можно получить знания, отчасти касающиеся этих тем: «Биоинформатика», «Физика и нанобиотехнология», «Биоинженерия», «Структурная биология и биотехнология», «Биомедицинская инженерия». Для более динамического развития ИИ в области медицины требуется появление новых профессий, связанных с обеими областями.

**Возможности искусственного интеллекта в медицине**

Сегодня искусственный интеллект, хотя и является достаточно молодой технологией, умеет выполнять довольно различный спектр задач. Он без труда сопоставляет текущие и предыдущие исследования, автоматически находит патологии, ускоряя процесс постановки диагноза, оценивает и отслеживает состояние пациента, назначает индивидуальное лечение, помогает в выборе лекарственных препаратов, оптимизирует проведение клинических исследований. Искусственный интеллект справляется и с задачей физической помощи людям, к примеру, существует устройство под названием ActivityCompass, которое предназначено для максимальной ориентации больного в пространстве, даже если тот полностью потерял память [2]. На данный момент существует огромное множество систем, которые помогают медицине уже сейчас, автоматизируя конкретные процессы, а помимо этого, большое количество ИИ находится в тестировании и разработке. Применение искусственного интеллекта может помочь во многих областях медицины, таких как:

*Фармацевтика и фармакология.* Благодаря внедрению технологии искусственного интеллекта фармацевтическим компаниям удается сократить сроки разработки препаратов и клинических исследований, тем самым снизить затраты на выпуск новых лекарств [7]. Также, это способствует производству лекарственных средств с высоким уровнем качества, что сделает препараты более действенными с меньшим количеством побочных действий.

*Дерматология.* Исследование, которое было проведено группой ученых из разных стран показало, что нейронная сеть глубокого обучения может классифицировать кожные новообразования более эффективно, чем профессиональные дерматологи. С результатами данного исследования можно подробнее ознакомиться в журнале AnnalsofOncology [12], [4].

*Онкология.* В онкологии точный и своевременно поставленный диагноз — вопрос жизни и смерти для больного. Технологии искусственного интеллекта значительно повышают точность постановки диагнозов. Приведем пример: осенью 2018 года исследователи из больницы Сеульского национального университета и Медицинского колледжа разработали алгоритм искусственного интеллекта DLAD (DeepLearningbasedAutomaticDetection) для анализа рентгенограмм грудной клетки и выявления аномального роста клеток, таких как потенциальные раковые заболевания. Производительность алгоритма была сравнена с возможностями обнаружения нескольких врачей на одних и тех же изображениях и превзошла результаты 17 из 18 врачей [14].

*Генетика.* Компанией Google был разработан инструмент DeepVariant для анализа генетической информации [3]. Анализировать генетическую информацию и выявлять даже небольшие мутации очень важно, ведь это помогает превратить сложные данные в целостную картину полного генома. Анализ ДНК также представлен программами HumanLongevity, DeepGenomics и SophiaGenetics.

*УЗИ-обследования беременных.* На данный момент существует система ScanNav, помогающая выявлять у плода патологии, которые сложно или невозможно выявить другими средствами.

*Неврология.* Разработчики израильской компании MedyMatchTechnology, создали проект, который призван помочь правильно диагностировать инсульт, данная система сравнивает снимок мозга пациента с огромным количеством снимков других людей для выявления и подтверждения отклонений.

*Психотерапия и психиатрия.*Иногда людям гораздо легче выбрать виртуального помощника в решении проблемы со здоровьем, в частности психического, потому что пациентам проще поделиться с виртуальным помощником своими интимными проблемами, чем с живым человеком. В психотерапии это может повлиять на весь ход лечения, что очень важно. Существуют психотерапевты чат-боты, такие как Карим, Элли, Nema, Эмма, QuartetHealth, все они помогают человеку справиться с психологическими проблемами, диагностируя заболевание и предоставляя индивидуальную программу лечения [10]. Например, психотерапевт Элли был разработан для лечения людей, страдающих от посттравматического стрессового расстройства (ПТСР) и депрессии. Когда вы отвечаете на вопросы Элли, она слушает. Но программа не обрабатывает слова, она анализирует голос, а камера в мельчайших деталях отслеживает мимику.

**Проведение хирургических операций**

Уже в 2018 году было задействовано более 5 тысяч роботов, которые ассистировали хирургам более чем в 1 млн операций различной степени сложности. При этом создания полноценных роботов-хирургов в ближайших планах разработчиков пока нет, что вполне разумно, учитывая, какие ошибки порой может допускать ИИ (смотрите нашу предыдущую статью про беспилотные автомобили). А вот в качестве ассистентов роботы могут стать незаменимыми для специалистов и вполне способны улучшить статистику проведения многих операций. Особенно это касается такой области, как микрохирургия.

Хирургические роботы хорошо подходят для процедур, требующих одних и тех же повторяющихся действий, поскольку, в отличие от человека, роботы могут работать без устали. Кроме того, ИИ может выявлять закономерности в хирургических процедурах, чтобы повысить точность управления роботами до субмиллиметровых значений.

В качестве примера успешной работы роботов-ассистентов приведем исследование, в котором приняли участие 379 пациентов, перенесших ортопедические вмешательства, и было задействовано девять операционных. Исследование показало, что использование роботов с искусственным интеллектом в качестве ассистентов привело к пятикратному снижению осложнений по сравнению с операциями, выполняемыми хирургами в одиночку. В этой же статье указывается, что при правильном применении роботизированная хирургия с помощью ИИ также может обеспечить сокращение продолжительности пребывания пациентов в больнице после операции. Сократить это время можно на 21% в результате меньшего количества осложнений и ошибок в лечении, что даст ежегодную экономию в отрасли в размере 40 миллиардов долларов.

А в мае 2022 года ученые из американского Northwestern University представили свою новейшую разработку: крошечного робота-краба толщиной всего лишь 0,5 мм. Этот «малыш», разглядеть которого без специальной оптики практически нереально, способен не просто двигаться, но также крутиться на месте, подпрыгивать и даже ползать. Мини-крабик стал первым изобретением, о котором заговорили как о прототипе роботов будущего. Такие роботы будут способны ремонтировать что угодно: вспомните наноботов из различных компьютерных игр и фильмов — теперь это вряд ли покажется кому-то фантастикой. И при достаточном уровне ИИ эти маленькие помощники смогут под контролем хирурга проводить малоинвазивные процедуры, избавляя пациентов от закупорки артерий или даже от злокачественных новообразований. Перспективы диагностики последних, кстати, тоже стали выглядеть весьма радужно благодаря изобретению ученых из Бостонского университета, о котором мы расскажем ниже. А пока вернемся к нашему «малышу».

В конструкции крабика отсутствуют электросхемы — он выполнен из металлического сплава с хорошим эффектом памяти формы. Этот сплав имеет свойство изменять форму при нагреве, а при охлаждении принимает первоначальную. При этом материал, из которого изготовлен робот-краб, позволяет менять состояние достаточно часто для того, чтобы микроробот мог ходить и прыгать. Форму материала меняет лазерный луч, «уколы» которого в соответствующие точки на «теле» крабика заставляют последнего выполнять различные действия.

Как отмечает руководитель проекта Джон Роджерс, эта технология уже позволяет создавать роботов практически любого размера и формы: например, червяков, жуков и кузнечиков они с коллегами уже сделали. Интересно, что 4 года назад исследователи из Гарвардского университета представили робота-паука толщиной 1 см, для контроля которого использовались те же принципы управления состоянием материалов. При этом в Гарварде также подчеркивали, что целевой областью этой разработки является именно медицина.

Следующее изображение даст вам наглядное представление о том, какой миниатюризации удалось достичь ученым всего за несколько лет. Впрочем, миллиарды транзисторов в современных процессорах уже никого не удивляют, так почему же должен удивить полумиллиметровый робот-краб? Наверное, потому что он такой первый, представленный широкой общественности.

**Терапевтические назначения и лечение отдельных заболеваний**

В этой области методы искусственного интеллекта применяются, в частности, для решения проблемы ошибок в дозировке лекарств. И результаты показали, что искусственный интеллект может назначать дозировки более точно, чем терапевты, повышая эффективность лечения и попутно экономя значительные суммы для клиник.

Так, один из подходов, называемый параболическим персонализированным дозированием (PPD), основан на алгебраических уравнениях для связи фенотипа с концентрацией препарата (в исследовании рассматривались иммунодепрессанты). Путем исследования реакций пациента во время курса лечения по выведенному уравнению создается двумерная парабола, указывающая на следующую дозу, которую должен получить пациент. Подход PPD был протестирован на четырех пациентах, а затем его сравнили со стандартными методами терапии, когда лекарства назначались по рекомендации врача. Пациенты, лечение которых осуществлялось по PPD, выходили за пределы минимально необходимых дозировок реже и в течение более коротких периодов времени, чем контрольная группа под руководством терапевта, что позволяет предположить, что уравнение точнее предсказывает следующие дозы.

Подход PPD впервые был опробован в трансплантационной медицине, однако прогнозируется его широкое применение за пределами этой области, в том числе и обычными терапевтами. Дело в том, что параболическое персонализированное дозирование не зависит от механизма заболевания или выбора препарата и, таким образом, может определять оптимальные схемы лечения для многих типов пациентов. Например, применение PPD возможно и в тех случаях, когда пациент подвергается таким процедурам, как гемодиализ, которые могут препятствовать распределению лекарства в организме. Это возможно, поскольку парабола смещается по мере того, как добавляются новые лекарства или убираются уже не нужные, или когда пациент проходит дополнительные клинические процедуры.

**Диагностика заболеваний**

Чат-боты уже могут с высокой эффективностью помогать пациентам самостоятельно ставить диагноз, а также помогать в постановке диагноза и врачам. Например, ИИ компании Babylon Health предоставляет соответствующую информацию о здоровье на основе симптомов, описанных самим пациентом. Понятно, что симптомы могут быть описаны неверно или пациент может попытаться ввести ИИ в заблуждение умышленно. Поэтому в компании прямо заявляют, что их компьютерный ассистент не ставит диагноз. Это сделано для того, чтобы свести к минимуму юридическую ответственность компании, но в будущем мы наверняка увидим, как чат-боты будут ставить диагнозы по мере повышения точности их работы.

А на перспективы ИИ в Babylon Health смотрят оптимистично, заявляя, что они уже доказали эффективность своего ИИ в первичной медико-санитарной помощи, а также смогли создать такую систему искусственного интеллекта для медицины, которая не является «черным ящиком». Это отличает их, например, от Alphabet, материнской компании Google, представители которой еще сравнительно недавно заявляли о том, что до сих пор не знают, что конкретно изучают их модели машинного обучения, о чём мы писали в статье, посвященной LLM. И пока сложно сказать, насколько они продвинулись в понимании алгоритмов работы своих программ глубокого обучения. А вот исследователи из Babylon Health продвинулись совершенно точно.

Также современные ИИ решают проблемы приоритизации и медицинской сортировки. Рекомендации на основе глубокого анализа данных поступающих пациентов для обеспечения точной приоритизации и медицинской сортировки ИИ дает очень быстро в режиме реального времени. Наиболее известные решения для этих целей предлагает Enlitic. ИИ Enlitic Curie сканирует поступающих пациентов, обрабатывая множество клинических данных (в том числе учитываются и старые диагностические карты) и определяя приоритет на лечение, после чего сразу же направляет больных к наиболее подходящему врачу. Трудно переоценить пользу этих алгоритмов, исключающих из анализа человеческий фактор, ведь после того как они будут усовершенствованы, они помогут спасти тысячи жизней. Стоит рассказать и о новом алгоритме ИИ, который поможет диагностировать рак легких. Много лет человечество проигрывало борьбу с онкологическими заболеваниями, которые ежегодно убивают около 10 миллионов человек по всему миру. Одной из самых страшных форм онкологии является рак легких, распознавание которого на ранних стадиях и до сих пор является для ученых сложнейшей задачей. Но весьма вероятно, что справиться с этим человеку поможет искусственный интеллект.

Исследователи из Бостонского университета разработали ИИ, который долгое время обучался на полноформатных фотографиях легочных тканей пациентов (размеры таких изображений составляют обычно более 1 Гб, что делает их анализ человеком крайне сложным). ИИ на примере фото обучали распознавать аденокарциному легкого, плоскоклеточный рак легкого и соседнюю не раковую ткань. Результаты обучения оказались положительными: алгоритм смог продемонстрировать более высокую эффективность, чем другие современные методы распознавания патологий на полноформатных слайдах.

На данный момент новый алгоритм планируется внедрить в помощь патологоанатомам, однако при успешном внедрении возможности ИИ могут быть расширены, ведь главное — научиться диагностировать опасные заболевания на самых ранних стадиях, пока сохраняются высокие шансы на полноценное излечение.

Существуют и компании, специализирующиеся на разработке ИИ-продуктов для ранней диагностики различных заболеваний. Они позволяют анализировать хронические состояния, используя лабораторные и другие медицинские данные, чтобы выявлять опасные болезни как можно раньше. Так, программное обеспечение от Ezra использует ИИ при анализе МРТ-сканов всего тела, чтобы помочь специалистам в раннем выявлении рака. Их слоган говорит сам за себя: «Мы обнаружили самую большую слабость рака — раннее обнаружение». С помощью алгоритмов, разработанных командой Erza, удалось выявить рак на ранней стадии у 13% людей, обследовавшихся при помощи этого ПО. И это большой успех, ведь согласно статистике, раннее выявление онкологии обеспечивает 80% выживаемость по сравнению с менее чем 20% при обнаружении рака на поздних стадиях.

SkinVision — компания, занимающаяся диагностикой рака кожи на основе медицинской визуализации, то есть диагностикой по фото. ИИ, разработанный командой SkinVision, позволяет обнаруживать рак кожи на ранней стадии по фотографиям, сделанным на телефон. Умные алгоритмы после исследования очередного фото просигнализируют о том, если с кожей что-то не так. Таким образом, пациент сможет вовремя обратиться в клинику за помощью. Медицинская визуализация на основе ИИ также широко используется для диагностики ОРВИ и выявления пациентов, которым требуется клиническая поддержка. Например, китайская компания Huiying Medical разработала решение для медицинской визуализации на основе искусственного интеллекта с точностью определения пневмонии 96%, что позволит спасти драгоценные часы для своевременного лечения.

**Уход за пациентами**

Системы ИИ уже нашли широкое применение и в этой сфере. Например, компания Wellframe предоставляет мобильное ПО Medicare, разработанное специально для сиделок и медсестер. Ряд клинических модулей, разработанных на основе доказательной медицины, позволяет специалистам по уходу за пациентами находить индивидуальный подход к каждому. При этом приложение существенно облегчает жизнь не только сиделкам, но и не выходящим из дома пациентам, которые могут пользоваться им самостоятельно. В функции Medicare входят напоминания о приеме лекарств, возможность оперативных консультаций с различными специалистами, подбор полезной медицинской литературы и многое другое.

А в Positronic разработали перспективное решение в области глубокого обучения, которое точно предсказывает возможный исход, прежде чем пациент попытается покинуть палату. Это позволяет улучшать профилактику заболеваний и осложнений в больницах и домах престарелых. На главной странице сайта компании на самом видном месте красуются гордые цифры: более 3,7 Пб обработанных данных, более 67 миллионов сделанных прогнозов и почти 19 тысяч сэкономленных часов. Тестируемые возможности тоже впечатляют: определение патологий по снимкам, открытие новых лекарств, обучение алгоритмов с целью улучшения профилактических возможностей ИИ.

**Использование нейросетей в современной биологии**

В далёком-далёком прошлом наших предков интересовала биология на макроуровне; это было изучение всего живого, что можно увидеть вокруг невооруженным глазом: птицы, насекомые, растения и прочее, прочее. Это было время описательной биологии. Люди описывали буквально все, что видели: лист зелёный, на нём есть жилки, тут он овальный, тут какой-то пальчатый…  
  
Затем, с течением времени, у людей появлялись новые знания, они наслаивались друг на друга, да и технический прогресс не стоял на месте. Люди постепенно стали отходить от макроуровня, переходя на более «маленькие» уровни, которые уже нельзя изучить, имея в наличии только хорошее зрение. Кох, Пастер, Виноградский и многие другие привнесли в мир знания о микроорганизмах, и изучение биологии перешло на клеточный уровень. Людей всё больше интересовали источники болезней, брожение, возможности использования микроскопических организмов, особенности клеток своего организма. После Уотсоном и Криком Франклин была открыта структура ДНК, что стало фурором и настоящим прорывом для науки. Это был своеобразный скачок от клеточного уровня к молекулярному. И в настоящее время биология совсем не такая, как была в самом начале, и даже не такая, какой была лет 30-40 назад. В разы усложнилось оборудование, усовершенствовались инструменты и методы исследования, зачастую необходимо обладать компетенциями в нескольких областях, чтобы провести действительно качественный эксперимент. Вдобавок ко всему, вместе с “миниатюризацией” биологии, данных с одного исследования становится все больше — это и расшифровка последовательности генов и их функций, оценка уровня экспрессии и многое другое. И их настолько много, что исследователь не может провести анализ самостоятельно, без помощи техники. И вот в биологию приходит айтишный термин «Big Data».  
  
До сих пор нет конкретных рамок, показывающих переход от «просто данных» к «большим». Можно только отметить, что данные разнородны, причём часть из них может быть некорректной, часть — неполной, а многие из них просто-напросто повторяются. И такие массивы данных необходимо эффективно и быстро обрабатывать. Под обработкой имеется в виду получение новой информации, новых знаний. Одним из самых простых и ярких примеров Big Data может быть секвенированный (расшифрованный) геном человека. Для сравнения: число пользователей телеграма составляет 700 миллионов, в то время как число пар нуклеотидов в человеке — порядка 3 миллиардов.  
  
Накопление таких больших массивов данных ставит перед современной биологией задачу эффективной обработки цифровой информации с максимальной автоматизацией и оптимизацией, и тем самым уменьшение влияния человеческого фактора. Вдобавок, по сравнению с прошлым веком, сейчас каждый год идёт не плавное накопление новой биологической информации, а целый её наплыв стремительными темпами. Получается своеобразная лавина, которая попросту не успевает преобразовываться в новые знания. Последние двадцать-тридцать лет развиваются методы искусственного интеллекта (ИИ), особенно на слуху машинное обучение и одно из его направлений — искусственные нейронные сети.  
  
Однако никто не забывал и о математических методах анализа. Имеется в виду математический и статистический анализ с помощью языков программирования. В биологии популярны R и Питон, т.к. они достаточно просты в освоении и для них написано большое количество библиотек для статистического анализа и визуализации. И тут стоит понять следующее: для одних опытов (да, с большим массивом данных) приемлемее и выгоднее использовать математические методы, для других — удобнее и быстрее использовать компьютерное зрение.  
  
В частности, когда невозможно оценить все корреляции ввиду их огромного количества, когда процесс слишком трудоёмок или же когда данные не поддаются нормальной аппроксимации, выгоднее использовать машинное обучение. Просто потому, что человек не всегда может оценить и заметить мельчайшие взаимосвязи и детали эксперимента. Или может, но к этому придётся идти путём огромного количества проб и ошибок, что неудобно и невыгодно. Очевидно, что в некоторых ситуациях нет принципиальности в выборе метода и всё будет упираться только в желание и знания исследователя(ей).  
  
Никто не отменял также анализ той или иной информации при помощи вручную задаваемых исследователями правил. Например, программа не самостоятельно сделала вывод о комплементарности нуклеотидов (взаимном соответствии молекул в ДНК/РНК), это правило задал человек. Появилась возможность подсчитать результаты транскрипции или репликации с помощью компьютерных вычислительных ресурсов, смоделировать результат трансляции белка и так далее (иными словами, получить информацию из анализа молекулярных данных, которая в дальнейшем может обрабатываться ещё детальнее).  
  
Естественно, такие правила могут вырастать в целые деревья, и они могут ложиться в основу классификации (например, как в случае решающих деревьев), однако, как показывает практика, правила придуманные человеком, ограничены его собственной фантазией. В свою очередь подходы Deep Learning не имеют такого недостатка, из-за чего они и нашли настолько глубокое применение практически во всех сферах нашей жизни, в том числе и в экспериментальной

биологии.  
  
В биологии нейросети применяются достаточно обширно, наравне с компьютерным статистическим анализом и анализом с помощью условий. Например, для глубокого анализа изображений и физиологических закономерностей при цифровом фенотипировании (определении особенностей внешних характеристик), для исследования геномов и траскриптомов (результатов перевода генома в РНК), изучении структуры белков, липидов и других органических молекул клеток, предсказании поведения молекул при адресной доставке лекарств, эффективность таргетной терапии и многое другое.

Список литературы:

1. Эрик Тополь. **«Искусственный интеллект в медицине: как умные технологии меняют подход к лечению.»**
2. **Н.Нильсон . «Принципы искуственного интеллекта. »**
3. <https://habr.com/ru>
4. <https://webiomed.ru/blog/top-11-mirovykh-bestsellerov-po-tsifrovomu-zdravookhraneniiu/>
5. <https://research-journal.org/>
6. <https://cs.hse.ru/>