

**Частное образовательное учреждение  
«Первая народная школа»**

**Проект  
по медицинской информатике и биоинформатике  
ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ И  
БИОИНЖЕНЕРИИ**

**Выполнила  
ученица 11 класса  
Шерняева Мария Алексеевна**

2024 год

Содержание

<b>Введение .....</b>	<b>2</b>
<b>Глава 1 .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1. Внутренняя работа Искусственного Интеллекта и его составляющих .....</b>	<b>5</b>
<b>1.2. Применение цифровых технологий в медицине и биоинженерии.....</b>	<b>9</b>
<b>1.3. Мнения ученых теоретиков и главная концепция книги Эрика Тополя “Цифровые технологии в медицине: как умные технологии меняют подход к лечению” .....</b>	<b>14</b>
<b>Глава 2 .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.Интервью с Ильей Кировым .....</b>	<b>17</b>
<b>2.2.Интервью с Андреем Кином.....</b>	<b>19</b>
<b>Заключение .....</b>	<b>21</b>
<b>Список литературы .....</b>	<b>23</b>

## Введение

Для начала, давайте определим, что такое медицинская информатика и биоинформатика, а также в чем заключаются их различия. Медицинская информатика и биоинформатика – это две различные по своей функциональности области, но при этом они тесно связаны между собой. Медицинская информатика – это сфера информационных технологий, которые работают с техническим оборудованием, поставляемым учреждениям здравоохранения. А, вот, с биоинформатикой все гораздо интереснее: биоинформатика – это область изучения биологического программирования, аспектов, как генетических, так и биологических данных (живой органики) .

**Целью** данной работы является анализ того, как цифровые технологии влияют на современную медицину. Например: как искусственный интеллект может повлиять на обнаружение патологических процессов и заболеваний. Одну из теорий мы рассмотрим в книге Эрика Тополя «Искусственный интеллект в медицине: как умные технологии меняют подход к лечению». Далее, я буду использовать и другую подобного рода литературу.

Я считаю, что **актуальность** этого проекта заключается в том, что развитие современной медицины строится на цифровых технологиях. Технологии - неотъемлемая часть жизни, а медицина жизненно необходимая область их применения. На цифровых технологиях строится делопроизводство современной медицины. Но сфера цифровых технологий развивается, а вместе с ней и медицина. В данной работе я хочу показать, а также проанализировать, как:

1. Цифровые технологии влияют на медицину и биоинженерию в данный момент времени.
2. Цифровые технологии повлияют на дальнейшее развитие медицины и биоинженерии (естественно, гипотетически).

Каким образом это отражается на:

-Каждом пациенте

-Социуме

-Общем развитие человеческого общества.

Для достижения поставленной цели мы решим следующие **задачи**:

1. Проанализируем, как цифровые технологии влияют на современную медицину.
2. Изучим, какие цифровые технологии и программы работают в сфере медицине.
3. Узнаем, какой они вносят вклад в развитие медицины.
4. Основываясь на данных о уже изученных технологиях, которые присутствуют на данный момент, определим, какая будет медицина в ближайшие 5 лет (более дальний анализ будет невозможен, так как развитие медицины через 10-15 лет непредсказуемо).

Для исследования данного вопроса я буду использовать использовать определенные **методы**, которые, в свою очередь, делят данный проект на теоретическую и эмпирическую части.

К теоретической части я могу отнести:

1. Анализ ученых – теоретиков на предмет изучения разных точек зрения дальнейшего развития медицины и биоинженерии.
2. Синтез из составленных аналитических вариантов развития медицины и биоинженерии с внедрением новых цифровых технологий.
3. Конкретизацию, которая покажет, как цифровые технологии работают в сфере медицины и биоинженерии.
4. Вывод, на основе информации теоретической части.

Для эмпирической части я буду использовать:

1. Сравнение, а точнее, сравнение нескольких актуальных на сегодняшний день теорий.
2. Интервьюирование (данным методом исследования вопроса я покажу – как рассуждают на эту тему ученые, работающие в сфере

биоинженерии и медицины, а также IT-специалисты, работающие в сфере разработки различных цифровых технологий).

3. Вывод, основанный на информации эмпирической части.

**Гипотеза исследования:** в данном проекте я буду раскрывать несколько гипотез.

Первая гипотеза заключается в анализе развития медицины с внедрением AI (искусственного интеллекта) «Как внедрение AI (искусственного интеллекта) повлияет на диагностику заболеваний и патологических процессов».

Вторая гипотеза заключается в анализе развития биоинформатики и генетических исследований, «Как цифровые и современные технологии влияют на развитие гена и его функций».

**Объект исследования** — Медицина и геновая инженерия, а также сферы их развития.

**Предмет исследования** — Цифровые и современные технологии, а также их влияние в сфере медицины и биоинженерии.

**Результатом работы** будет являться полноценный анализ всего вопроса, план гипотетического развития медицины и биоинженерии, анализ мнений ученых и IT-специалистов.

## Глава 1

### 1.1. Внутренняя работа Искусственного Интеллекта и его составляющих

Введение в мир цифровых технологий в медицине представляет собой захватывающее и многогранное исследование, которое охватывает широкий спектр аспектов, от внедрения новых инструментов и методов до их воздействия на качество медицинского обслуживания и взаимодействия между пациентами и медицинскими работниками. В последние десятилетия наблюдается стремительное развитие технологий, что в свою очередь кардинально меняет подходы к диагностике, лечению и профилактике заболеваний. Цифровые технологии, такие как: электронные медицинские записи, телемедицина, искусственный интеллект и большие данные (Big Data), становятся неотъемлемой частью современного здравоохранения, открывая новые горизонты для улучшения качества жизни пациентов и повышения эффективности работы медицинских учреждений.

Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, внедрение цифровых технологий в медицину может существенно повысить доступность и качество медицинских услуг, особенно в удаленных и труднодоступных регионах. Электронные медицинские записи позволяют сократить время на обработку информации, улучшить координацию между различными специалистами и снизить вероятность ошибок при назначении лечения. Это, в свою очередь, способствует более точной и быстрой диагностике заболеваний, что критически важно в условиях, когда время играет решающую роль в спасении жизни пациентов.

Искусственный интеллект и машинное обучение открывают новые возможности для анализа больших объемов медицинских данных. Эти технологии способны выявлять закономерности и предсказывать развитие заболеваний на ранних стадиях, что значительно повышает шансы на успешное лечение. Например, алгоритмы могут анализировать результаты медицинских исследований, такие как рентгеновские снимки или МРТ, и

выявлять отклонения, которые могут быть незаметны врачу. Это не только облегчает работу медицинского персонала, но и позволяет повысить точность диагностики, что в свою очередь может спасти жизни.

Что из себя представляет нейронная сеть? Как она работает? И какие основные компоненты в ней содержатся? Какой вклад может принести в медицину и биоинженерию уже в ближайшем будущем? Об этом и будем поговорить в данной главе.

Нейронная сеть - это математическая модель, которая состоит из соединений и взаимодействий между собой узлов, называемых нейронами. Она имитирует работу человеческого мозга, способную обучаться на основе данных. Нейронная сеть состоит из множества нейронов, как и человеческий мозг, которые соединены между собой. Каждый нейрон принимает входные данные, обрабатывает их и передает результат следующему нейрону. Что касается самой структуры нейронной сети, то она может быть различной в зависимости от задачи и архитектуры сети. Однако, общая структура нейронной сети включает в себя входной слой, скрытые слои и выходной слой. Входной слой принимает на вход данные, скрытые слои обрабатывают эти данные, а выходной слой выдает результат работы сети. Количество скрытых слоев и количество нейронов в каждом слое также может варьироваться в зависимости от задачи и архитектуры сети. Большое влияние на развитие нейронных сетей имеет машинное и глубокое обучение.

Машинное обучение (Machine Learning) - это подраздел искусственного интеллекта, который изучает методы построения моделей на основе данных. Модели машинного обучения используются для прогнозирования, классификации, кластеризации и других задач анализа данных. Особенно популярные виды обучения: с учителем и без.

Обучение с учителем (Supervised Learning) - это вид машинного обучения, при котором алгоритму предоставляется набор данных, включающий в себя входные параметры и соответствующие им выходные значения. Алгоритм должен научиться предсказывать выходные значения на

основе входных параметров. В медицинской диагностике обучение с учителем может использоваться для прогнозирования заболеваний по клиническим данным или анализу медицинских изображений.

Обучение без учителя (Unsupervised Learning) - это метод машинного обучения, при котором модель извлекает структуру из набора данных без пометок или разметки. В медицинской диагностике это может быть полезно для выявления скрытых паттернов или кластеров в больших объемах клинических данных.

Глубокое обучение (Deep Learning) - это специфическая техника машинного обучения, использующая нейронные сети с большим количеством слоев для извлечения более сложных иерархических представлений данных. Глубокое обучение показало потенциал в анализе больших объемов медицинских изображений, дополнительной диагностике и прогнозировании течения заболеваний.

Глубокое обучение - это подраздел машинного обучения, который моделирует высокоуровневые абстракции данных с помощью многократного применения обработки информации через слои. Оно использует нейронные сети с большим количеством слоев (обычно более трех), что позволяет ей эффективно извлекать признаки из данных. Структура глубокого обучения включает в себя несколько уровней абстракции, начиная от простых функций до более сложных концепций. Эти уровни формируют иерархическую структуру, которая помогает нейронной сети автоматически извлекать признаки и делать выводы из данных.

Глубокое обучение имеет значительное влияние на медицину. Например, оно может использоваться для автоматической интерпретации медицинских изображений, таких как рентгеновские снимки или СТ-сканы. Также глубокое обучение может быть использовано для анализа больших объемов клинических данных, для поиска закономерностей в диагностике и лечении различных заболеваний.



В целом, глубокое обучение предоставляет новые возможности для развития инновационных методов диагностики и лечения в медицине благодаря своей способности эффективно работать с большим объемом данных и выделять сложные закономерности.

Для распознавания любых изображений, образов машинное обучение имеет два мощнейших инструмента - это метод опорных векторов (SVM) и сверточные нейронные сети (CNN).

Метод опорных векторов (SVM) - это алгоритм, который используется для задач классификации и регрессии. Он основан на идее поиска оптимальной гиперплоскости, которая разделяет данные разных классов в пространстве признаков. Основная идея SVM заключается в том, чтобы найти гиперплоскость, которая максимально разделяет два класса данных. Гиперплоскость определяется таким образом, чтобы расстояние от нее до ближайших точек каждого класса (называемых опорными векторами) было максимальным. Это позволяет SVM быть устойчивым к выбросам и обобщать хорошо на новые данные.

Сверточные нейронные сети (CNN) - это тип нейронных сетей, которые широко используются для анализа и обработки изображений. Они основаны на идее свертки, которая позволяет автоматически извлекать важные признаки из входных данных. Основная особенность CNN заключается в использовании сверточных слоев, которые применяют фильтры к входным данным для выделения различных признаков. Затем следуют слои объединения (пулинга), которые уменьшают размерность данных и сохраняют наиболее значимые признаки. После этого следуют полносвязные слои, которые выполняют классификацию или регрессию на основе извлеченных признаков.

Данные два типа алгоритмов позволяют автоматически распознавать объекты на медицинских изображениях, такие как опухоли или другие патологические изменения.

## 1.2. Применение цифровых технологий в медицине и биоинженерии.

В современном мире много направлений и траекторий, в которых цифровые технологии имеют большое значение. В медицине и биоинженерии цифровые технологии закладывают основу развития. Есть тысячи примеров, о которых можно рассказать, но я затрону несколько из них, это:

- телемедицина;
- биоинженерия и тканевая инженерия;
- применение робототехники и автоматизации в хирургии.

Начнем с телемедицины. Телемедицина представляет собой использование цифровых технологий для оказания медицинских услуг на расстоянии. Это включает в себя использование интернета, мобильных приложений, видеосвязи и других средств для диагностики, консультаций, лечения и мониторинга пациентов без необходимости физического присутствия врача и пациента - в одном месте. Работа телемедицины строится на трех основных принципах:

- дистанционная консультация и диагностика;
- мониторинг состояния пациента;
- образовательные ресурсы.

*Дистанционная консультация и диагностика:* врачи с помощью видеосвязи могут проводить онлайн консультации, делать предварительные диагнозы основываясь на результатах анализов, а также назначать лечение.

*Мониторинг состояния:* пациенты могут использовать носимые устройства (например, умные часы или датчики) для сбора данных о своем здоровье, которые впоследствии передаются врачам для анализа и мониторинга.

*Образовательные ресурсы:* телемедицинские платформы могут предоставлять своим пациентам и медицинским работникам доступ к образовательным материалам и ресурсам для повышения медицинских знаний. Какой вклад может внести? Во-первых: это повышает доступность и удобство - телемедицина позволяет обслуживать пациентов в удаленных и

труднодоступных районах, а также тех, кто по каким-либо причинам не может легко посещать медицинские учреждения. Во-вторых, это эффективность и сокращение затрат: телемедицина дает возможность быстрого консультирования и диагностики, а также сокращает время ожидания и затраты на поездки в клиники. В-третьих: интеграция и развитие медицинских услуг, так как телемедицина способствует развитию междисциплинарных подходов и обмену медицинскими знаниями и опытом на международном уровне. В целом, телемедицина является важным направлением современной медицины, которое не только улучшает доступ к медицинским услугам, но и повышает их эффективность и качество.

Теперь поговорим о биоинженерии и тканевой инженерии. Мир биоинженерии и тканевой инженерии обширный и, в большей степени основывается на цифровых технологиях. К примеру, 3D-печать и биопечать.

3D-печать и биопечать представляют собой передовые технологии, которые революционизируют область тканевой инженерии. Эти методы позволяют создавать трехмерные структуры из различных материалов, включая биологически совместимые полимеры и клетки, что открывает новые возможности для создания тканей и органов, адаптированных к специфическим потребностям пациентов. Примеры создания биологически совместимых тканей и органов с помощью 3D-печати:

1. Кожные ткани: Использование 3D-печати для создания кожных покровов, которые могут быть применены для лечения ожогов или хирургических ранений.

2. Костные структуры: Печать биосовместимых костных имплантатов, которые могут интегрироваться с реальными костными тканями пациента и способствовать их заживлению.

3. Сосудистые ткани: Создание искусственных сосудистых структур, которые могут использоваться для восстановления кровообращения в поврежденных тканях.

4. Органы: Исследования направлены на создание функциональных органов, таких как сердце, почки, печень и другие, с использованием биопечати клеток и биоразлагаемых материалов.

В чем заключаются преимущества использования 3D-печати и биопечати в тканевой инженерии?

1. Индивидуализация и персонализация, то есть возможность создания тканей и органов, адаптированных к уникальным потребностям конкретного пациента.

2. Уменьшение рисков отторжения, так как использование клеток самого пациента для создания биологически совместимых тканей и органов снижает вероятность отторжения.

3. Сокращение сроков ожидания, так как возможность быстрого производства и постановки индивидуальных имплантов и тканей.

4. И, конечно, это исследовательский потенциал: 3D-печати и биопечати позволяют исследователям тестировать новые материалы и методики, способствуя дальнейшему развитию медицинской науки.

Но, несмотря на все преимущества использования 3D-печати и биопечати, у этого направления есть и свои вызовы. Во-первых: точность и качество, для того чтобы созданные сложные биологические структуры могли правильно функционировать, требуется высокая точность в их создании. Во-вторых: этические и юридические аспекты, создается необходимость разработки правил и стандартов для обеспечения безопасности и этичности использования технологий в медицине. В-третьих: стоимость и доступность, то есть вопросы экономической эффективности и доступности технологий для широкого круга пациентов.

В январе этого 2024 года была проведена первая в мире операция биопечати с помощью роботизированной руки. Операция была проведена совместно со специалистами из Института Биомедицинской Инженерии НИТУ МИСИС во главе директора института Ф. С. Сенатова в Главном Военном Клиническом Госпитале им. академика Н. Н. Бурденко. Во время

операции использовался биопринтер, состоящий из роборуки, системы биопечати и компьютерного зрения. У пациента была обширная рана в области плеча и лопатки. Для проведения операции хирург забрал из костного мозга собственные клетки пациента, после чего клетки смешали с гидрогелем на основе коллагена, который способствует регенерации тканей. Далее, вещество поместили в шприц для биопринтера. Сам биопринтер был размещен на конце роботизированной руки.

Технологии 3D-печати и биопечати представляют значительный прогресс в тканевой инженерии, открывая новые горизонты для создания индивидуализированных медицинских решений. Несмотря на вызовы, с которыми они сталкиваются, потенциал этих технологий для улучшения качества жизни пациентов и продвижения медицинской науки огромен. И главную роль в это всем играет именно цифровые технологии.

Далее, мы рассмотрим применение робототехники и автоматизации в хирургии. Что такое вообще робототехника? Робототехника в медицине представляет собой применение роботов и автоматизированных систем для выполнения хирургических процедур и других медицинских операций. Эти технологии позволяют хирургам выполнять сложные операции с высокой точностью и контролем, что может улучшить результаты лечения пациентов. Одним из ключевых преимуществ робототехники в медицине является возможность минимизировать ошибки, связанные с человеческим фактором, такие как дрожь рук хирурга или усталость. Роботы могут обеспечить стабильность и точность движений, что особенно важно при проведении деликатных операций. Помимо хирургии, роботы также могут использоваться для диагностики и образования, для управления лекарствами и реабилитацией. Роботы используются для выполнения различных задач, например, выполнения диагностических процедур, таких как прецизионная биопсия. Роботы могут обучать студентов и медицинских специалистов. Роботы могут помогать в управлении приема лекарств и восстановлении функций пациента после травм или операций. Резюмируя

вышеперечисленные факторы применения робототехники в медицине и биоинженерии, выявлены следующие преимущества:

- точность и доступность, так как роботы обеспечивают высокую степень точности при выполнении хирургических манипуляций, что минимизирует риск ошибки и повышает успешность операций.

- минимальная инвазивность: многие процедуры, выполненные с помощью роботов, являются минимально инвазивными, что в свою очередь опять сокращает риски, так как инфекция, ускоряет восстановление и снижает боль для пациентов.

- развитие новых методик, использование робототехники стимулирует разработку новых медицинских технологий и методик, что способствует прогрессу в области хирургии и медицины в целом.

Но, несмотря на все преимущества, как и у других направлений, у робототехники и автоматизированной хирургии есть и свои вызовы, в первую очередь, это высокие затраты, а также этические вопросы и вопросы безопасности. Робототехнические системы требуют значительных инвестиций в оборудование и обучение персонала, что может создать финансовые барьеры для распространения технологий. И необходимо строгое соблюдение этических норм и стандартов безопасности при использовании роботизированных систем в медицине.

И всё-таки, робототехника в медицине представляет собой важный инструмент, способствующий совершенствованию медицинской практики и повышению качества жизни пациентов. Её применение продолжает расширяться, открывая новые перспективы для современной медицины.

Мы рассмотрели три примера применения цифровых технологий в медицине и биоинженерии - это: телемедицина, биоинженерия и тканевая инженерия, и применение робототехники и автоматизации в хирургии.

И основываясь на этих примерах, мы можем увидеть, что важную роль в развитии данных направлений играют именно цифровые технологии.

### **1.3 Мнения ученых теоретиков и главная концепция книги Эрика Тополя “Цифровые технологии в медицине: как умные технологии меняют подход к лечению”**

Эрик Тополь - это американский ученый или, как его иногда называют, “рок-звезда” науки. Основатель и директор Исследовательского трансляционного института Скриппса, профессор молекулярной медицины, кардиолог и исполнительный вице-президент Scripps Research, а также он, является одним из 10 самых цитируемых исследователей из научных деятелей в медицине. Э. Тополь - один из основоположников теории о том, что будущее медицины стоит именно за искусственным интеллектом. Его книга "Цифровые технологии в медицине: как умные технологии меняют подход к лечению" рассказывает о том, как современные цифровые технологии, в первую очередь, искусственный интеллект, анализ данных и мобильные приложения меняют область медицины. Автор делится примерами использования новых технологий в диагностике, лечении и управлении здоровьем пациентов. Книга подчеркивает потенциал цифровых инноваций для улучшения качества здравоохранения и предоставления персонализированной медицинской помощи. Также автор подчеркивает, что внедрение ИИ в медицинскую практику поможет врачам избежать ошибок; по его мнению, опасения, что ИИ заменит человека, необоснованны. Настоящий контакт между врачом и пациентом требует эмпатии, которой у машин нет. В своей книге Э. Тополь закладывает понятие о том, что ИИ может служить как второе мнение, а не полностью заменить специалиста. Описывая все преимущества ИИ в медицине, Эрик также показывает своему читателю и другую сторону: «Точная медицина оцифровывает нас, чтобы получить богатые, глубокие данные о каждом человеке. Это позволяет разработать более эффективные методы профилактики, скрининга и лечения. Некоторые из этих данных будут действительно полезными. Но некоторые из них будут лишними, приведут к ненужным обследованиям и беспокойству. Но это не значит, что этим не нужно заниматься». Исходя из написанного в

его книги, мы можем наглядно увидеть, что основа развития медицины в 21 веке напрямую зависит от цифровых технологий.

Теперь мы рассмотрим другую научно-исследовательскую работу, которая также показывает, что цифровые технологии, являются фундаментом современной медицины. Статья “Проблемы и перспективы внедрения искусственного интеллекта в медицине”, авторами, которой являются Евгения Александровна Васюта и Татьяна Валентиновна Подольская. В статье описывается период пандемии Covid-19 и за основу вопроса об улучшении ситуации и помощи сферы здравоохранения, берут внедрение искусственного интеллекта. Также в данном исследовании рассматривается обзор и других цифровых технологий и их применение. Изучив все сложившиеся вызовы здравоохранения, автор утверждает, что именно внедрение искусственного интеллекта может решить множество вопросов, которые уже сложились. “Искусственный интеллект (ИИ) может стать одним из наиболее эффективных технологических инструментов, способных трансформировать формат оказания лечебно-оздоровительных и медицинских услуг, решая целый ряд глобально значимых вызовов развития мирового здравоохранения.” Какие же вызовы может решить внедрение ИИ в сферу здравоохранения, по мнению авторов?

1. Во-первых: диагностика и визуализация изображений, а впоследствии и заболевания, то есть детальная расшифровка медицинских изображений, например, рентген снимков, с целью дополнительного мнения от алгоритмов.

2. Как и первом примере, это поддержка при решении вопроса и дополнительное мнение для врача, со стороны “умных” алгоритмов. Но, несмотря на дополнительное мнение, итоговое решение зависит от медицинского специалиста.

3. Создание и тестирование новых формул. То есть, сокращение плохих результатов и издержек, за счет того, что ИИ помогает и создает многие из этих формул.



4. Прогнозирование появления и распространения новых пандемий, исходя из исторических событий, опыта и различных статистик.

В работе присутствует множество примеров из разных стран, как внедрение ИИ в медицину способствует её улучшению и развитию. Например, в Абу-Даби Департаментом здравоохранения была открыта лаборатория ИИ именно в области медицины, в Дубае Департамент здравоохранения поддержал инициативу “умных” аптек. Но, мне больше всего запомнилось проект, который был реализован в России: в процессе сотрудничества ЦИТП (Центр Информационных Технологий в Проектировании) РАН и МГМУ им. И. М. Сеченова, было создано и уже протестировано программное обеспечение, которое выявляет у пациента на ранней стадии, болезнь Альцгеймера. И проведя тестирование, результат работы оказался положительным, тестирование показало, что умный алгоритм способен выявить атрофию у пациентов в более 90%.

Изучив данные исследовательские работы: книгу Эрика Тополя, а также научную статью Е. А. Васюты и Т. В. Подольской, мы убедились, что мнения ученых совпадают, в том, что неотъемлемой частью современной медицины является именно внедрение цифровых технологий. Но несмотря, на то что у внедрения есть свои плюсы, у него есть и свои минусы, поэтому главная задача специалиста создать именно такие условия, чтобы численность этих минусов сократилось. И главный аспект, который фигурирует в представленных работах - это человечность, то есть несмотря на все изменения в медицине, биоинженерии, необходимо опираться именно на человеческий фактор: мнения, решения и эмоциональные взаимодействия.

## Глава 2

### 2.1 Интервью и Ильей Кировым

Илья Владимирович Киров - заведующий лабораторией системной геномики и мобиломики растений МФТИ, кандидат биологических наук, PhD. Его сфера деятельности - это мобильные элементы генома. Его лаборатория реализует научные проекты, направленные на исследование эволюции и биологии мобилома, особенностей новых инсерций и их эффекта на транскриптомный и эпигеномный уровни. “Мы разрабатываем биоинформатические алгоритмы и молекулярные методы для поиска новых инсерций, изучения транскрипции мобильных элементов в нормальных и стрессовых условиях, а также идентификации транспозиционно активных мобильных элементов растений. Полученные знания мы применяем для разработки новых методов управления и активации мобилома растений с целью расширения генетического и фенотипического разнообразия сельскохозяйственных растений.” - говорит ученый.

- **Какие цифровые технологии используются в современной генетике и селекции?**

- На данный вопрос однозначно ответить сложно, так как вся биология очень цифровизирована. То есть, если раньше, этак лет 40 назад, проводя банальные реакции, например, реакции на водяной бане, записывали все в блокнотик, ведь у всех были специальные тетради, в которых была по крупницам собрана информация, потом был период, когда все фотографировали, этого я не застал. В общем, цифровизация лет 30-40 назад была на таком очень плохом уровне, что можно сказать: ее практически не было. Сейчас цифровизация в биологии является неотъемлемой, например, взамен бумажного блокнота есть умные журналы, в которых присутствует и электронная запись информации, и хранение тех же снимков. Например, наши студенты из лаборатории ведут записи во время работы, которые впоследствии заносятся в общую компьютерную систему. Это позволяет нам видеть прогресс работы наших ребят, также они видят работу других. Теперь

поговорим об оборудовании. Оборудование именно цифровое, а не механическое, это наше всё! Биология – это одна из самых дорогих и самых прогрессивных наук. Поэтому здесь нет ни одной области, где бы вы не задействовали то или иное электронное оборудование с интерфейсом. Самый актуальный пример применения цифровых технологий - это биоинформатика. Что она делает? Она обрабатывает данные.

**- Какие вызовы и проблемы возникают при использовании цифровых и современных технологий в генетике и селекции?**

- На самом деле вызовов очень много, но в плане цифровизации - это большие данные. Их большое количество, нужны новые алгоритмы, новое оборудование, новые сервера уже более емкие, новые необычные решения. И, конечно же присутствие искусственного интеллекта, который умеет эти данные обрабатывать, облегчает многие задачи, например, умение предсказывать заболевание основываясь на уже существующих данных, таких как ДНК.

**- Как вы считаете, какие направления развития цифровых технологий в генетике можно предвидеть в будущем, с вашей точки зрения?**

- Это в первую очередь - предсказания, на основе больших данных. Предсказания фенотипов растений. Предсказание взаимодействий молекул. Предсказание развития заболеваний, если мы говорим про медицину. То есть, такие предсказательные вещи, которые нам необходимы. Различные решения автоматизации работы.

## 2.2. Интервью с Андреем Кином

Андрей Игоревич Кин - инженер-программист, преподаватель курса “Web-программирование: с нуля до первых проектов” Томского Государственного Университета.

**- Как вы считаете, какова роль и значение облачных технологий в развитии медицинской сферы?**

- Это очень удобно, когда у каждого человека есть профиль в сети интернет, через который можно записаться на прием в любое время. Это явно лучше, когда человек из дома ставит себе свободное время, а не стоит на стойке регистрации по несколько часов чтобы взять талончик. Помимо этого, есть же ИИ, который может позволить принимать решение о диагнозе. Сами недавно занимался машинным обучением и писал нейросеть для определения диагноза по движению рук. Думаю, если я смог написать такое, то само разработчики, которые этим занимаются каждый день, продвинулись на несколько шагов вперед и это, безусловно, очень положительно сказывается на сфере медицины

**- Как обеспечивается безопасность и конфиденциальность медицинских данных при использовании цифровых технологий?**

- Существует множество вариантов шифрования данных, которые сейчас без "ключей шифрования" взломать не представляется возможным. Можно использовать их. Самое страшное в цифровой системе - человек, который может отдать ключи шифрования, не задумываясь о том, что это такое.

**- Как цифровая трансформация влияет на взаимодействие между пациентами и медицинским персоналом?**

- Положительно. Думаю, в большинстве больниц стоят компьютеры с необходимым программным обеспечением, в котором в режиме реального времени отображается время приема и ФИО пациента. Помимо этого, все данные о приеме могут храниться в компьютере и сам документ о приеме можно отправить на электронную почту, дублируя

материальный документ. Помимо этого, врач может сразу назначить доп обследование у других врачей или назначить повторный прием, при этом человеку не нужно вновь стоять у регистрации.

- **Как технологии искусственного интеллекта применяются для диагностики и прогнозирования заболеваний?**

- Как я уже писал выше, я не занимаюсь искусственным интеллектом и машинным обучением, но как кейс смог реализовать нейросеть, которая позволяет определить диагноз человека по движению рук. Обычно, для этого используют входную таблицу данных, в которой перечислены различные свойства, присущие тому или иному диагнозу и большая выборка из людей, для которых этот диагноз определялся. На основе этой выборки происходит обучение и нейросеть почти так же, как человек, принимает решение и ставит диагноз. Да, нейросети пока не идеальны и ошибка при определении диагнозов пока выше, чем у людей, но прогресс не стоит на месте и в будущем это поменяется.

## Заключение

В ходе исследования, проведенного в рамках данной работы, была проанализирована роль цифровых технологий в современном медицинском обслуживании, их влияние на качество и доступность медицинских услуг, а также перспективы их дальнейшего развития. Цифровизация медицины становится неотъемлемой частью здравоохранения, открывая новые горизонты для диагностики, лечения и профилактики заболеваний.

В первой главе работы были рассмотрены основные аспекты внедрения цифровых технологий в медицинскую практику, биоинженерию и здравоохранения. Мы проанализировали, как работает телемедицина, что такое 3D-печать и биопечать, применение автоматизации и робототехники в хирургии, а также, как искусственный интеллект (ИИ) трансформируют подходы к лечению и управлению здоровьем. Телемедицина, открывает новые возможности для пациентов, особенно в отдаленных и труднодоступных регионах. Возможность получения консультаций врачей через видеосвязь или обмен сообщений позволяет существенно сократить время ожидания и повысить доступность медицинской помощи. Это также снижает нагрузку на медицинские учреждения и позволяет специалистам более эффективно распределять свое время. 3D-печать и биопечать представляют собой прорывные технологии в тканевой инженерии, позволяя создавать индивидуализированные имплантаты, органические структуры и даже целые органы. Эти методы способствуют высокому уровню персонализации медицинских решений, уменьшая риск отторжения и улучшая результаты лечения. Автоматизация и робототехника в хирургии значительно повышают точность и эффективность операций. Роботизированные системы позволяют хирургам выполнять сложные вмешательства с минимальным воздействием и лучше контролем, что ведет к сокращению времени восстановления и повышению безопасности пациента.

Во второй главе мы провели интервью, которые подтверждают мое мнение, а также поставленную цель данной работы. Исходя из всей работы,

мы можем сказать, в итоге, что, интеграция цифровых технологий, включая ИИ в медицину и биоинженерию, открывает новые горизонты для улучшения здравоохранения. Несмотря на существующие вызовы, такие как этические вопросы, необходимость в обучении специалистов и капиталовложения, потенциал для улучшения качества жизни пациентов и повышения эффективности медицинских услуг является огромным. Переход к более умным и адаптивным системам в здравоохранении уже начался, и в ближайшие годы мы можем ожидать ещё более значительных изменений и достижений в этой области.

## Список использованной литературы и дополнительных источников

1. Эрик Тополь “Искусственный интеллект в медицине. Как умные технологии меняют подход к лечению” - [https://bookmate.ru/books/f37H7n2V?username=b5999912062&utm\\_source=direct\\_link&utm\\_medium=referral&utm\\_content=web&utm\\_campaign=users\\_referral](https://bookmate.ru/books/f37H7n2V?username=b5999912062&utm_source=direct_link&utm_medium=referral&utm_content=web&utm_campaign=users_referral)
2. Клушко Н.С., Сироткина Н.В. ОСНОВНЫЕ ТРЕНДЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ // Организатор производства. 2021. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-trendy-tsifrovoy-transformatsii-farmatsevticheskoy-otrasli> (дата обращения: 13.08.2024).
3. Васюта Евгения Александровна, Подольская Татьяна Валентиновна ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В МЕДИЦИНЕ // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки . 2022. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-perspektivy-vnedreniya-iskusstvennog-o-intellekta-v-meditsine> (дата обращения: 13.08.2024).
4. <https://biomed-mipt.ru/kirov>
5. <https://ria.ru/20240122/nauka-1922314175.html>
6. <https://djvu.online/file/dDN01JlyxbP9t>
7. ИВВ - “Максимизируйте эффективность машинного обучения. Полное руководство по информационной системе”  
[https://bookmate.ru/books/FeZwIjL5?utm\\_referrer=yandex.ru](https://bookmate.ru/books/FeZwIjL5?utm_referrer=yandex.ru)
8. [https://aicomb.ru/mashinnoe-i-glubokoe-obuchenie/nejronnye\\_seti\\_v\\_mashinnom\\_obuchenii/](https://aicomb.ru/mashinnoe-i-glubokoe-obuchenie/nejronnye_seti_v_mashinnom_obuchenii/)
9. <https://www.forbes.ru/forbeslife/462103-rok-zvezda-nauki-kak-kardiolog-erik-topol-menaet-mirovuu-medicinu>