



Сибирский государственный  
медицинский университет

И.В. Толмачев  
И.С. Каверина  
М.О. Плешков  
А.А. Шавлохова  
Н.Н. Равочкин  
А.В. Бутина  
Н.Н. Мещерякова  
В.А. Галицкая  
Н.В. Лаптев 0 1 0  
В.В. Лаптев

аналитический доклад

# ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В МЕДИЦИНЕ И ЗДРАВООХРАНЕНИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России)

# ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В МЕДИЦИНЕ И ЗДРАВООХРАНЕНИИ

Аналитический доклад

ТОМСК  
Издательство СибГМУ  
2022

УДК 61:004.8  
ББК 5+32.813  
И 868

Авторский коллектив:

Толмачев И.В., Каверина И.С., Плешков М.О., Шавлохова А.А., Равочкин Н.Н.,  
Бутина А.В., Мещерякова Н.Н., Галицкая В.А., Лаптев Н.В., Лаптев В.В.

**И 868** Искусственный интеллект в медицине и здравоохранении: аналитический доклад / И.В. Толмачев, И.С. Каверина, М.О. Плешков [и др]. – Томск: Изд-во СибГМУ, 2022. – 94 с.

ISBN978-5-98591-164-0

Доклад освещает исследование по анализу применения методов искусственного интеллекта в медицине и здравоохранении. Результаты работы позволяют понять в каких областях медицины и здравоохранения применение методов искусственного интеллекта является наиболее перспективным и быстрореализуемым. Также в докладе представлены результаты проведения теоретической реконструкции основных механизмов, фундамирующих взаимоотношение человека и искусственного интеллекта, что в параллель подтверждалось проводимыми социологическими исследованиями в отношении взаимодействия: «пациент-цифровизация», «врач-цифровизация».

Данный аналитический доклад представляет интерес для специалистов в области искусственного интеллекта, которые рассматривают возможности и направления применения методов искусственного интеллекта в медицине и здравоохранении.

УДК 61:004.8  
ББК 5+32.813

ISBN 978-5-98591-164-0  
DOI 10.20538/978-5-98591-164-0

©Толмачев И.В., Каверина И.С., Плешков М.О.,  
Шавлохова А.А., Равочкин Н.Н., Бутина А.В.,  
Мещерякова Н.Н., Галицкая В.А., Лаптев Н.В.,  
Лаптев В.В., 2022  
© Макет издательства СибГМУ, 2022

---

## ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО

---



Толмачев Иван Владиславович,  
Ведущий научный сотрудник научно-образовательной лаборатории  
«Бионические цифровые платформы»  
ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России

Искусственный интеллект, еще полвека назад казавшийся фантастикой, прочно входит в нашу повседневную жизнь. Кажется, куда бы мы ни посмотрели, везде можно увидеть его присутствие, начиная с голосовых помощников: Алиса, Сири, Гугл, использования чат-ботов, поиска оптимального маршрута движения до предотвращения мошеннических действий с банковскими данными клиентов и даже беспилотных автомобилей. Начав активно развиваться в таких областях как автоматизация производств, финансы, со временем системы искусственного интеллекта распространились повсеместно. И сегодня мы уже видим результаты внедрения систем искусственного интеллекта в медицину и здравоохранение.

Активная работа сотрудников СибГМУ в рамках реализации стратегического проекта «Бионические цифровые платформы», ставшего возможным благодаря программе «Приоритет-2030», направлена, в том числе, на разработку решений в области создания систем искусственного интеллекта. Подобная работа была бы невозможна без проведения аналитического исследования в указанной области. С результатами данного исследования предлагается ознакомиться читателю.

Настоящий аналитический обзор представляет собой описание тенденций применения и развития в области искусственного интеллекта в медицине и здравоохранении, преобладающих на мировом и российском рынках с указанием компаний-разработчиков, включая описание разрабатываемых в данной области решений стратегического проекта «Бионические цифровые платформы» СибГМУ. Описанию проблем, встающих на пути активного внедрения систем искусственного интеллекта в практическую деятельность врачей, посвящена отдельная глава. Также читатели могут ознакомиться с собственными исследованиями в области проблематики взаимодействия пациентов и врачей в условиях цифровизации и искусственного интеллекта.

Основываясь на результатах проведенной аналитической работы, можно с уверенностью сделать вывод, что будущее здравоохранения и будущее искусственного интеллекта тесно взаимосвязаны.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Определения, обозначения и сокращения.....	7
ВВЕДЕНИЕ.....	8
Глава 1. ХАРАКТЕРИСТИКА НАПРАВЛЕНИЯ «БИОНИЧЕСКИЕ ЦИФРОВЫЕ ПЛАТФОРМЫ».....	9
1.1. Общая характеристика стратегического проекта «Бионические цифровые платформы» .....	9
1.2. Направления деятельности стратегического проекта «Бионические цифровые платформы» в области искусственного интеллекта .....	10
1.3. Потенциал развития стратегического проекта «Бионические цифровые платформы» в области искусственного интеллекта .....	18
Заключение по главе 1 .....	19
Глава 2. КЛЮЧЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В МЕДИЦИНЕ И ЗДРАВООХРАНЕНИИ.....	21
2.1. Как стратегический проект «Бионические цифровые платформы» решает ключевые проблемы интеллекта в медицине и здравоохранении .....	21
2.2. Теоретические аспекты цифровизации медицины в усложняющихся реалиях современного мира .....	22
2.3. Актуальные вопросы развития систем искусственного интеллекта .....	26
Заключение по главе 2 .....	28
Глава 3. МИРОВОЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В МЕДИЦИНЕ .....	29
3.1. Направления применения искусственного интеллекта в области медицины и здравоохранения .....	29
3.2. Организации – разработчики систем искусственного интеллекта в области медицины и здравоохранения .....	33
3.3. Инвестиции в искусственный интеллект в области медицины .....	48
Заключение по главе 3 .....	49
Глава 4. ТЕХНОЛОГИИ БУДУЩЕГО .....	50
4.1. Направления развития систем искусственного интеллекта.....	50
4.2. Патентный анализ.....	51
Заключение по главе 4 .....	68
Глава 5. ВКЛАД СИБГМУ В РАЗВИТИЕ НАПРАВЛЕНИЯ .....	69
5.1. Научно-образовательный консорциум стратегического проекта «Бионические цифровые платформы» .....	69
5.2. Реализация программ дополнительного профессионального обучения ..	70

<b>5.3. Прикладные исследования, посвященные изучению проблематики взаимодействия пациентов и врачей в условиях цифровизации и искусственного интеллекта .....</b>	<b>70</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>78</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА.....</b>	<b>80</b>
<b>Приложение 1.....</b>	<b>87</b>
<b>Формализованный опросный лист «Знание населением элементов цифрового здравоохранения».....</b>	<b>87</b>
<b>Приложение 2.....</b>	<b>91</b>
<b>Гайд-интервью «Процесс цифровизации в медицинских учреждениях г. Томска глазами врачей» .....</b>	<b>91</b>

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ИИ	- искусственный интеллект
СибГМУ	- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
БД	- база данных
МИС	- медицинская информационная система
ЭИТ	- электроимпедансная томография
КТ	- компьютерная томография
МРТ	- магнитно-резонансная томография
ФЗ	- федеральный закон
СППВР	- система поддержки принятия врачебных решений
ДНК	- дезоксирибонуклеиновая кислота
США	- Соединенные Штаты Америки
AU	- (Австралия)
BG	- (Бельгия)
CH	- (Швейцария)
CN	- (Китай)
EA	- (Евразийский патент)
IN	- (Индия)
JP	- (Япония)
KR	- (Корея)
RU	- (Россия)
TW	- (Тайвань)
US	- (США)
WO	- (Международная заявка)

## ВВЕДЕНИЕ

Термин «искусственный интеллект» (ИИ) широко используется в разных областях человеческой деятельности. Но общепринятого определения ИИ в настоящее время не существует. Для кого-то ИИ это любая технология обработки данных, для других это некоторые искусственные формы жизни, способные превзойти человеческий интеллект. Одно из определений ИИ подразумевает автономность и адаптивность, т.е. способность выполнять задачи в сложных условиях без постоянного руководства со стороны человека и способность повышать эффективность работы, исходя из собственного опыта. То есть подразумевается, что ИИ должен уметь выполнять поставленные перед ним задачи в сложной среде, изучая ее и ее действия и минимизируя шансы неблагоприятного исхода. Сегодня можно сказать, что к ИИ относят программные средства с набором определенных алгоритмов, способных решать интеллектуальные задачи также, как это сделал бы человек. Темпы развития новых усовершенствованных технологий, основанных на ИИ, стремительны, и вопрос применения этих технологий уже не в том, будет ли ИИ оказывать влияние, а в том «кем, как, где и когда будет ощущаться это влияние, будет ли оно положительным или нет». Развитие ИИ в здравоохранении вызвало активные дискуссии на тему, что ИИ вскоре заменит врачей. В настоящее время полная замена клиницистов интеллектуальными машинами маловероятна, но различные методы искусственного интеллекта все чаще применяются для поддержки принятия врачебных решений [1, 2, 3, 4]

## Глава 1

### ХАРАКТЕРИСТИКА НАПРАВЛЕНИЯ «БИОНИЧЕСКИЕ ЦИФРОВЫЕ ПЛАТФОРМЫ»

#### 1.1. Общая характеристика стратегического проекта «Бионические цифровые платформы»

Вызовы индустрии 5.0, обусловленные внедрением технологий искусственного интеллекта, тотальной роботизацией, определяют сегодня инновационный путь развития медицинской отрасли. При этом разработка и внедрение новых решений для медицинской науки и здравоохранения сталкиваются с серьезными ограничениями, связанными с высокой инертностью предметных областей и ученых. Специфика разработки медицинских технологий предполагает длительный жизненный цикл, большие временные затраты и высокие финансовые риски. Актуальной задачей является формирование новых компетенций у пользователей технологий «цифровой медицины». В условиях традиционного медицинского образования требуется трансформация подходов к подготовке специалистов для работы в новой медицинской парадигме.

В основе бионического подхода к построению систем управления на основе искусственного интеллекта лежат использование принципов организации и функционирования биологических систем применительно к техническим устройствам, а также данных биологического объекта для управления комплексной биотехнической системой. Указанные технологические решения могут быть использованы как в задачах диагностики, лечения, профилактики и реабилитации заболеваний, так и в задачах оптимизации бизнес-процессов в здравоохранении. Комплексные платформенные решения позволяют снизить нагрузку на медицинский персонал, сократить количество врачебных ошибок, а также повысить доступность медицинской помощи для населения.

В Сибирском государственном медицинском университете выполнено большое количество научно-исследовательских проектов, связанных с цифровыми решениями для здравоохранения. Имеется значительный задел в цифровизации университетских клиник, накоплен опыт оценки эффективности различных медицинских технологий в форме доклинических и клинических испытаний: проект по созданию в РФ полигона для разработки цифровых медицинских технологий на базе университетских клиник; целевая поисковая лаборатория медико-инженерных технологий

Фонда перспективных исследований, которые позволяют решать широкий круг задач от поиска новых научных идей до проведения прогнозных исследований и экспертного сопровождения внедрения медико-инженерных технологий. Достигнутые заделы в ранее проведенных научных исследованиях позволяют создавать качественно новый результат и переходить к созданию новых технологий. В частности, создавать медицинские системы со встраиваемыми системами поддержки принятия врачебных решений на основе искусственного интеллекта.

Стратегический проект «Бионические цифровые платформы» отвечает на вызовы глобальной системы охраны здоровья – цифровой медицины и персонализированного здравоохранения. Проекты, реализуемые на базе двух лабораторий «Цифровой антропологии медицинских систем» и «Бионические цифровые платформы», входящих в состав стратегического проекта, направлены не только на создание цифровых технологий и разработку прототипов медицинских устройств, но также включают проведение социологических исследований по тематике деятельности стратегического проекта и разработку новых программ дополнительного профессионального образования.

Таким образом, целью стратегического проекта является формирование конкурентоспособного научно-образовательного центра, который будет осуществлять информационную и системно-аналитическую деятельность в области цифровых решений для здравоохранения и медицинской науки, разработку, тестирование и оценку эффективности, рациональности и отзывчивости новых решений, а также обеспечивать подготовку компетентных врачей и исследователей для работы с цифровыми медицинскими технологиями и данными.

## 1.2. Направления деятельности стратегического проекта «Бионические цифровые платформы» в области искусственного интеллекта

Поскольку особое внимание в настоящее время уделяется внедрению технологий искусственного интеллекта в медицину и здравоохранение, то перед сотрудниками лабораторий стратегического проекта была поставлена задача создания и внедрения, а также адаптации цифровых решений, основанных на методах искусственного интеллекта в деятельность врачей. Искусственный интеллект – это технология анализа данных, созданная по образу нейронной сети мозга с использованием нескольких уровней информации, алгоритмов, сопоставления шаблонов, правил, глубокого обучения и когнитивных вычислений [5]. Сегодня к ИИ относят программные средства с набором алгоритмов и методов, которые могут решать интеллектуальные задачи так же, как это сделал бы человек. Например, искусственный интеллект способен:

- прогнозировать различные ситуации;
- оценивать информацию и формулировать заключительную оценку;
- анализировать данные и искать скрытые закономерности [2].

Для работы искусственного интеллекта необходимо наличие огромных объемов данных [2, 6]. Цифровизация клиник СибГМУ позволила накопить большой объем данных, к которым можно отнести медицинские карты, снимки, демографические данные, результаты клинических исследований. Один из проектов, реализуемых в рамках стратегического проекта, SibMed Clinical Data Repository нацелен на создание цифровой инфраструктуры для хранения и обеспечения доступа к ценным данным о здоровье пациентов. В рамках реализации проекта проведен анализ различных структур баз данных (БД), применяемых в медицинских информационных системах (МИС) и репозиториях открытых медицинских данных. Предложен гибкий подход к хранению сложно-структурированных медицинских данных на основе комбинации SQL-noSQL структур. Предложенный подход позволяет осуществлять структурированное хранение мультимодальных данных и интеграцию разнородных МИС. Проведена выгрузка анонимизированных данных многопрофильных клиник СибГМУ в разработанную структуру, сформулированы требования к порталу хранения открытых медицинских данных. Проект выполняется совместно с отделом информатизации СибГМУ (рис. 1, 2).

Искусственный интеллект может взять на себя часть рутинных задач по проведению аналитической работы, позволяя тем самым принимать более грамотные административные решения [2, 5]. Благодаря уже упомянутой цифровизации клиник СибГМУ стало возможным реализовать еще один проект – создание гибкого инструмента управления на основе данных для многопрофильных клиник. Цифровая интерактивная аналитическая система осуществляет сбор, хранение, обработку, анализ и визуализацию массивов данных, подгружаемых из установленной в клиниках СибГМУ медицинской информационной системы «Медиалог». Функциональные возможности системы довольно разнообразны: начиная с задания необходимого количества уровней детализации данных, отображения ретроспективных и плановых величин в сравнении с текущими значениями, получения и обновления данных с заданной периодичностью, разграничения прав доступа до голосового управления и оповещения пользователей о возникающих событиях.

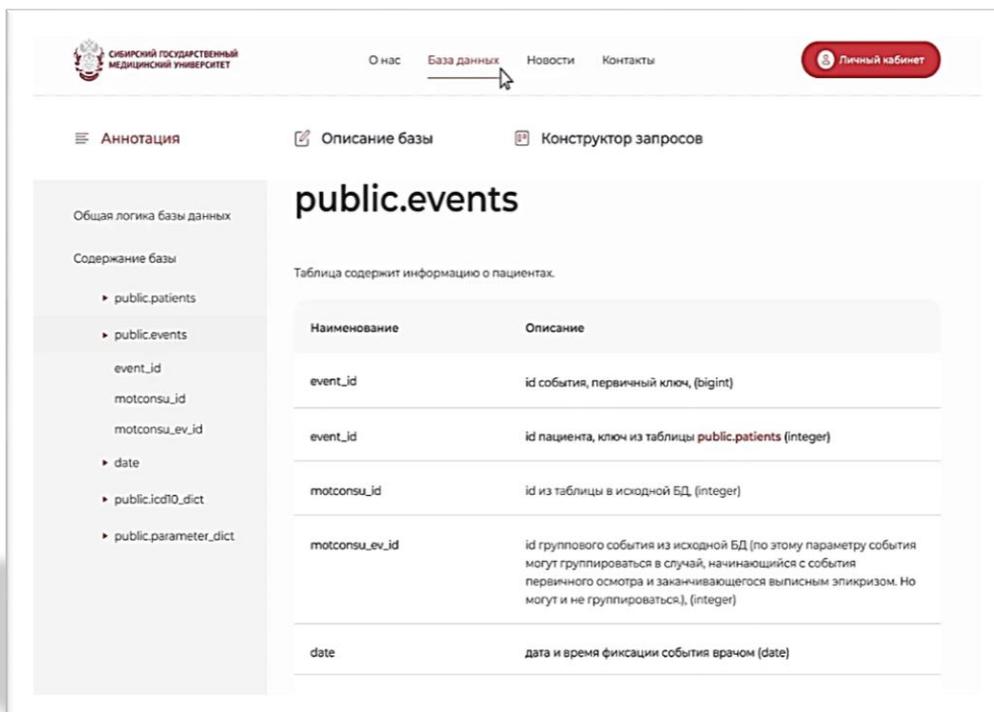


Рис. 1. Описание структуры таблиц базы данных

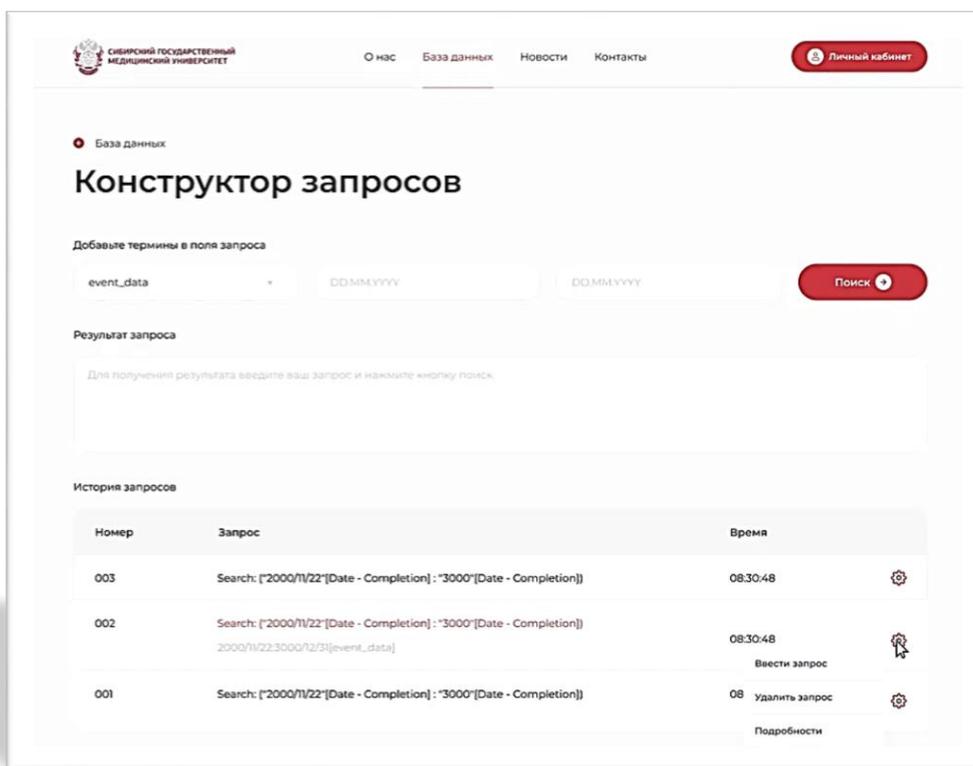


Рис. 2. Конструктор запросов для поиска данных по базе

В настоящий момент в цифровой инфраструктуре СибГМУ размещен портал для интерактивной обработки данных многопрофильных клиник СибГМУ. Проведено тестирование системы: выгружены данные МИС «Медиадиалог» для расчета динамики экономических показателей по отделениям клиники в зависимости от распределения клиничко-статистических групп. Интерактивная система позволяет осуществлять контроль потоков паци-

ентов по отделениям, оценивать загрузку медицинских специалистов (рис. 3). В реализации проекта участвуют руководящий состав клиник СибГМУ в качестве постановщика задач, сотрудниками лаборатории «Бионические цифровые платформы» осуществляется настройка цифровой интерактивной аналитической системы, разработанной компанией DBA (г. Барнаул) [7].

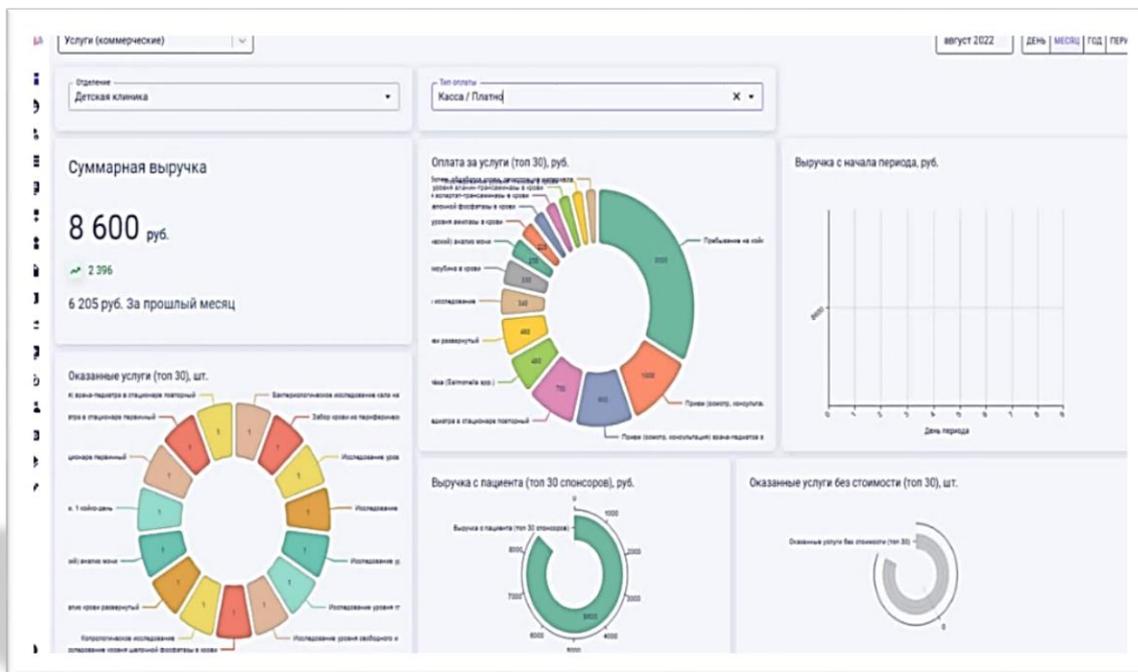


Рис. 3. Пример визуального представления анализа по детской клинике СибГМУ

Искусственный интеллект способен анализировать сложно структурированные и разнородные данные. Эта способность ИИ была использована в ходе реализации проекта ученых и врачей СибГМУ (проводится при поддержке администрации Томской области), направленного на повышение приверженности жителей всех возрастов вне зависимости от уровня знаний к здоровому образу жизни, включая здоровое питание, физическую активность и отказ от вредных привычек. В настоящее время проект направлен в основном на работу с детьми и подростками, имеющими проблемы с лишним весом, поскольку избыток веса и ожирение являются основным модифицируемым фактором риска хронических неинфекционных заболеваний, таких как сахарный диабет, сердечно-сосудистая патология, заболевания опорно-двигательного аппарата и онкология. Все они связаны с повышенным риском смертности и инвалидизации в трудоспособном возрасте. Поэтому смена фокуса от лечения к профилактике, появление «смешанных моделей» вмешательств, развитие таргетной терапии поможет сохранить качество жизни, предотвратить различные заболевания [8].

Сотрудники лаборатории «Бионические цифровые платформы» приняли участие в разработке веб-портала <http://preventorium.ru>, представляющего собой социальную платформу дистанционного мониторинга для поддержания здорового образа жизни и профилактики хронических заболеваний. На данный момент на портале реализована возможность на основе заполняемых анкетных данных и данных о составе тела с качественной и количественной оценкой показателей жировой и мышечной ткани, полученных с помощью аппарата Inbody770 (производство компании InBody, Южная Корея), отнести участников проекта к одной из категорий: «ниже нормы», «норма», «выше нормы», «критический уровень риска» (рис. 4).

СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Главная Заполнить анкету ожирение Заполнить анкету астения Заполнить анкету Covid-19 Личный кабинет Выйти

\*\*\* Введите Фамилию \*\*\* Введите Имя \*\*\* Введите Отчество

61 Введите вес 143 Введите рост

\*\*\* Введите дату рождения: 2 Выберите класс обучения

555-555-555

Какие проблемы, связанные с питанием ребенка, у Вас возникают?

Нехватка времени для приготовления пищи дома

Недостаток знаний о том, каким должно быть питание ребенка

Нет условий для того, чтобы контролировать питание ребенка в течение дня

Легенда: ■ Ниже нормы ■ Нормальный ■ Выше нормы ■ Критический

Рис. 4. Пример определения весовой категории пациента

Классификация весовой категории человека реализована с помощью встроенного в интернет-портал программного модуля, содержащего нейронную сеть. Данный программный модуль предназначен для прогнозирования состояния ожирения человека и визуализации работы нейронной сети.

Искусственный интеллект показывает высокую точность при анализе медицинских изображений. В настоящее время существует довольно много программных решений, направленных на анализ изображений рентгенографии легких, маммографии, компьютерной томографии и ультразвуковых исследований. Большинство из них направлены на работу с уже готовыми снимками.

В СибГМУ при участии сотрудников лаборатории «Бионические цифровые платформы» проводятся исследования по применению метода электроимпедансной томографии в клинической практике, а также изучается возможность немедицинского применения данного метода. Электро-

импедансная томография (ЭИТ) – неинвазивный метод (медицинской) визуализации, в которой свойства исследуемого объекта, такие как электрическая проводимость, диэлектрическая проницаемость и электрический импеданс рассчитываются на основе поверхностных измерений напряжения при одновременном зондировании объекта высокочастотным током. Полученные измерения затем используются для формирования томографического (послойного) изображения электрической проводимости внутри объекта [9].

Применение метода в клинической практике требует создания уникальных измерительных приборов, которые позволяют производить максимально точные измерения в кратчайшие сроки. Одним из достоинств ЭИТ является высокая точность произведенных электрических измерений, а также скорость обработки полученной информации, что позволяет успешно визуализировать процессы (например, скопление воздуха в плевральной полости) в текущем моменте, что, в свою очередь, позволяет значительно увеличить скорость принятия медицинских решений и максимально увеличить вероятность благоприятного исхода терапии.

Несмотря на то, что концепция ЭИТ зародилась еще в 80-х годах XX века, непосредственно её реализация стала возможной только в последнее десятилетие, благодаря активному развитию вычислительной техники, а также искусственных нейронных сетей, которые могут быть использованы для решения обратных задач ЭИТ. Так, современные исследования демонстрируют, что с помощью нейронных сетей может быть достигнута статистическая визуализация удовлетворительного качества при минимальных вычислительных затратах. В клинической практике это позволит проводить статистическую визуализацию *in vivo*, при которой будут приниматься во внимание важные факторы, как например, неопределенность геометрии исследуемого тела [10].

Преимуществом данного метода является то, что в отличие от более распространенных видов томографии таких, как магнитно-резонансная (МРТ) и компьютерная томография (КТ), ЭИТ [11]:

- 1) не оказывает негативного влияния на организм в виде ионизирующего излучения, а значит может применяться непрерывно в течение длительного времени;
- 2) оборудование ЭИТ компактно, а значит может применяться непосредственно у постели больного, в палате интенсивной терапии, в машине скорой помощи;
- 3) имеет сравнительно более низкую разрешающую способность, но более высокое временное разрешение (0.1 секунды для МРТ/КТ и до 0.1 миллисекунды для ЭИТ) [9];
- 4) оборудование на порядок дешевле коммерческих аппаратов КТ, и на 2 порядка дешевле МРТ.

На сегодняшний день очевидно, что методы ЭИТ могут найти широкое применение в лечебно-профилактических учреждениях, лечебно-диагностических центрах, научно-исследовательских институтах, занимающихся диагностикой функционального состояния человека, определением пространственного распределения внутренних органов, реконструкцией изображения биологических объектов и т.д. Кроме того, воз-

можно применение результатов ЭИТ в научно-образовательной сфере как дополнительных функциональных модулей медицинской техники. Уникальное программное обеспечение, разработанное специально для реализации методов ЭИТ, может быть применено как в биологических, так и в технических системах обнаружения, детектирования внутренних особенностей объекта [12].

Поскольку ЭИТ выявляет различия в электрической проводимости внутри объекта, то теоретически возможно визуализировать любую часть тела человека. Среди активно изучаемых областей применения ЭИТ в медицине можно выделить следующие примеры, сгруппированные по исследуемому органу:

1. Легкие:

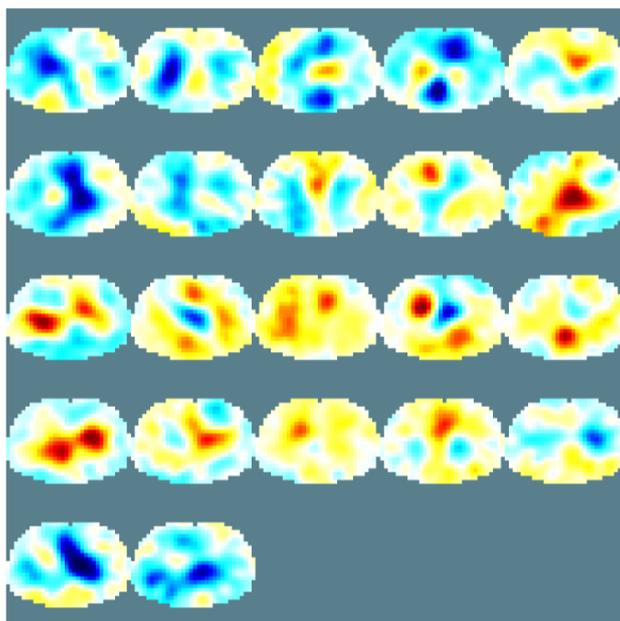
- мониторинг вентиляции легких (на примере собственных исследований (рис. 5, 6);
- легочная эмболия [13];
- определение пневмоторакса [14] и эмфиземы [15, 16];
- оценка дистресс синдрома (в том числе у новорожденных) [17];
- определение изменений легких при таких заболеваниях как ХОБЛ, бронхиальная астма, муковисцидоз [11].

2. Головной мозг:

- выявление инсультов [18], ишемии и кровоизлияний [18, 20];

3. Маммография:

- рак молочной железы [20, 21,23].



**Рис. 5.** 2D реконструкция среза легких во время нескольких вдохов-выдохов. Преобладание синего цвета показывает, что на снимке запечатлен момент вдоха, красного – момент выдоха. Изображения идут последовательно слева направо и сверху вниз

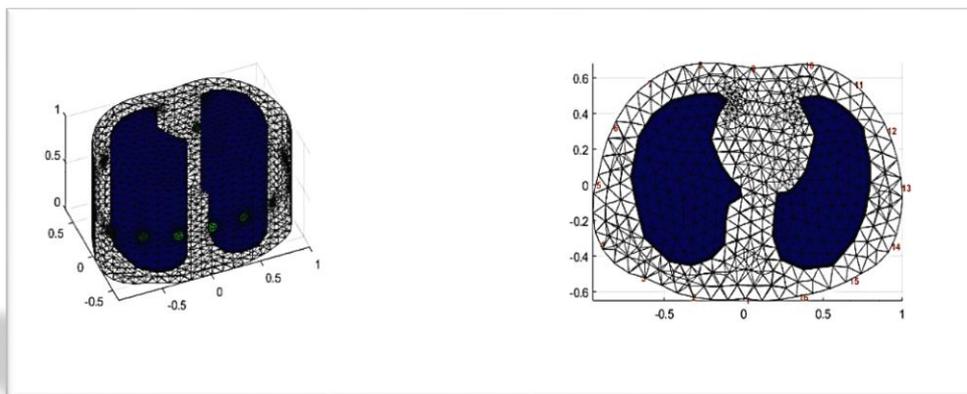


Рис. 6. 3D модель, по которой проводилась реконструкция среза легких

Реже встречаются примеры применения ЭИТ при мониторинге сердечной активности и поиске раковых опухолей [11]. Существуют и «экзотические» примеры, такие как визуализация опустошения желудка [24]. Кроме того, ЭИТ может применяться в менее привычных околomedicalных направлениях, например, для визуализации сокращения мышц ног и рук, что делает возможным распознавание движения и даже отдельных жестов рук [25].

В российском сегменте устройства ЭИТ, как правило, применяются для проведения маммографии [26], а также мониторинга вентиляции легких [27] пациентов интенсивной терапии.

Получение ЭИТ изображения требует предварительного построения детальной физико-математической модели исследуемого объекта (в 2D или 3D), а также довольно больших вычислительных ресурсов. В случае высокой степени детализации модели исследуемого объекта построение томографического изображения (реконструкция) особенно в 3D может занимать десятки минут.

В последнее время все большую распространенность приобретают методы реконструкции ЭИТ изображений при помощи искусственного интеллекта, включая нейросетевые алгоритмы, которые могут значительно ускорить процесс реконструкции [28-33]. Однако, для этого необходимо заранее полностью смоделировать не только исследуемый объект, а также все возможные искомые в будущем варианты изменений в данном объекте, чтобы обучить нейросеть.

В рамках реализации проекта «Бионические цифровые платформы» развивается именно нейросетевой подход к реконструкции ЭИТ изображений. Для решения задачи нейросетевой реконструкции необходимы знания из различных областей науки: медицина – описание и постановка задачи с клинической точки зрения; физика – построение модели исследуемого объекта; математика – разработка и обучение нейросетей, электроника – разработка устройства.

### 1.3. Потенциал развития стратегического проекта «Бионические цифровые платформы» в области искусственного интеллекта

Дальнейшее развитие стратегического проекта «Бионические цифровые платформы» в области искусственного интеллекта подразумевает продолжение работ по существующим задачам, а также разработку новых проектов в области искусственного интеллекта в медицине и здравоохранении. Уже сейчас можно говорить о несомненной пользе созданных продуктов. Так, SibMed Clinical Data Repository позволяет сделать медицинские данные более доступными для специалистов в области data science, машинного обучения, управления здравоохранением, предпринимателей, исследователей, политиков и многих других. Результатом использования открытых медицинских данных станут новые решения для медицины и здравоохранения, повышающие качество и доступность медицины для человека. В перспективе планируется расширение перечня модальности хранимых медицинских данных, включая медицинские изображения и сигналы, а также подключение данных с прикроватных мониторов витальных функций в палатах интенсивной терапии. Это даст возможность создать уникальную общедоступную базу данных, содержащую обезличенные данные о состоянии здоровья людей, включая результаты лабораторных анализов, проведенных процедур, назначенных лекарственных препаратов, сроке пребывания пациента в стационаре, подробные основные показатели жизнедеятельности пациентов. К реализации проекта подключается компания QuattroLab (г. Москва), являющаяся разработчиком реанимационно-анестезиологической информационной системы РАИ-Са для организации автоматизированного сбора данных с реанимационного оборудования и информационных систем [33].

В перспективе проект по проведению бизнес-аналитики для задач многопрофильной клиники расширится функционалом цифровой интерактивной аналитической системы, добавлением прогнозирования экономических показателей клиник СибГМУ. Планируется внедрение платформы прогнозной аналитики Webiomed компании К-Скай (г. Петрозаводск). Платформа прогнозной аналитики и управления рисками в здравоохранении на основе машинного обучения Webiomed предназначена для автоматического анализа обезличенных медицинских данных с целью прогнозирования возможного развития заболеваний и их осложнений на персональном и популяционном уровне [35]. Руководство клиник СибГМУ заинтересовано в развитии этого сотрудничества, т.к. применение системы поддержки принятия врачебных решений позволит сократить врачебные ошибки при анализе ЭМК, обратить внимание врача на пропущенные заболевания и пациентов высокого риска развития или ухудшения заболеваний и помочь в сокращении предотвратимой заболеваемости и смертности [35].

Конечный продукт проекта Preventorium - цифровое платформенное решение, объединяющее: передовые подходы в области предиктивной аналитики на основе данных (персонализированные системы поддержки принятия решений) для рекомендаций по питанию и физическим нагрузкам, для снижения риска развития хронических заболеваний, связанных с

ожирением; сетевую модель для сервисов из реального мира; поиск и сопровождение оказания услуг специалистов в области здорового образа жизни для клиентов платформы и повышение безопасности и качества оказания консультативных услуг за счет использования данных мониторинга. Разрабатываемое техническое решение применимо врачами-эндокринологами для долговременной диагностики состояния пациента и своевременной профилактики заболеваний, ассоциированных с образом жизни. В настоящий момент проводится тестирование разработки с привлечением детей школьного возраста, проживающих в Томской области.

Если говорить о потенциале применения метода ЭИТ, стоит упомянуть, что метод позволяет быстро получить изображение, когда методы МРТ и КТ труднодоступны для пациента, и принять решение о дальнейших действиях по диагностике и/или лечению пациента. Кроме того, метод довольно дешев и безвреден, а оборудование для ЭИТ компактно и просто в производстве, что потенциально делает ЭИТ «домашним» томографом, позволяющим отслеживать состояние организма, не выходя из дома.

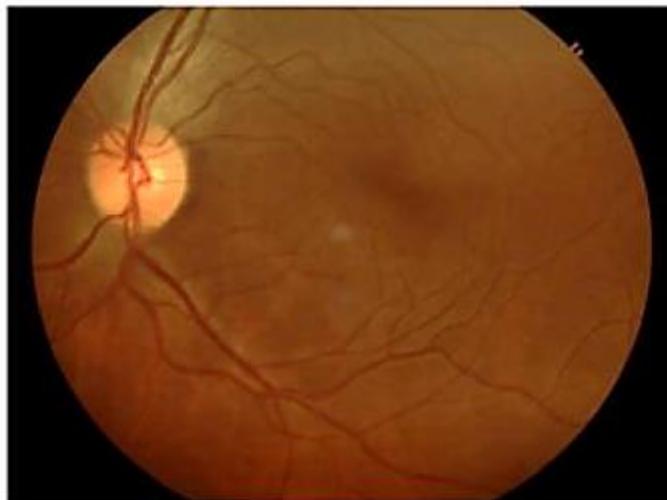
Тем не менее, на данном этапе метод ЭИТ все ещё активно развивается, несмотря на пару коммерчески доступных экземпляров на рынке. Таким образом, необходимо проведение исследований в различных направлениях и областях науки, чтобы полномасштабно вывести ЭИТ на рынок и в клинику. Со стороны клиники необходимо исследовать применение ЭИТ в комбинации с нейронными сетями при различных патологиях, так как для этого есть потенциал. Со стороны науки необходимо разрабатывать устройства для ЭИТ, используя современные электронные компоненты, а также совершенствовать методы реконструкции изображений в плане качества и скорости.

Еще одним проектом, начатым в рамках стратегического проекта «Бионические цифровые платформы», является совместная работа с врачами-офтальмологами факультетских клиник СибГМУ по распознаванию изображений глазного дна на предмет выявления патологических изменений, свидетельствующих о наличии диабета II типа. Распознавание изображений проводится с помощью нейронной сети, получены первые результаты (рис. 7–9).

## Заключение по главе 1

Проекты, реализуемые в рамках стратегического проекта «Бионические цифровые платформы» в области искусственного интеллекта, разнообразны и способствуют достижению задач проекта – обеспечение сопровождения жизненного цикла проектов в области цифрового здравоохранения; тестирование и апробация цифровых решений для медицины; реализация научно-технологического проекта «Цифровые решения для медицины и здравоохранения».

Решения с использованием искусственного интеллекта, реализуемые в рамках стратегического проекта, предназначены для предоставления медицинским работникам инструментов, необходимых для оказания ими более качественной помощи большему количеству людей.



Norm: 99.986 DR+LKS: 0.003 NPDR: 0.048 PDR: 0.004 PrePDR: 0.02

Result classes: Norm

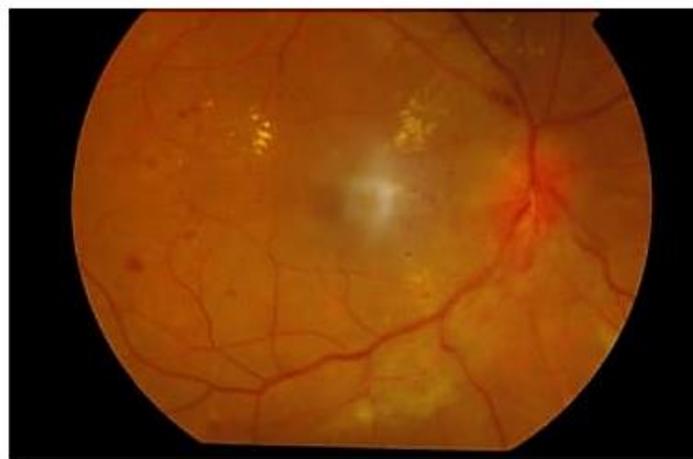
Рис. 7. Патологии глазного дна не выявлено



Norm: 0.005 DR+LKS: 1.559 NPDR: 29.256 PDR: 4.426 PrePDR: 53.902

Result classes: PrePDR

Рис. 8. Выявлено подозрение на патологию



Norm: 0.001 DR+LKS: 3.675 NPDR: 3.843 PDR: 75.071 PrePDR: 22.771

Result classes: PDR

Рис. 9. Выявлена патология глазного дна

## Глава 2

### КЛЮЧЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В МЕДИЦИНЕ И ЗДРАВООХРАНЕНИИ

#### 2.1. Как стратегический проект «Бионические цифровые платформы» решает ключевые проблемы интеллекта в медицине и здравоохранении

Несмотря на перспективы внедрения систем искусственного интеллекта в медицину и здравоохранение, еще сохраняется ряд проблем, тормозящих развитие отрасли, ключевыми из которых являются: сложность в получении регистрационного удостоверения, отсутствие массивов данных для обучения искусственного интеллекта, отсутствие мотивации использования ИИ врачами и руководителями, этические вопросы, стоимость разработок, относительно небольшое число российских разработок [36].

Обозначенные ранее проекты стратегического проекта «Бионические цифровые платформы» так или иначе направлены на решение вопросов импортозамещения в области искусственного интеллекта в медицине. Например, портал для интерактивной обработки данных многопрофильных клиник СибГМУ использует разработку российской компании, а Preventorium полностью является разработкой сотрудников СибГМУ.

SibMed Clinical Data Repository имеет амбициозную цель превзойти известные в мире общедоступные базы данных MIMIC-III Clinical Database и VitalDB. MIMIC-III хранит данные о состоянии более сорока тысяч пациентов, находившихся в отделениях интенсивной терапии медицинского центра Beth Israel Deaconess Medical Center (Бостон, Массачусетс) в период с 2001 по 2012 гг. VitalDB хранит полный набор данных интраоперационных биосигналов и клинической информации о 6388 хирургических пациентах. Данная база была создана при поддержке Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Seoul National University College of Medicine (Сеул, Южная Корея) с целью помочь исследователям в области изучения и разработки новых медицинских алгоритмов искусственного интеллекта на основе сигналов мониторинга хирургических пациентов. Таким образом, проект SibMed Clinical Data Repository, помимо решения уже обозначенной проблемы импортозамещения, направлен также на решение проблемы отсутствия массивов качественных данных для тренировки и обучения искусственного интеллекта.

Результатом проводимых исследований в области применения ЭИТ в клинической практике станет вклад в существующие фронтальные исследования, реализующиеся как на национальном, так и на международном уровнях. Реализация данного исследовательского проекта станет

безусловным вкладом в разработку уникальных систем поддержки принятия врачебных решений на базе ИИ и больших данных. Полученный прототип портативного устройства является значительным вкладом в теоретико-методическую базу развития процессов импортозамещения в инновационной экономике. Кроме того, разработка прототипа и его успешные испытания позволят говорить о переходе к следующей стадии работы над проектом, потенциальном выводе разработки на рынок.

Отдельным пластом работы в рамках стратегического проекта «Бионические цифровые платформы» в области исследования искусственного интеллекта стоит изучение взаимоотношений пациентов и врачей в контексте цифровизации медицины (социологический блок исследований), а также изучение теоретических аспектов цифровизации медицины в усложняющихся реалиях современного мира, что как раз фундирует основы взаимодействия человека и машины.

Сотрудники лаборатории «Цифровой антропологии медицинских систем» провели ряд теоретических и прикладных исследований, которые выявили проблемы, лежащие в основе цифровых интеграций в медицину. Прежде всего стоит остановиться на блоке теоретических изысканий, так как они находят свое отражение в прикладных данных, полученных далее.

## 2.2. Теоретические аспекты цифровизации медицины в усложняющихся реалиях современного мира

Проведен анализ расхождений ключевых социальных идей, относящихся к сфере здравоохранения, и их практического воплощения в национальных эмпирических контекстах. Показано, что стремительное распространение новейших технологий вовсе не обязательно подразумевает реальное совершенствование медицинских практик в зависимости от уникальных сочетаний параметров конкретного социума. В блоке прикладных исследований доказано, что медицинские работники воспринимают цифровые продукты и готовы использовать их в своей профессиональной деятельности, но встречаются с рядом технических проблем и несоответствий в области собственных ожиданий. Установлено, что любой распространенный феномен, к примеру, «информационная среда», может иметь амби-, а то и поливалентные оценки, являясь не только картой миропонимания, но и, до определенной степени, нести в себе агрессию и риски по отношению к вполне конкретным пользователям [37]. Следовательно, можно утверждать, что любой человек не только живет в созданной для себя технической среде, пользуясь достижениями информатизации, но и оказывается «существом информационным», чье бытие в значительной степени детерминировано вновь и вновь создаваемыми многочисленными продуктами цифровизации, не освобождающими, но подменяющими его свободы и задающими некоторое количество вариантов осуществления выбора. Выходит, диджитализация и механизмы трансляции ее достижений запускают целую совокупность мегатрендов становления будущей цифровой цивилизации, определяя главным образом сущность самого человека [39].

Одним из мейнстримных направлений осмысления цифровизации медицины представляется Big Data, поскольку сегодня генерируются беспрецедентно огромные массивы информации и знания.

Другим направлением лаборатории «Цифровой антропологии медицинских систем» является фундаментальный анализ современного мира и сосредоточение на одном из важнейших трендов, которым выступает «мультитемпоральность». Именно так многие ученые высвечивают лингвистические, информационно-коммуникативные и технико-технологические параметры, конституирующие сущность современного общества. В самом деле, имеющиеся на сегодняшний день достижения способны интегральным образом определить векторы развития человека и очертить рамки его действий, что, в конечном счете, позволит сформировать его потребности и создать объекты для их удовлетворения. В частности, сама телесность может быть сформирована благодаря применению вполне конкретных технологий, созданных для лечения болезней или же вовсе для проектирования новой эстетики представителей Homo Sapiens.

Действительно, восприятие времени имеет немалое значение как для планирования персонального и коллективного бытия в целом, так и для непосредственно поддержания здоровья каждого отдельного человека. Именно мультитемпоральность свидетельствует о неодинаковом социальном времени, которое детерминирует состояние здравоохранения в различных государствах и целых регионах. Мультипространственная диалектика современного мира позволяет провести тщательный анализ истории развития здравоохранения в отдельных странах. Современные интеллектуалы не стремятся обращаться к былым фундаментальным основаниям индивидуального и коллективного бытия человека, предпочитая руководствоваться логикой новых подходов, в рамках которых индивиды стремятся к самовыражению, а основания, как правило, обнаруживаются в описывающих нормах, в то время как аскриптивные регуляторы практически полностью исключаются [38-40].

Также раскрыты векторы трансформации рациональности в эпоху цифровизации. Новая рациональность предлагает качественно иное понимание, отличное от предыдущих версий, которым свойственна определенная редуцированность. Метаморфозы антропологического дискурса вводят в медицинские практики постмодернистские и даже постпостмодернистские переменные, среди которых «визуальность», «интерактивность», «метанарративность», «псевдо», «чувственность» и ряд других. Установлено, что, используя передовые технологии для взаимодействия и обмена актуальной информацией, человек буквально обретает такие свойства цифрового мира, как «анонимность», «визуальность», «гипертекстуальность» и «интерактивность», что существенно изменяет способы его существования [41].

Так, цифровизация способствует имплементации новых ценностных ориентаций и превращению человека в постоянно совершенствующего архитектора самого себя и окружающей действительности, что делает заботу о здоровье и приверженность соответствующему образу жизни одним из приоритетных направлений. В силу этого пациенты отныне пре-

вращаются в полноправных, то есть активных, участников взаимоотношений, складывающихся в сфере здравоохранения.

Существенный вклад в понимание тех тенденций, которые обобщают развитие человека в условиях цифрового общества, вносит проект Института философии РАН при поддержке Минобрнауки России под руководством А.В. Смирнова. В частности, на одном из круглых столов в 2020 г. обсуждалась философско-методологическая рефлексия трансформации техно-антропосферы и искусственной природы человека, упоминались негативное влияние массовой роботизации (где машина как раз выступает в качестве инструмента новой антропной реальности) на безработицу населения, будущее редуцирование ряда профессий, невозможность контролировать систему принятия решений искусственного интеллекта, утрата приватной сферы личности и многое другое [41].

Ключевой методологической установкой, на которую предлагают опираться авторы при исследовании искусственной социальности, является подход к анализу экзистенциальных медиаисследований и цифровой культуры, предлагаемый в работах шведского ученого Аманды Лагерквист [43], позволяющий построить интерпретацию искусственной социальности как экзистенциального ландшафта; уточнить, какие свойства человеческой природы остаются незатронутыми взаимодействием с машиной, и какова глубина взаимозависимости человека и машины в современном обществе. Также авторы исследования полагают, что идеи указанного автора следует дополнить теорией социологии эмоций по Э. Дюркгейму, что позволяет расширить понятие о человеческом, коллективном восприятии происходящих в социуме изменений (а именно – в части восприятия себя и искусственного интеллекта) [44].

Общественное мнение и научно-популярный дискурс сегодня разделены между сторонниками и противниками искусственной социальности. В пользу внедрения технологий искусственного интеллекта в повседневную жизнь говорит тот факт, что цифровые и онлайн-технологии предоставляют значительно больше возможностей самоорганизации, возникновения и поддержания отношений, чем когда-либо еще в человеческой истории. Тем не менее, в современных исследованиях [45] представлен целый ряд направлений критики цифрового разума и искусственной социальности.

Во-первых, виртуальная реальность отнюдь не способствует более активной вторичной социализации, а, напротив, часто приводит к экзистенциальным рискам одиночества субъекта.

Во-вторых, продуктом искусственной социальности выступают когнитивные и поведенческие установки поколения миллениалов (коммуникабельность, недоверчивость, озабоченность), для которого становится особенно характерен цифровой нарциссизм.

В-третьих, современные технологии цифрового общества в действительности служат цели получения прибыли, а социальное участие обеспечивается посредством различного рода вознаграждений, стимулирующих увеличение числа пользователей-потребителей цифровых благ. И когда мы говорим о какой-либо выгоде (свободного времени, эффективность от применения, экономические показатели), которую приобретает

человечество при имплементации какого-либо ноу-хау, то мы забываем о более тонких антропологических последствиях, которые могут нести эти нововведения.

В-четвертых, обратной стороной повышения цифровой прозрачности является утечка персональных данных пользователей и организаций.

Наконец, искусственная социальность негативно влияет на гражданские свободы, поскольку Интернет-технологии подчас нивелируют границы между публичной и частной сферой и уничтожают право на частную жизнь, которое является основным для демократических режимов.

Перечисленные направления критики фиксируют две разнонаправленные тенденции, связанные с экзистенциальным ландшафтом цифровой среды. С одной стороны, налицо нарастающая асоциальность, при которой отношения между людьми подменяются отношениями между человеком и цифровым аватаром другого, а зависимость человека от машины становится зависимостью от гаджетов и мессенджеров, приобретает психологический/эмоциональный характер. С другой стороны, имеет место цифровая сверхсоциальность, которая все же не компенсирует эмоционально окрашенного общения оффлайн.

По мнению целого ряда авторов [37], стиль профессионального диалога врача и пациента, учитывающий пространство жизненного мира последнего, способствует получению более точного и глубокого представления о личности обратившего за медицинской помощью и его проблемах со здоровьем. Задачей врача становится не только оказание собственно медицинской помощи, но и содействие осознанию сложившейся клинической ситуации, а также ориентация на необходимый пациенту курс лечения. [45–48].

В современной науке проблема коммуникации врача и пациента в условиях цифровизации рассматривается сразу с нескольких сторон. Среди актуальных российских исследований необходимо отметить работы, вышедшие в 2021 г. в тематическом выпуске журнала «Человек», констатирующие, что экспансия биомедицинских технологий в социальное пространство ставит человека перед новым вызовом – биотехнологизацией, которая затрагивает не только аспекты здоровья, но и возможности радикального улучшения природы человека.

В сфере социальных и философских наук имеет место констатация антропологического кризиса в современной медицине, связанного, прежде всего, с такими тенденциями, как сциентизация медицины, популярность идей трансгуманизма, медиализация и фармакологизация культуры [47]. Однако предметом их пристального внимания является и оценка уровня доверия между врачом и пациентом [48]

Выявлено, что к значимым элементам экзистенциального ландшафта коммуникации врача и пациента при переходе к цифровому обществу относится и доверие этих субъектов друг другу. С учетом степени автономности пациента можно выделить два вида доверия. Первый вид – это некогнитивное или «слепое доверие», которое характеризуется асимметричной коммуникацией, поскольку доверитель (пациент) сам не контролирует доверительного управляющего (врача). Отношения между врачом и пациентом, построенные на данном типе доверия, предполагают, что для

пациента довериться – это единственный способ облегчить страдания. Это также означает, что врач несет всю ответственность за целесообразность вмешательства. Второй вид – когнитивное доверие, основанное на примате знания. Такое представление о доверии базируется на подозрении, т.е. установке, что доверие еще необходимо оправдать.

Результаты исследования отношения граждан России к цифровизации и роботизации, проведенного ВЦИОМ в 2021 г., показали, что, хотя большинство россиян положительно оценило внедрение технологий искусственного интеллекта в таких сферах, как промышленность (78%), наука (74%), экономика (65%), сфера досуга (62%) и безопасность (61%), оценка респондентами применения искусственного интеллекта в сфере здравоохранения носит более сдержанный характер. Так 35% опрошенных относятся к цифровой трансформации медицины скорее отрицательно, и еще 7% испытывают затруднения в формулировании однозначной оценки [50]. Это свидетельствует о том, что при внедрении технологий цифрового здравоохранения врач вновь превращается в исследователя-прикладника, все чаще прибегающего к коммуникации с пациентом, соответствующей техническому типу в концепции Р. Вича.

При изучении трансформации коммуникации врачей и пациентов в условиях цифровизации и внедрения инструментов mHealth остается нераскрытым вопрос об автономии пациентов в принятии решений относительно своего здоровья. Мобильные технологии являются продуктом потребительской культуры, индустрии красоты и здоровья, а также рекламы, транслирующей в массы перфекционистские нормы и ценности. Большая часть рекламы, используемой в сфере здоровья и красоты, служит для манипулирования эмоциями потребителей, используя соблазнительный язык надежды, желания, расширения возможностей и успеха, подкрепленный сообщениями о страхе, вине и стыде. Таким образом, само их использование, как и их действие не всегда будут соответствовать желаниям потребителя-пациента, а скорее формировать его потребность.

Все это позволяет нам согласиться с мнением исследователей Р.Р. Белятдинова и О.В. Поповой [51] о ключевой антиномии цифрового здравоохранения: с одной стороны, широкое внедрение цифровых технологий в медицину и здравоохранение демонстрирует могущество человека, его превосходство над собственной природой; однако, с другой, очевидна и уязвимость индивида, как объекта, перед вызовами биомедицинских и цифровых технологий, ранимость человеческого достоинства и, как следствие, рост экзистенциальных рисков.

### 2.3. Актуальные вопросы развития систем искусственного интеллекта

К актуальным вопросам, стоящим перед научным сообществом в области развития систем искусственного интеллекта, относят обеспечение высокой точности анализа данных. Системы ИИ, в отличие от строго запрограммированных человеком алгоритмов, имеют отличительную черту – способность к самообучению и автономным принятиям решений, т.е. поиску решений без заранее заданного алгоритма. С этим связано отсутствие гарантии неизменной точности получаемых результатов анализа. У систе-

мы ИИ всегда есть некая вероятность вывода правильного ответа [52-54]. Сюда же можно отнести проблему переобучения системы искусственного интеллекта, несущую опасность возникновения ложных выводов, возрастающую при использовании системы вне среды, к которой она адаптирована. Под средой в данном случае понимается целый ряд ограничений: ограничение территории проживания пациентов, возраст, генетические предрасположенности, профессия, или социальный статус [55].

Еще один вопрос тесно связан с предыдущим тезисом – это отсутствие объяснимости принятых решений, или так называемая проблема «черного ящика» искусственного интеллекта. Зачастую невозможно точно определить, почему система ИИ приняла именно такое решение, хотя оно было правильным в 99 случаях из 100. В условиях такой неопределенности людям достаточно сложно доверять полученным результатам. Поэтому системы ИИ должны быть способны обеспечивать возможность представления того, что сгенерированная рекомендация является оптимальным выбором в данной ситуации. Стоит отметить, что линейные модели, к которым относят, например, метод опорных векторов с линейным ядром и градиентный стохастический бустинг, являются объяснимыми. Нейронные сети являются сложно интерпретируемыми в силу того, что исходные данные содержат большое количество коррелированных факторов. Однако именно нейронные сети в силу своей способности к обучению, т.е. нахождению сложных зависимостей между входными и выходными данными и их обобщению, являются одним из наиболее популярных методов искусственного интеллекта. Именно поэтому создание объяснимого ИИ становится все более приоритетной задачей специалистов в области искусственного интеллекта.

Немаловажным является также вопрос разработки системы ИИ, отвечающей всем правовым требованиям в области искусственного интеллекта, среди которых в первую очередь необходимо выделить конфиденциальность данных. Поскольку данные являются основой для обучения, развития и самостоятельного принятия решений искусственным интеллектом, необходимо опираться на ФЗ от 27.07.2006 г. № 152 «О персональных данных». В котором указано, что обработка персональных данных, то есть любые действия (операции), совершаемые с персональными данными (с использованием средств автоматизации или без использования таких средств), для исследовательских целей осуществляется только с условием обязательного их обезличивания (п. 9 ст.6).

При этом ст. 7 Закон № 123-ФЗ [56, 57] "О проведении эксперимента по установлению специального регулирования в целях создания необходимых условий для разработки и внедрения технологий искусственного интеллекта в субъекте Российской Федерации - городе федерального значения Москве и внесении изменений в статьи 6 и 10 Федерального закона "О персональных данных" дополняет норму указанием, что обработка таких персональных данных осуществляется в целях повышения эффективности государственного или муниципального управления; расширяет условия обработки специальных категорий персональных данных (касающихся расовой, национальной принадлежности, политических взглядов, религиозных или философских убеждений, состояния здоровья, интимной

жизни). Специальные категории персональных данных обладают особым правовым статусом ввиду потенциальной возможности наступления особо негативных последствий для субъекта при нарушении условий их обработки. То есть допускает обработку персональных данных, касающихся состояния здоровья, полученных в результате обезличивания персональных данных, в целях повышения эффективности государственного или муниципального управления.

Этичное и ответственное использование ИИ продолжает оставаться крайне актуальной темой для обсуждения. Пока ни в одной стране нет специального законодательства или нормативных правовых актов в отношении этичного использования ИИ, а также при применении или разработке систем ИИ. Европейский Союз, Великобритания, Сингапур, Австралия и Германия активно рассматривают такое регулирование и активно обсуждают эту тему [58]. А крупнейшие российские компании, включая «Сбер» и «Яндекс», подписали совместно с правительством кодекс этики в сфере искусственного интеллекта [59]. В кодексе рассмотрены принципы этики и правила поведения, а также ответственность при создании и использовании искусственного интеллекта и ответственность за последствия применения систем искусственного интеллекта.

## Заключение по главе 2

Искусственный интеллект хоть и имеет большие перспективы с точки зрения полезных, точных и эффективных профилактических и медицинских вмешательств, но существуют также и опасения по поводу неконтролируемых разработок ИИ. А отсутствие законодательных и правовых актов несет потенциальные угрозы конфиденциальности и безопасности пациентов. Во всем мире ведутся разработки по созданию рекомендаций, способствующих грамотному применению ИИ.

## Глава 3

# МИРОВОЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В МЕДИЦИНЕ

### 3.1. Направления применения искусственного интеллекта в области медицины и здравоохранения

Применение искусственного интеллекта в медицине сегодня становится естественным для многих стран. Передовые технологии широко внедряются в США и Азии, Европейские страны и Россия также применяют многочисленные разработки и выстраивают стратегию использования ИИ в здравоохранении [2].

Среди ключевых направлений применения систем искусственного интеллекта в медицине и здравоохранении выделяют:

- *Медицинская диагностика*, которая в свою очередь делится на две области: традиционная диагностика и прогностическая диагностика. Традиционная диагностика дополняется цифровыми инструментами в самых различных областях медицины, но первыми были работы, связанные с применением методов искусственного интеллекта при анализе рентгенологических снимков. Несмотря на потенциальные возможности систем искусственного интеллекта в области традиционной диагностики (уменьшение количества врачебных ошибок, повышение точности постановки диагноза, снижение времени на обработку исследований), большинство работ нацелены на улучшение качества диагностики снимков благодаря распознаванию изображений [60]. Прогностическая диагностика направлена на выявление биоизменений или существующих маркеров ДНК, которые с большой долей вероятности приведут к нежелательному диагностическому результату в ближайшем будущем [61].

- *Системы поддержки принятия врачебных решений* (СППВР) изначально были разработаны для помощи врачу в подборе оптимального плана лечения на основе анализа истории болезни пациента. При этом решение о состоянии пациента, вывод о назначении медицинской помощи остается за врачом [60]. Во время пандемии COVID-19 были разработаны СППВР, направленные на решение задач организации медицинской помощи. Например, СППВР, нацеленные на маршрутизацию пациентов, распределение различных ресурсов (койко-мест, медицинских приборов и аппаратов, лекарственных средств), прогнозирование количества заболевших и других глобальных параметров эпидемии. В отличие от классических СППВР для ведения отдельных пациентов, используется для планирования и администрирования глобальных параметров здравоохранения в условиях пандемии. Полученные прогнозы позволяют зарезервировать

или спрогнозировать необходимость создания медицинских ресурсов для противодействия пандемии и недопущения ситуаций, при которых существующая система здравоохранения в принципе не способна принять пациентов в возникающих при развитии пандемии количествах. Перспективным направлением развития считают также СППВР, направленные на управление системами поддержки пациентов. Например, уже существуют системы, позволяющие мониторировать работу системы искусственной вентиляции легких.

- *Разработка новых лекарственных средств*– методы ИИ стали полезны в создании лекарства и разработке вакцин. Одним из прорывов 2020 г. в этой области называют алгоритм AlphaFold, умеющий предсказывать, в какую форму сворачиваются белковые молекулы, что помогло решить одну из важных проблем в биологии — ее называют "проблема сворачивания белков". Это дает понимание, как трехмерные формы различных белков влияют на заболевания, что позволяет создавать более совершенные лекарства [62]. В этом направлении ИИ активно используется при виртуальном скрининге (автоматизированный поиск в базах данных химических соединений молекул, обладающих заданными свойствами; знание структур лигандов; знание структур мишеней), разработке лекарств *denovo* (синтез сложных моделей из простых моделей – применяется при известной структуре биомишени, но неизвестной структуре лиганда), ретросинтезе (используется при планировании синтезов сложных органических соединений при известном продукте, но не известном простом и дешевом методе синтеза), предсказании реакций (моделирование химических реакций), конструировании белков *denovo* (дизайн совершенно новых белков), прочие задачи (сюда относят как прогностические задачи, так и генеративные задачи) [63].

Помимо указанных направлений, ИИ также активно развивается в следующих областях, которые тесно связаны между собой:

- Мониторинг хронических заболеваний – поскольку хронические заболевания длятся не один год и требуют постоянного медицинского контроля, данное направление развивается в тесной связи с еще одним направлением – интернетом медицинских вещей (IoT), т.е. мониторинг больных хроническими заболеваниями совместно с различными биометрическими устройствами, способными осуществлять непрерывный мониторинг жизненно важных показателей пациентов в домашних условиях [63].
- Носимые устройства и управление образом жизни – носимые устройства в здравоохранении обычно нацелены на сбор и контроль данных о здоровье пациента, а также на взаимодействие с пользователем. Т.е. мы можем говорить об использовании носимых устройств для улучшения качества жизни пользователей [64].
- Виртуальные ассистенты врача и пациента. Наиболее востребованными являются ассистенты врача, способные проводить опросы (перед приемом или для последующего уточнения диагноза), диа-

гностику и информирование, а также имеют возможность распределения обращений пациентов по срочности и критичности. Также создание виртуальных ассистентов врача чрезвычайно полезно при ведении пациентов с хроническими заболеваниями, поскольку такие системы берут на себя контроль за приемом лекарств, мониторинг состояния таких пациентов, а также способны оказать поддержку пациентам с тяжелыми заболеваниями. Кроме того, автоматические чат-боты могут оказать значимую помощь в повышении приверженности пациентов здоровому образу жизни и назначенному лечению [63,65].

- Предиктивная аналитика рисков условно делится на риски, связанные со здоровьем пациента, и управленческие риски. В первом случае с помощью методов ИИ можно не только быстро провести анализ параметров и найти тех, кто находится в группе риска, но и проводить оценку возникновения неблагоприятных состояний/критических состояний за счет мониторинга медицинских показателей. Управленческие риски возможно минимизировать, если с помощью систем ИИ руководство учреждения здравоохранения получает своевременную объективную информацию о состоянии процессов всех административных подразделений, получает анализ этих процессов и видит выявленные методами ИИ возможные риски с предложениями как их избежать [60, 63].
- Хирургия. В этом направлении также происходит внедрение систем ИИ как при планировании операций, так и в интраоперационном мониторинге. Например, качество планирования операций и послеоперационного ведения пациентов улучшается не только благодаря существующим технологиям распознавания медицинских снимков, но и созданию систем поддержки принятия врачебных решений, способных прогнозировать изменения в состоянии послеоперационных пациентов. Также происходит внедрение ассистивной хирургической робототехники при минимально инвазивных хирургических операциях, что приводит к уменьшению хирургических травм [63].

В качестве примера лучших практик мирового опыта можно привести следующие [60]:

1. *Лаборатория искусственного интеллекта в области медицины, Абу-Даби.*

Городская лаборатория создана в 2018 г. для ускорения разработки и внедрения инновационных цифровых решений за счет быстрого тестирования и прототипирования идей с привлечением технологических компаний и жителей города.

Реализовано два проекта: приложение My Health Coach для ведения здорового образа жизни с элементами геймификации, синхронизируется с фитнес-трекерами и предоставляет персонализированные рекомендации и Виртуальный помощник Cognitive Virtual Assistant (CVA).

*2. Умные аптеки, Дубай.*

Умные аптеки отпускают и выписывают лекарства через единую систему штрих-кодирования. Они управляются с помощью робота, который может хранить до 35 000 лекарств, выписывать 12 рецептов за минуту и выдавать 8 000 лекарств за час. Статус реализации: пять умных аптек, расположенных в медицинских центрах.

*3. Предиктивное выявление рисков для пациентов отделений интенсивной терапии в Cleveland Clinic, США.*

Клинический госпиталь Кливленда с помощью алгоритмов платформы Azure анализирует данные о состоянии пациентов, собираемые приборами в отделениях интенсивной терапии, и предсказывает риски развития критических ситуаций для каждого отдельного пациента. Применяется для 100 коек в шести отделениях интенсивной терапии.

*4. Система поддержки принятия врачебных решений (СППВР), Нью-Йорк.*

В 2004 г. Департамент определил 10 ключевых показателей, по которым оценивалось состояние здоровья жителей. В 2006 г. собранная и постоянно обновляемая база легла в основу СППВР, которая предоставляет врачам информацию о динамике медицинских показателей пациентов, особенностях проводимого лечения, проведенных анализах и т.д. Система внедрена в 2600 медицинских организациях пяти районов Нью-Йорка, обслуживающих 2,5 млн пациентов.

*5. Облачные клиники, Китай.*

Открытая платформа, на основе больших данных и искусственного интеллекта, к которой подключены основные госпитали, клиники, отдельные специалисты, аптеки и страховые компании. Платформа поддерживает единую стандартизированную информационную систему, включающую электронные карты и пенсионные профили жителей. Также работает медицинский офлайн-центр, в котором проводятся тестирования и исследования, предоставляются кабинеты для врачей, имеющих индивидуальную практику. Подключено 100 организаций здравоохранения, прием ведут 226 специалистов.

*6. Мобильное приложение Ask NHS, Великобритания.*

Виртуальный помощник («Оливия») на основе технологий ИИ оценивает серьезность симптомов и записывает пациентов к релевантным специалистам и на медицинские исследования. Дает доступ к информации о заболеваниях и режиме работы всех медицинских организаций.

*7. Командный центр госпиталя* получает информацию о состоянии процессов во всех административных подразделениях, анализирует ее с

помощью алгоритмов и приоритезирует задачи. Позволяет заранее выявлять возможные риски и предлагать способы их избежать.

### 3.2. Организации – разработчики систем искусственного интеллекта в области медицины и здравоохранения

Разработками в области искусственного интеллекта в медицине и здравоохранении в настоящее время занимаются ученые различных стран. Ниже приведены зарубежные компании и стартапы (табл. 1–8), занимающиеся разработкой и внедрением систем ИИ в медицине и здравоохранении [63].

Таблица 1

Системы искусственного интеллекта для задач медицинской диагностики

№	Описание решения	Сайт
1	General Electric. GE Healthcare имеет около 60 инновационных технологических решений. На базе платформы Edison GE разработала ряд решений на основе ИИ, которые повышают достоверность диагностики.	<a href="https://www.ge.com/">https://www.ge.com/</a>
2	Siemens Healthineers. AI-Rad Companion – это семейство облачных решений на базе искусственного интеллекта, которое состоит из AI-Rad Companion Brain MR для морфометрического анализа и AI-Rad Companion Prostate MR, используемое во время биопсии предстательной железы.	<a href="https://www.siemens-healthineers.com/">https://www.siemens-healthineers.com/</a>
3	Canfield Scientific. Решение DEXI для диагностики поражений кожи человека, является частью Canfield AI Challenge, системы, которая сравнивает диагноз врача с результатами на основе ИИ.	<a href="https://www.canfieldsci.com/">https://www.canfieldsci.com/</a>
4	SkinVision. Первое в мире сертифицированное приложение для диагностики рака кожи, эффективность которого доказана масштабными клиническими исследованиями, которые компания SkinVision провела в 2013 году в партнерстве с клиникой Университета Людвиг Максимилиана (LMU) в Мюнхене. В клиентский портфель компании входит 1,2 млн пользователей со всего мира, а база данных SkinVision содержит 3,5 млн изображений кожных заболеваний.	<a href="https://www.skinvision.com/">https://www.skinvision.com/</a>
5	Philips Healthcare. Система IntelliSpace Portal способствует получению более точных данных о пациенте для диагностики за счет специализированных клинических приложений для кардиологии, онкологии, неврологии и других специализаций.	<a href="https://www.philips.ru/healthcare">https://www.philips.ru/healthcare</a>

6	Arterys. Платформа на базе ИИ для анализа медицинских изображений. В апреле 2022 года компания получила FDA на приложение Cardio AI – решение для точного и быстрого анализа МРТ сердца.	<a href="https://www.arterys.com/">https://www.arterys.com/</a>
7	Aidoc. Стартап, разрабатывающий программное обеспечение для помощи радиологам в быстром выявлении инсульта и других заболеваний. Продукция компании одобрена FDA, а также получила маркировку CE.	<a href="https://www.aidoc.com/">https://www.aidoc.com/</a>
8	Skin-Analytics. Компания разрабатывает приложение Derm – ПО для диагностики рака кожи при помощи алгоритмов ИИ.	<a href="https://skin-analytics.com/">https://skin-analytics.com/</a>
9	Digital Diagnostics. Диагностическая платформа IDxDR, которая выявляет диабетическую ретинопатию (включая макулярный отек). IDx-DR стала первой одобренной FDA диагностической системой искусственного интеллекта, которая может ставить диагноз без участия врача в месте оказания медицинской помощи.	<a href="https://www.digitaldiagnostics.com/">https://www.digitaldiagnostics.com/</a>
10	Strata Skin Sciences. Неинвазивный инструмент MelaFind предоставляет дополнительную информацию дерматологам при обследовании кожи при подозрении на меланому. Устройство предоставляет информацию об уровне морфологической дезорганизации поражения, которая может быть использована дерматологами в процессе принятия решения о необходимости биопсии. MelaFind получил CE Mark в ноябре 2011 года и одобрен для использования в Европейском Союзе. В ноябре 2011 года MelaFind получил одобрение FDA.	<a href="https://www.strataskin.com/">https://www.strataskin.com/</a>
11	Foto Finder Systems GmbH. Moleanalyzer pro – система поддержки принятия решений для врачей оценивает размер, диаметр, цвет и симметрию поражения кожи и ставит диагноз на основе полученных данных.	<a href="https://www.fotofinder-systems.com/">https://www.fotofinder-systems.com/</a>
12	Apollo Medical Optics. Компания разрабатывает оптические системы на основе оптической когерентной томографии, позволяющие получать снимки кожи высокого разрешения, а также программное обеспечение для классификации полученных изображений.	<a href="https://www.apollomedicaloptics.com/">https://www.apollomedicaloptics.com/</a>
13	Enlitic может анализировать широкий спектр источников медицинских данных, включая миллионы клинических случаев,	<a href="https://enlitic.com/">https://enlitic.com/</a>

	чтобы повысить точность диагностики, скорость и результаты лечения пациентов, а также ускорить фармацевтические исследования. Исследования и испытания лекарств.	
14	Ibex Medical Analytics. IBEX разрабатывает набор продуктов для улучшения процесса принятия клинических решений и оптимизации рабочих процессов патологоанатомической лаборатории. Ibex – это междисциплинарная команда, состоящая из предпринимателей, специалистов по данным, инженеров-программистов и медицинских экспертов, которые вместе работают над реализацией ИИ решений для диагностики рака, улучшения результатов лечения и повышения качества жизни пациентов.	<a href="https://ibex-ai.com/">https://ibex-ai.com/</a>
15	Hera-mi разрабатывает систему поддержки принятия решений Breast-SlimView, которая представляет собой набор ИИ-моделей, обученных на 2D/3D маммографических снимках. Система автоматически выделяет подозрительные участки на снимках, облегчая раннюю диагностику рака молочной железы.	<a href="https://www.hera-mi.com/en/">https://www.hera-mi.com/en/</a>

Таблица 2

## Системы поддержки принятия врачебных решений

№	Описание решения	Сайт
1	Babylon разрабатывает технологии, способные оценивать различные показатели в контексте общего состояния пациента, в том числе с учетом сопутствующих хронических заболеваний. Новая ИИ-платформа, которую разрабатывает Babylon Health, будет взаимодействовать с пациентом через приложение для смартфонов, проведет оценку его состояния, а затем создаст персонализированный план лечения. Эффективность терапии будет оцениваться с помощью нескольких устройств, связанных с основной платформой.	<a href="https://www.babylonhealth.com/en-us/ai">https://www.babylonhealth.com/en-us/ai</a>
2	IBM Watson Health. Ключевое решение в линейке технологий Watson Health – Watson for Oncology. Оно способно изучить историю болезни пациента, записи и комментарии врачей, просмотреть последние исследования по теме предполагаемого заболевания и предложить наиболее вероятный диагноз и терапию	<a href="https://www.ibm.com/watson-health">https://www.ibm.com/watson-health</a>

	на основе всех изученных данных. При этом информация не просто суммируется: IBM Watson детально анализирует данные, сопоставляет различные факторы и проводит аналогии.	
3	RAMPmedical. СППВР помогаем врачам ставить диагноз, позволяет оптимизировать планирование лечения, сравнивая различные методы лечения, предоставляя клинические рекомендации, предлагая информацию о взаимодействии лекарств и многое другое.	<a href="https://www.rampmedical.com/">https://www.rampmedical.com/</a>
4	Viz.AI. ПО Viz.ai связывается с компьютерными томографами для выявления потенциальных инсультов вследствие окклюзии крупных сосудов и классификации степени поражения для приоритизации оказания медицинской помощи пациентам. Данное ПО может автоматически оповещать специалистов и направлять рентгеновские снимки на их смартфоны. Система способна оповещать специалистов о случаях инсульта ранее, чем это позволяют стандартные процедуры, экономя таким образом в среднем 52 мин., что в случае инсульта, иногда, может спасти жизнь пациента. В феврале 2018 года сервис получил одобрение FDA.	<a href="https://www.viz.ai/">https://www.viz.ai/</a>
5	Cohesic – это мультимодальная платформа, стандартизирующая рабочие процессы в диагностике кардиологических заболеваний, объединяющая диагностические данные, обеспечивающая интерпретацию на основе фактических данных, улучшающая обмен информацией и ускоряющая исследования.	<a href="https://cohesic.com/">https://cohesic.com/</a> CardioDI

Таблица 3

## Системы предиктивной аналитики рисков

№	Описание решения	Сайт
1	Freename. Компания разрабатывает мультимиксную платформу, агрегирующую данные геномных, протеомных и эпигенетических исследований и благодаря алгоритмам машинного обучения позволяющую предсказать риски развития генетически обусловленных онкологических заболеваний, а также ответ пациента на выбранную терапию.	<a href="https://www.freename.com/">https://www.freename.com/</a>
2	Biofourmis. Основной продукт компании – аналитическая система Biovital, одобренная FDA.	<a href="https://biofourmis.com/">https://biofourmis.com/</a>

	Данная система предназначена для мониторинга пациентов. Физиологические данные пациентов сравниваются с данными на уровне популяции, что позволяет получить уникальную информацию о траектории болезни пациента, чтобы врачи могли оказать необходимую помощь в нужное время	
3	Allelica. Компания разрабатывает платформу для оценки полигенного риска (polygenic risk score). В линейке продуктов компании есть программное обеспечение для предсказания риска сердечно-сосудистых заболеваний, орфанных заболеваний.	<a href="https://www.allelica.com/">https://www.allelica.com/</a>
4	OM1 использует искусственный интеллект и алгоритмы анализа больших клинических данных для значительного повышения эффективности исследований и принятия клинических решений с помощью высокопроизводительных прогностических моделей. Среди основных продуктов компании с использованием технологий ИИ: OM1 Patient Finder – выявление недиагностированных пациентов и недооцененных вариаций фенотипов.; Rare Diseases – алгоритмы, повышающие эффективность исследований и поддерживающие принятие клинических решений при редких заболеваниях; Joint Insights – СППВР при подготовке к хирургическим вмешательствам; Индекс медицинской нагрузки OM1 – измеряет совокупную медицинскую нагрузку на человека или группу пациентов.	<a href="https://www.om1.com/">https://www.om1.com/</a>
5	TIIM Healthcare. Основной продукт компании – aiTriage – оценивает с помощью алгоритмов машинного обучения риски развития сердечно-сосудистых заболеваний для каждого пациента.	<a href="https://tiimhealthcare.com/">https://tiimhealthcare.com/</a>
6	PrealizeHealth. Система RiskInsight позволяет проводить мультифакторный анализ и делать предсказания риска развития того или иного заболевания среди пациентов.	<a href="https://www.prealizehealth.com/">https://www.prealizehealth.com/</a>
7	Predict Disease. Основной продукт компании – Symantec.ai – это платформа аналитики и прогнозирования рисков развития заболеваний, анализирующая при помощи алгоритмов машинного обучения гигантские объемы данных, полученных от пациентов. Symantec.ai оценивает потенциальный риск развития хронических заболеваний с учетом текущих симптомов пациента, а также рекомендует врачу оптимальное лечение.	<a href="https://predictdisease.com/">https://predictdisease.com/</a>

8	Онсога – платформа для автоматизации работы с данными пациентов с онкологическими заболеваниями. Онсога Evidencena основана на предсказательных моделях, позволяющих предсказать индивидуальный ответ на терапию, вероятность госпитализации, выживаемость после радиотерапии.	<a href="https://www.oncora.ai/">https://www.oncora.ai/</a>
9	Тара Healthcare. Система поддержки принятия врачебных решений (Rapid Electronic Assessment Data System) позволяет оценивать в реальном времени состояние пациента и рекомендует проактивные действия с целью улучшения его состояния. READS работает на любом смартфоне, планшете или ПК и при помощи уникальных алгоритмов Тара Healthcare оценивает его состояние и рекомендует перечень действий для немедленной помощи пациенту. Система READS получила маркировку CE (Class I Medical Device)	<a href="https://www.tapahealthcare.com/">https://www.tapahealthcare.com/</a>
10	Medal – платформа, объединяющая более 30 000 медицинских алгоритмов для оценки рисков. Данные инструменты поддержки принятия решений предназначены для учреждений в сфере здравоохранения и страховых компаний, они охватывают широкий спектр задач диагностики, лечения и предикторов повторной госпитализации. Также на платформе есть инструменты для предиктивной аналитики	<a href="https://www.medicalalgorithms.com/">https://www.medicalalgorithms.com/</a>
11	CloudMedX разрабатывает платформу ONE, которая объединяет данные из различных источников (клинические данные, лабораторные исследования, данные с датчиков и т.д.) и создает на их основе единую карту пациента. Система позволяет предсказывать риски и критические состояния.	<a href="https://cloudmedxhealth.com/">https://cloudmedxhealth.com/</a>
12	Еко. Разработка Еко App позволяет детектировать шумы в сердце при помощи смартфона. Также это ПО может быть интегрировано со стетоскопами Littmann CORE, чтобы помочь врачу точнее обнаруживать шумы в сердце во время осмотра. Благодаря ПО Еко автоматически снижается уровень нецелевого шума и усиливаются детектируемые целевые шумы в сердце.	<a href="https://www.ekohealth.com/">https://www.ekohealth.com/</a>

Таблица 4

## Системы искусственного интеллекта, встраиваемые в носимые устройства

№	Описание решения	Сайт
1	OrCam. Устройство OrCam MyEye выполнено в формате миниатюрной камеры, которую можно закрепить на голове, читает текст, распознает лица, определяет товары и выполняет ряд других функций. Устройство предназначено для людей с нарушениями зрения.	<a href="https://www.orcam.com/en/">https://www.orcam.com/en/</a>
2	CardioX – переносной прибор, осуществляющий длительную непрерывную регистрацию ЭКГ. Благодаря алгоритмам ИИ данные, собранные прибором, анализируются автоматически, что позволяет осуществить первичную классификацию записанной ЭКГ.	<a href="https://www.cardiox.com/">https://www.cardiox.com/</a>
3	Sunu – ультразвуковой браслет для ориентации в пространстве. Используя радиолокацию, Sunu Band позволяет людям с ослабленным зрением и незрячим передвигаться с уверенностью. Продвинутое обратное тактильное соединение поможет обойти препятствия, а навигационные датчики соединят с окружающим миром.	<a href="https://www.sunu.com/index">https://www.sunu.com/index</a>
4	Envision специализируется в области конвертации визуальной информации в речевую. Envision совместно с Google разработали очки дополненной реальности (AR), специально предназначенные для людей, имеющих серьезные проблемы со зрением. Разработка поможет не только ориентироваться в пространстве, но и читать, а также различать окружающих пользователя людей. Смарт-очки используют искусственный интеллект для обработки различных типов визуальной информации и ее устного перевода пользователю. Они читают вслух документы, идентифицируют знакомых, находят пропавшие вещи в доме и помогают владельцу пользоваться общественным транспортом.	<a href="https://www.letsenvision.com/envision-glasses">https://www.letsenvision.com/envision-glasses</a>
5	Well Dot – система управления здоровьем анализирует разнообразные триггеры состояния здоровья пользователя и предлагает персонализированные рекомендации для улучшения состояния. Система реализована в виде мобильного приложения.	<a href="https://www.well.co/">https://www.well.co/</a>
6	Healthily – мобильное приложение для автоматизированной проверки симптомов. На основании данных, введенных пользователем, приложение составляет для него персонализированные рекомендации по улучшению состояния.	<a href="https://www.livehealthily.com/">https://www.livehealthily.com/</a>

7	Current Health разрабатывает платформу для оказания медицинской помощи на дому, которая анализирует данные пациента и сигнализирует врачу о возможных рисках на раннем этапе. Платформа синхронизируется с беспроводным биосенсором, который непрерывно регистрирует в пассивном режиме основные показатели жизнедеятельности пациента: мобильность, уровень дыхания, температуру тела, пульс, сатурацию.	<a href="https://www.currenthealth.com/">https://www.currenthealth.com/</a>
8	WebMD – мобильное приложение, предназначенное для проверки симптомов, получения информации о лекарствах, методах диагностики и лечения, поиска врачей и специалистов в заданном районе и установки напоминаний о приеме лекарств.	<a href="https://www.webmd.com/">https://www.webmd.com/</a>
9	Ada – мобильное приложение, предназначенное для проверки симптомов. На основе анализа данных миллионов пользователей приложение строит рекомендации по уходу за здоровьем.	<a href="https://ada.com/">https://ada.com/</a>
10	Symptomate – мобильное приложение, предназначенное для проверки симптомов. На основе анализа данных пользователей приложение выявляет причину возникновения симптомов и строит рекомендации по уходу за здоровьем.	<a href="https://symptomate.com/">https://symptomate.com/</a>
11	CareClinic – мобильное приложение для отслеживания и проверки симптомов, а также напоминания о приеме лекарств. Позволяет врачам удаленно вести пациентов и контролировать выполнение всех врачебных предписаний.	<a href="https://careclinic.io/">https://careclinic.io/</a>
12	Healthy.io разработчик мобильных приложений для удаленного проведения анализов. Позволяет пациентом диагностировать ряд заболеваний, не выходя из дома. Healthy.io использует метод распознавания цвета, систему компьютерного зрения и алгоритмы искусственного интеллекта в тесте мочи на базе смартфона для женщин с подозрением на инфекцию мочевых путей. Недавно компания запустила сервис для лечения ран. Приложение Minuteful, разработанное компанией для удаленного мониторинга незаживающих ран получило CE Mark.	<a href="https://healthy.io/">https://healthy.io/</a>

Таблица 5

Системы искусственного интеллекта,  
направленные на мониторинг хронических заболеваний

№	Описание решения	Сайт
1	Kaia Health – мобильное приложение, помогающее заниматься физиотерапией самостоятельно по составленным врачами руководствам. С помощью камеры отслеживается правильность выполнения упражнений.	<a href="https://kaiahealth.com/">https://kaiahealth.com/</a>
2	Pathmate. Цифровой тренер помогает людям самостоятельно справляться с высоким давлением, диабетом 2 типа и проблемами со сном в повседневной жизни, а также мотивирует их снижать факторы риска, на которые они могут повлиять. Приложение было разработано с участием медицинских экспертов и поддерживает правильное документирование соответствующих данных (например, артериальное давление, уровень сахара в крови, сон), вычисляет средние значения и предоставляет обратную связь на основе текущего состояния научных знаний и медицинских рекомендаций.	<a href="https://www.pathmate-technologies.com/">https://www.pathmate-technologies.com/</a>

Таблица 6

## Системы искусственного интеллекта в основе виртуальных помощников

№	Описание решения	Сайт
1	Suki. Suki Assistance помогает врачам заполнять медицинские карты, давать задания и получать информацию с помощью голоса.	<a href="https://www.suki.ai/">https://www.suki.ai/</a>
2	Corti. Система представляет собой виртуального ассистента врача, который прослушивает консультации с пациентами, автоматизирует процесс создания медицинских записей, сокращая время врача, затраченное на одного пациента, а также корректирует врачебные ошибки.	<a href="https://www.corti.ai/">https://www.corti.ai/</a>
3	Buoy. Мобильное приложение-чат-бот оценивает состояние пациента на основе описанных симптомов и рекомендует терапию. Приложение даст рекомендации по дальнейшим действиям, может собирать данные о пациенте и оценивать прогресс лечения.	<a href="https://www.buoyhealth.com/">https://www.buoyhealth.com/</a>
4	Pillohealth. Устройство Pillo – настольное устройство использует голос, чтобы напоминать пользователям о необходимости принимать лекарства. Разработанный для пожилых пациентов с хроническими заболеваниями или сложными планами ухода, инструмент может	<a href="https://pillohealth.com/platform">https://pillohealth.com/platform</a>

	хранить, выдавать и заказывать до 28 доз лекарств по заранее установленному графику. Кроме того, Pillo может предоставлять аудио- или видеоконтент о здоровье и облегчать видеозвонки между пациентами и их опекунами, позволяя последним отслеживать данные о приверженности, генерируемые устройством.	
5	Sensely – виртуальный помощник, управляемый голосом, позволяет медработникам в стационаре видеть, у каких пациентов показатели в норме, а кому надо уделить внимание	<a href="https://sensely.com/">https://sensely.com/</a>

Таблица 7

## Системы искусственного интеллекта для разработки лекарственных средств

№	Описание решения	Сайт
1	Insitro позиционирует себя как разработчик решений для поиска новых молекул-кандидатов для терапевтических применений на основе алгоритмов машинного обучения.	<a href="https://insitro.com/">https://insitro.com/</a>
2	Insilico Medicine – разработчик различных алгоритмов на базе методов машинного обучения для фармацевтики. Компания работает в сфере дизайна лекарственных средств, поиска терапевтических мишеней и молекул-кандидатов. Основные разработки компании сфокусированы на лечении онкологических заболеваний и фиброза, иммунологии.	<a href="https://insilico.com/">https://insilico.com/</a>
3	Johnson & Johnson создала свой акселератор для ИИ-стартапов, в рамках которого поддерживает такие компании, как Neutrogena, разрабатывающая платформу на основе ИИ Skin360 для оценки состояния кожи человека, а также стартапы EpigenCare, SkinGenie.	<a href="https://www.jnj.com/">https://www.jnj.com/</a>
4	Novartis основные разработки в сфере ИИ направлены на создание высокоэффективных средств для молекулярного дизайна, оптимизации инжиниринга лекарственных соединений, создания алгоритмов для персонализированных рекомендаций для врачей по дозировке лекарств на основе профиля пациента.	<a href="https://www.novartis.com/">https://www.novartis.com/</a>
5	AstraZeneca активно ведет исследования в сфере применения технологий ИИ для повышения эффективности разработки новых лекарственных средств. В партнерстве с BenevolentAI AstraZeneca разрабатывает алгоритмы машинного обучения для терапии хронических заболеваний почек и идиопатического легочного фиброза.	<a href="https://www.astrazeneca.com/">https://www.astrazeneca.com/</a>

6	Roche использует ИИ-технологии для повышения эффективности пайплайна разработки лекарств, а также активно сотрудничает с ИИ-стартапами в сфере фармации. Genentech при помощи алгоритмов ML разрабатывает предсказательные модели для оценки эффектов от применения лекарственных соединений, поиска новых мишеней. Roche также сотрудничает с компанией Flywheel, разрабатывающей платформу для классификации медицинских изображений и анализа данных медицинских карт	<a href="https://www.roche.com/">https://www.roche.com/</a>
7	Exscientia разрабатывает широкий спектр ИИ-технологий для фармацевтики. Основной фокус исследовательской деятельности Exscientia – прецизионная медицина для терапии онкологических заболеваний, воспалений и иммунологии	<a href="https://www.exscientia.ai/">https://www.exscientia.ai/</a>
8	Atomwise применяет алгоритмы глубокого обучения для поиска многообещающих молекул-кандидатов, которые потенциально смогут позволить лечить болезни, которые когда-то считались «неизлечимыми», и предсказания аффинности молекулярных взаимодействий между молекулами-кандидатами и биологическими мишенями и оценке токсичности	<a href="https://www.atomwise.com/">https://www.atomwise.com/</a>
9	Glaxo Smith Kline (GSK) спонсирует исследования различных применений технологий ИИ в фармацевтике, например, поиск новых биологических мишеней, ускорение процесса выбора молекул-кандидатов и оптимизация пайплайна разработки лекарственных средств. GSK активно сотрудничает с компанией Cerebras в сфере эпигеномных исследований	<a href="https://www.gsk.com/en-gb/home/">https://www.gsk.com/en-gb/home/</a>
10	Gilead Sciences сотрудничает с ИИ-стартапами с целью разработки различных видов терапии и поиска биомишеней при помощи технологий машинного обучения. В сотрудничестве с PathAI, Gilead разрабатывает новые подходы в области машинного обучения для распознавания гистологии печени и диагностики неалкогольного стеатогепатита, а также автоматизации мониторинга ответа на терапию в клинических исследованиях. Gilead также сотрудничает с Insitro, стартапом в области машинного обучения для разработки методов лечения заболеваний с использованием искусственного интеллекта	<a href="https://www.gilead.com/">https://www.gilead.com/</a>

Таблица 8

## Системы искусственного интеллекта в хирургии

№	Описание решения	Сайт
1	Activ Surgical – стартап в области цифровой хирургии, разрабатывающий аппаратное и программное обеспечение для автоматизации хирургии. В частности, для визуализации хирургических операций в режиме реального времени, что позволит хирургам в операционной видеть важные физиологические структуры, которые невозможно увидеть невооруженным глазом, например кровоток	<a href="https://www.activsurgical.com/">https://www.activsurgical.com/</a>
2	Centerline Biomedical разрабатывает систему для эндоваскулярной хирургии, позволяющую хирургам определять положения сосудов	<a href="https://centerlinebiomedical.com/">https://centerlinebiomedical.com/</a>
3	CMR Surgical разрабатывает хирургического робота Versius.	<a href="https://cmrsurgical.com/">https://cmrsurgical.com/</a>
4	Distalmotion разрабатывает роботизированную систему для проведения лапароскопических операций	<a href="https://www.distalmotion.com/">https://www.distalmotion.com/</a>
5	Intuitive Surgical, Inc. разрабатывает, производит и продает роботизированные продукты, предназначенные для автоматизации хирургических операций и минимизации инвазивности хирургии. Компания известна своей роботизированной хирургической системой Da Vinci	<a href="https://www.davincisurgery.com/">https://www.davincisurgery.com/</a>

По состоянию на январь 2022 г. известно о 33 разнообразных ИИ-системах для медицины и здравоохранения, созданных и продвигаемых на рынке в нашей стране.

Условно существующие продукты можно объединить в несколько основных групп:

- Анализ медицинских изображений и цифровая диагностика с использованием технологий компьютерного зрения.
- Профилактика и лечение состояний, заболеваний и осложнений.
- Прочие направления.

В [таблицах 9–11](#) приведены примеры для каждой из указанных групп [66].

Таблица 9

**Системы искусственного интеллекта для анализа  
медицинских изображений**

№	Описание решения	Сайт
1	Botkin.ai. Платформа предназначена для автоматического выявления патологических проявлений в рентгенологических исследованиях, КТ и МРТ, а также маммограмм.	<a href="http://botkin.ai">http://botkin.ai</a>
2	SberMedAi. Платформа, целью которой является объединение прорывных технологий на стыке медицины и алгоритмов машинного обучения в области диагностики заболеваний.	<a href="https://sbermed.ai/">https://sbermed.ai/</a>
3	Celsus. Система, которая позволяет выявлять патологические очаги в рентгенографии и компьютерной томографии.	<a href="https://celsus.ai/">https://celsus.ai/</a>
4	Третье мнение. Компания в сотрудничестве с онкологическими клиниками развивает интерфейс по распознаванию типов клеток крови, а также разрабатывает софт для анализа медицинских изображений рентгенографии легких, маммографии, компьютерной томографии и УЗИ.	
5	CareMentor AI. Система искусственного интеллекта для интерпретации результатов лучевых исследований (рентгенологических, КТ, МРТ и маммографии) с целью оптимизации обнаружения различных патологических состояний на ранней стадии.	<a href="http://carementor.ru/">http://carementor.ru/</a>
6	RADLogics. Основанная на ИИ программная платформа анализа медицинских изображений, существенно повышающая скорость и точность работы врачей-радиологов.	<a href="https://radlogics.ru/">https://radlogics.ru/</a>
7	Diagnocat. Система распознаёт томографические стоматологические исследования, помогает поставить диагноз и даёт врачам рекомендации по лечению.	<a href="https://diagnocat.com/">https://diagnocat.com/</a>
8	Pirogov.AI. Диагностика по ото-, рино- и ларинго-эндоскопическим фото и видео изображениям.	<a href="https://pirogov.ai/">https://pirogov.ai/</a>
9	Доктор Томо. Интеллектуальная технология ранней диагностики онкопатологий легких на базе данных компьютерной томографии.	<a href="http://doctor-tomo.ru/">http://doctor-tomo.ru/</a>
10	Анализ флюорограм. Сервис умеет анализировать цифровые флюорографические снимки и выявлять в них патологические очаги.	<a href="http://www.ftizisbiomed.ru/">http://www.ftizisbiomed.ru/</a>
11	Doctor Alzimov. Анализирует снимки компьютерной томографии на предмет онкологической патологии.	Новость о проекте
12	CheckMelanoma. Анализирует фотографии родинок на предмет выявления подозрений на злокачественные образования.	Новость о проекте
13	Прородинки. Выявление злокачественных образований кожи по фотографиям.	<a href="http://melanoma.academy/prorodinki/">http://melanoma.academy/prorodinki/</a>

14	CheckDerm. Высокотехнологичное онлайн-решение для оперативного анализа проблем с кожей и распознавания их при помощи искусственного интеллекта.	<a href="https://checkderm.ru/">https://checkderm.ru/</a>
15	Osteoscan. Помогает определять возможную стадию остеоартроза коленных суставов на основе анализа рентген-снимка сустава и сопутствующих симптомов.	<a href="https://osteoscan.ru/">https://osteoscan.ru/</a>
16	OneCell. Телемедицинский комплекс с ИИ для патологоанатомических лабораторий, позволяет ускорить процесс диагностики онкозаболеваний, сохраняя высокий уровень достоверности результатов за счет собственного современного оборудования.	<a href="https://www.onecell.ai/">https://www.onecell.ai/</a>
17	iVenus.AI. Позволяет провести предварительную диагностику заболеваний вен нижних конечностей на основе анализа фотографических изображений с целью определить наличие и класс заболевания.	<a href="https://ivenus.ai/">https://ivenus.ai/</a>
18	UNIM. Компания, являющаяся разработчиком программной платформы для патоморфологической диагностики и одновременно крупным диагностическим оператором. Использует ИИ для поддержки принятия врачебных решений.	<a href="https://unim.su/">https://unim.su/</a>
19	Skychain Global. Платформа для создания решений на базе ИИ для медицины, включая анализ данных и выявление патологий.	<a href="https://skychain.global/?lang=ru">https://skychain.global/?lang=ru</a>
20	ATP DeepLearning. Онлайн-сервис для определения степени поражения коронарных артерий при помощи нейронных сетей.	<a href="https://atpdeeplearning.ru/">https://atpdeeplearning.ru/</a>
21	Respiro. Сервис акустической диагностики респираторных заболеваний и COVID-19.	<a href="https://www.respiro.life/ru">https://www.respiro.life/ru</a>
22	Celly.AI. Технологическое решение на основе смартфона, которое подключается к окуляру микроскопа и помогает анализировать мазки крови.	<a href="https://celly.ai/">https://celly.ai/</a>
23	PathVision.ai. Поддержка принятия решений во время проведения патоморфологической диагностики на основе ИИ.	<a href="https://pathvision.ai/ru/">https://pathvision.ai/ru/</a>
24	Scanderm. Медицинская интеллектуальная система для диагностики заболеваний кожи с применением ИИ.	<a href="https://scanderm.pro/">https://scanderm.pro/</a>

Таблица 10

**Системы искусственного интеллекта,  
направленные на профилактику и лечение**

№	Описание решения	Сайт
1	Webiomed. Платформа прогнозной аналитики и управления рисками в здравоохранении на основе машинного обучения. Первая в России система искусственного интеллекта, зарегистрированная Росздравнадзором как программное медицинское изделие.	<a href="https://webiomed.ai/">https://webiomed.ai/</a>
2	MeDiCase. Система доврачебной диагностики острых и хронических заболеваний с применением методов ИИ, помогающая проводить первичное обследование пациента, принятие решений о необходимости его очного обследования, вызова скорой помощи, мониторинга течения хронических болезней.	<a href="http://medicase.newdiamed.ru/">http://medicase.newdiamed.ru/</a>
3	Sapia. Система поддержки принятия врачебных решений для оценки тяжести острого панкреатита. Позволяет оценить тяжесть заболевания в ранние сроки поступления больного в стационар по данным лабораторных обследований.	<a href="http://rd-science.com/ru/">http://rd-science.com/ru/</a>
4	3D Smile. Решение на основе ИИ, помогающее создавать капы для выравнивания зубов.	
5	Lexema-Medicine. Специализированная СППВР для назначения персонализированной терапии с использованием алгоритмов искусственного интеллекта.	<a href="http://lexema.ru/solutions/lexema-medicine/">http://lexema.ru/solutions/lexema-medicine/</a>

Таблица 11

**Прочие системы искусственного интеллекта**

№	Описание решения	Сайт
1	Инсилико. Система собирает омиксные данные, а затем с помощью глубокого обучения используется для оценки токсичности, фармакокинетических свойств и воздействия лекарственных кандидатов.	<a href="https://insilico.com">https://insilico.com</a>
2	ЦРТ. Используют технологии ИИ для автоматизации ведения ЭМК с помощью автоматического распознавания голоса	<a href="https://www.speechpro.ru/">https://www.speechpro.ru/</a>
3	Medframe. Система электронного обучения для медицины, три направления: площадка для интерактивных курсов, система маркировки данных и система управления обучением (LMS).	<a href="https://medframe.io/">https://medframe.io/</a>
4	Синапс. Цифровая медицинская платформа для автоматизации проведения клинических исследований и сбора данных.	<a href="http://синапс.рф/">http://синапс.рф/</a>

### 3.3. Инвестиции в искусственный интеллект в области медицины

Инвестиции в ИИ в области медицины и здравоохранения чрезвычайно важны, т.к. они дают возможность развивать эту сферу. При этом, медучреждения, как правило, не обращаются к организациям и стартапам с просьбой разработать для них технологии. Поэтому инициатива чаще всего исходит от самих разработчиков, которые имеют риск оказаться в убытке. Также существуют сложности с определением стоимости конкретной разработки в повседневной медицинской практике, что, безусловно, влияет на инвестиционную активность. Несмотря на обозначенные проблемы, мировой объем инвестиций в искусственный интеллект в сфере медицины растет шестой год подряд. Не помешал этому даже продолжительный период пандемии. С 2014 по 2021 г. объем вложений в этой сфере вырос в мире в 10 раз – с \$633,8 млн до \$6,662 млрд [36]. По прогнозам в 2022 г. рынок систем искусственного интеллекта вырастет до \$10,11 млрд, а к 2026 г. составит \$49,10 млрд [67].

Так, например, компания Babylon (Великобритания), занимающаяся разработкой виртуальных ассистентов в 2019 г. привлекла \$550 млн инвестиций. Greepome (США) привлекли в 2020 г. \$270 млн на генетические исследования. Системы поддержки принятия клинических решений Tempus (США) в 2019 г. и Yitu Technology (Китай) в 2018 г. привлекли по \$200 млн инвестиций. \$143 млн в 2020 г. привлекла компания Insitro (США) на дизайн лекарственных средств [60].

По оценке экспертов, в России также есть хорошие конкурентные продукты в этой области, но, увы, пока их слишком мало. Да и скепсис врачей остается достаточно высоким, что не позволяет говорить о широком использовании инноваций. В России насчитывается порядка 20 фондов, включая государственные институты развития типа «Сколково», которые инвестируют в ИИ на разных стадиях.

В 2020 г. некоторым российским компаниям удалось привлечь крупными инвестициями (более 100 млн рублей). Например, венчурный фонд НТИ инвестировал 180 млн рублей в платформу для диагностики «Цельс». Платформа Botkin.AI. привлекла инвестиции на 160 млн рублей. Но на мировом фоне эти цифры теряются.

Не все инвестиции идут исключительно в Москву. В Новосибирске основан стартап CheckMelanoma, который анализирует фотографии родинок, выявляя риск злокачественных образований. Похожий проект под названием «Прородинки» есть в Нижнем Новгороде. В Санкт-Петербурге действует проект AnnaProject, направленный на обработку данных и автоматизированное заполнение протоколов. Botkin.AI. занимается проектами в Тульской и Мурманской областях, а также в ЯНАО [36].

На рисунках 10–11 представлены направления инвестирования в ИИ в медицине в мире и в России.

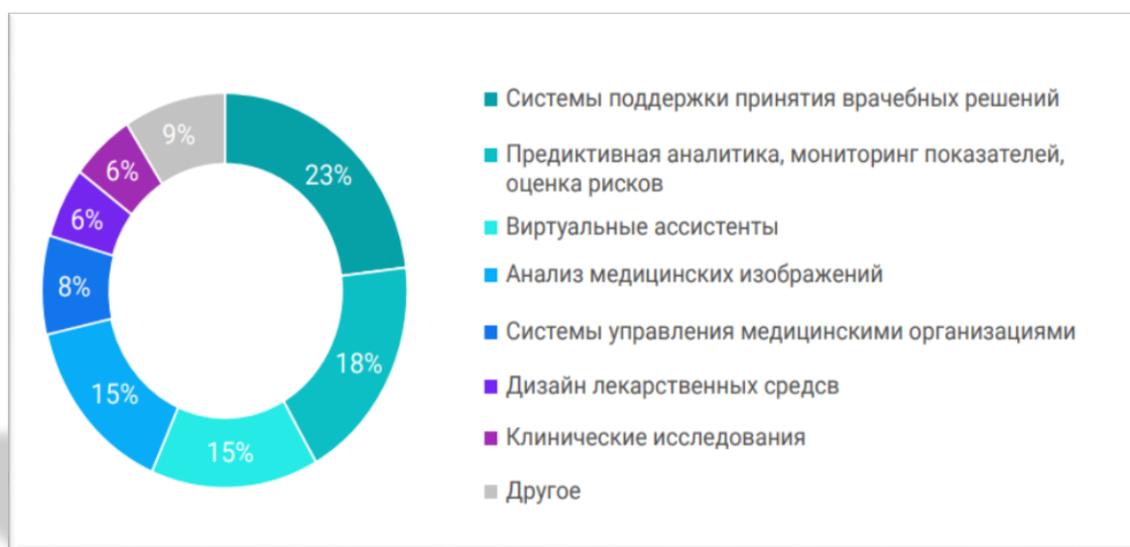


Рис. 10. Направления инвестирования в мире, % от общего объема инвестиций [60]



Рис. 11. Направления инвестирования в России, % от общего объема инвестиций по анализу 18 сделок за период 2016–2020 гг. [60]

### Заключение по главе 3

Потенциал систем искусственного интеллекта велик, количество успешных исследований и внедрений будет продолжать расти по мере интеграции систем искусственного интеллекта в здравоохранение. Уже сейчас применение систем ИИ приводит к смене парадигмы в здравоохранении, основанной на повышении доступности медицинских данных и быстром развитии аналитических методов, что в будущем приведет к оказанию более персонализированной и точной медицинской помощи.

### ТЕХНОЛОГИИ БУДУЩЕГО

#### 4.1. Направления развития систем искусственного интеллекта

Уже сейчас становится очевидным, что искусственный интеллект может быть применен во всей отрасли здравоохранения от виртуального ухода за пациентом до управления доходами учреждения здравоохранения. И в этой связи можно предположить развитие систем искусственного интеллекта в таких областях, как анализ неструктурированных медицинских данных, ускорение исследований и разработок, виртуальные помощники, использование интернета медицинских вещей, управление доходами и цепочками поставок.

Так, если искусственный интеллект, имеющий доступ к миллиардам клинических диагностических или лабораторных записей, станет доступен в режиме реального времени, он сможет с высокой степенью точности идентифицировать соответствие пациента определенной категории риска до того, как врач примет решение о лечении, а в некоторых случаях даже до рассмотрения вопроса о терапии.

Одна из тенденций развития искусственного интеллекта заключается в ускорении исследований и разработок. Это связано со способностью ИИ обрабатывать и анализировать огромные массивы данных, сокращая тем самым цикл разработки лекарственных средств.

Обработка естественного языка также скоро станет мейнстримом в области создания чат-ботов. Предполагается, что чат-боты будут использоваться для отправки базовых запросов, дополняя традиционные колл-центры, например, пациенты будут взаимодействовать с чат-ботами в вопросах о часах работы, записи на прием и т.д.

Уже сейчас существуют различные виртуальные помощники, выполняющие такие задачи как напоминание пациентам о необходимости приема лекарственных средств, но в будущем они станут более распространенными и смогут давать рекомендации по жизненно важным показателям (кровяное давление, уровень кислорода, уровень сахара в крови и т.д.), начнут разговаривать и задавать вопросы, наблюдая за пациентами 24/7.

Разрабатываемые медицинские устройства все больше становятся зависимыми от сотовой связи, т.к. она обладает возможностями поддержки работоспособности медицинского интернета вещей. Как правило, именно через сотовую связь сейчас происходит сбор данных с устройств и их удаленная передача в режиме реального времени врачу или лицу, осуществляющему уход, или самому пациенту. При этом данные о состоянии

здоровья пациентов могут храниться в облаке, что позволит врачам получать доступ к индивидуальным данным и проводить аналитику в масштабах всей популяции. Кроме того, развитие различных приложений для контроля и мониторинга состояния здоровья позволит использовать смартфоны и/или планшеты, что в свою очередь, позволит не только использовать устройства меньшего размера, но и контролировать пациентов из дома. Одновременно это направление требует разработки повышенных мер по обеспечению безопасности конфиденциальных данных. На данный момент разработчики систем ИИ нацелены на применение технологии распределенного реестра хранения данных (блокчейн) для защиты персональных данных.

Еще одно направление развития систем ИИ связывают с созданием систем управления доходами учреждения здравоохранения и цепочками поставок. Искусственный интеллект способен искать скрытые закономерности в массивах больших данных и моделировать деятельность медицинской организации, что в итоге приводит к оптимизации затрат и повышению качества управления.

#### 4.2. Патентный анализ

Для сбора информации об изобретательской активности были использованы открытые источники информации:

- Общедоступные открытые базы данных, содержащие сведения о научно-технических, научно-производственных и образовательных учреждениях.
- Зарубежные базы библиографических данных ScieceDirect, ClinicalKey, Medline Complete EBSCO Publishing, Nature Publishing, Science, Scopus, SpringerLink.

Отметим, что отсутствие четких общепринятых определений для понятий «искусственный интеллект» и «интеллектуальные системы поддержки принятия врачебных решений» открывает большие возможности для патентования широкого спектра изобретений. Особенно это стало заметно в период пандемии COVID-19, когда для решения актуальной медицинской проблемы – борьба с новой коронавирусной инфекцией – стали применять методы искусственного интеллекта для борьбы с этим заболеванием.

Результаты патентного анализа по направлению применения систем искусственного интеллекта в медицине и здравоохранении приведены в [таблицах 12–13](#).

Таблица 12

Сводные результаты патентного поиска по тематике:  
«Системы искусственного интеллекта в медицине и здравоохранении»

№ п/п	Предмет поиска (ключевые слова)	Номер охранного документа	Классификационный индекс	Страна выдачи/ Территория действия охранного документа	Заявитель (патентообладатель)	Название изобретения (полезной модели, промышленного образца)	Год
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	artificial intelligence in medicine искусственный интеллект в медицине	CN110556178A	G16H50/70	CN	Lou Bin A. Carmen	Decision support system for medical therapy planning // Система поддержки принятия решений при планировании медикаментозной терапии	2019
2.	- // -	CN111125061A	G06F16/21	CN	Lu Jie, Yao Jinwen	Method for standardizing and promoting health medical big data // Метод стандартизации и оптимизации больших медицинских данных в сфере здравоохранения.	2019
3.	- // -	US11056119B2	G10L17/22	US	Charles Anthony, Jones Kim, Matthew Branson	Methods and systems for speech signal processing // Методы и системы обработки речевого сигнала	2019
4.	- // -	CN109360649A	G16H50/20	CN	Wu Junhong, Ma Xiaojin, Zhang Biaobiao	A kind of pressure injury Clinical Decision Support Systems design method in knowledge based library // Метод проектирования систем поддержки принятия клинических решений при травмах от сдавливания	2018
5.	- // -	TWM582676U	G16H50/20	TW	Shi Weixiang	Modularized medical examination decision-support system applied to clinical auxiliary diagnosis // Модульная система поддержки принятия решений при диагностических мероприятиях	2019

6.	- // -	JP2020064609A	G06T5/002	JP	Jie Tang, Gros Eric, Jiang Hsieh, Nilsen Roy	Patient-specific deep learning image denoising methods and systems // Методы и системы устранения артефактов на рентгенологических снимках с использованием глубокого машинного обучения	2018
7.	- // -	CN109460433A	G16H40/20	CN	Lu Fenghua, Tao Junyi, Huang Jiacheng, Chen Yi'an, Liang Xianrong, Huang Jian	A kind of medical system big data single machine integrated approach and device // Комплексный подход и устройство для использования больших медицинских данных с локального рабочего места	2018
8.	система поддержки принятия врачебных решений	RU 2754723	A61B 5/00 G16H 10/00 G06Q 50/00)	RU	Величко Андрей Александрович, Величко Татьяна Васильевна	Способ анализа медицинских данных с помощью нейронной сети LogNNet	2021
9.	-//-	2017137802	G06F 17/00 G16H 10/60 G16H 50/20 G06N 3/02 G06N 20/00	RU	Дрокин Иван Сергеевич, Бухвалов Олег Леонидович, Сорокин Сергей Юрьевич	Способ и система поддержки принятия врачебных решений с использованием математических моделей представления пациентов	2019
10.	-//-	2723674	G16H 50/20 G16H 10/60 G06F 17/00	RU	Тарасов Денис Станиславович	Способ прогнозирования диагноза на основе обработки данных, содержащих медицинские знания	2020
11.	искусственный интеллект в медицине	2742261	G06F 8/70 G06F 8/20 G16H 50/70 G16H 30/20	RU	Джек Йигл Общество с ограниченной ответственностью «СбеоМедИИ» (RU)	Цифровая компьютерно-реализуемая платформа для создания медицинских приложений с использованием искусственного интеллекта и способ её работы	2021
12.	data base, базы данных	CN110602089A	G06F21/6245	CN	邵兵 李亮 胡利明	Block chain-based medical data storage method, device, equipment and storage medium // Метод хранения медицинской информации, основанный на системе блокчейна, оборудование и среда хранения	2019

13.	-//-	CN110556171A	G06F16/252	CN	李亮 邵兵	Medical data management method and device, node of block chain network and storage medium // Способ и устройство управления медицинскими данными, основанный на сети блок-чейн и среде хранения	2019
14.	-//-	CN110598474A	G06F16/27	CN	李杭超 申子熹	Data acquisition method, system, device and storage medium based on block chain // Способ сбора данных, система, устройство и носитель информации на основе блок-чейн	2019
15.	-//-	CN110634544A	G06F16/27	CN	蔡弋戈 秦青 杨晨 王乐庆 李琴	Medical record data processing method and device based on block chain, storage medium and equipment // Способ и устройство обработки данных медицинской карты на основе блок-чейна, носителя информации и оборудования	2019
16.	information system, информационные системы	RU2017140260A	H04L63/062	RU	Чхой Унхо (KR) Choi Unho (KR)	Authentication in distributed environment // Аутентификация в распределенной среде	2019
17.	Информационная среда	RU2563157C1	G06F21/32	RU	Эйдзабуро Ивата (JP)	Способ аутентификации физического лица и устройство для аутентификации физического лица	2012
18.	-//-	RU2642913C2	G16H50/50	RU	Йелин Эйнав Намер Ран Бронштейн Боац Дов Тал	Система и способ создания индивидуальной для пациента модели анатомической структуры на основе цифрового изображения	2011
19.	information system, информационные системы	RU2707715C2	G06F21/606	RU	ЛИСТАТ ЛТД. (BZ)	Динамическая защищенная коммуникационная сеть и протокол	2019
20.	-//-	RU2723667C1	G06F21/32	RU	Редкокашин Илья Владимирович (RU)	Способ передачи персональной информации	2018

21.	-//-	RU2676223C1	G06F21/6227	RU	Общество с ограниченной ответственностью "Научно-технический центр РЕЛЭКС"	Способ проведения разделения объектов базы данных на основе меток конфиденциальности	2017
22.	-//-	RU2589342C2	G06F21/60	RU	Цзинь Цюй Милан Петкович Чанцзе Ван Мухаммад Асим	Взаимодействие между множеством систем защиты данных	2011
23.	-//-	RU2320009C2	G06F21/32	RU	Мира К. Лакус (US)	Системы и способы для защищенной биометрической аутентификации	2003
24.	-//-	EA008879B1	G06F21/6245	EA	Майкл Арнуз	Система и способ обеспечения сетевой безопасности и электронной идентификации	2003
25.	-//-	EA008983B1	G06F21/32	EA	Такаши Аида Уэйн Дризин Тамио Саито	Интеллектуальная идентификационная карта	2003
26.	-//-	RU2336906C2	G06F19/3418	RU	Хенрик Эгесборг Хансен (DK) Хенрик Эгесборг Хансен Микаэль Эйлерсен (DK) Микаэль Эйлерсен Нильс Прюдс Рольстед (DK) Нильс Прюдс Рольстед	Портативное устройство и способ передачи информации медицинских данных	2002
27.	Распределение и выдача лекарств и вакцин	IN202141029727	A61K G06N G06K G05D	IN	Dr. R. Manikandan Dr. N. Yuvaraj G S Sivakumar Dr. P. Suneetha Dr. V. Sailaja Korupalli V Rajesh Kumar Tarra Sekhar Dr. Konduri Sucharitha Mr. C. Sathish Kumar Dr. S. Silvia Priscila	Autonomous vaccine distribution among masses using artificial intelligence// Автономное распределение вакцины в массах с использованием искусственного интеллекта	2021

28.		IN202141008199	G16H A61B	IN	Dr. D. Sunitha Pushpa Latha Mamidi Dr.Dayadi.Lakshmaiah B.Arathi Srilakshmi Alla Radarapu Bharathi Radhika Rajoju Anbarasu M	Smart prediction system to mine the database of COVID vaccinated personel// Система умного прогнозирования для майнинга базы данных о персонале, привитом от COVID	2021
29.		AU2021101706 IN20211012375	G06N G06Q G06K	AU	Agarwal, Dileep Kumar Dixit, Nitesh Kumar Kumar, Nishant Nadeem, Danish Panwar, Pushpendra Rolania, Deependra Singh, Sachin Raj Syed, Mohammad Haider Tajuddin, Mohd Upreti, Kamal DR Vargis, Binu Kuriakose	Blockchain technique for COVID-19 vaccine supply management// Блокчейн-техника для управления поставками вакцины COVID-19	2021
30.		WO2021165786 US20210257074	G06N 20/00 G01N 22/00	WO US	WILIOT, LTD. [IL]/[IL]	Tracing of COVID-19 vaccine vials// Отслеживание ампул вакцины COVID-19	2021
31.		IN202141010684	G07F G06Q G16H A61J	IN	Dr. M. Akiful Haque, Anurag University Dr. Dibyalochan Mohanty, Anurag University Dr. Chembeti Praveen Kumar, Ratnam Institute of Pharmacy Mr. Venugopalaiah Penabaka, Ratnam Institute of Pharmacy Dr. Pratap Kumar Patra, Sree Dattha Institute of Pharmacy Ladi Alik Kumar, Centurian University of Technology and Management Anjana Devi, Career Point	Artificial intelligence based smart touchless medicine dispensing system// Беспроводная система подачи медицины на основе искусственного интеллекта	2021

					University Bhawana Bhatt, Shri Guru Ram Rai University Sudhakar Kaushik, Shri Guru Ram Rai University Mr. Neeraj Bhandari, Sri Sai College Of Pharmacy Mr. Tarun Kumar, Laureate Institute of Pharmacy Mr. Sanjay Kumar, Gau-tam college of Pharmacy		
32.	Создание лекарственных и вакцин	CN111081316A	G16B20/30	CN	Geneis Beijing Co ltd	Method and device for screening new coronary pneumonia candidate drugs// Способ и устройство для скрининговых кандидатов в лекарственные средства от коронарной пневмонии	2020
33.		WO2021188969A2	A61/K 39/215	WO	Richard B. Gaynor, Lakshmi Srinivasan, Asaf Poran, Dewi Harjanto, Christina Kuksin, David Abram Rothenberg, John Srouji	Coronavirus vaccines and methods of use// Вакцины против коронавируса и способы их применения	2020
34.		WO2021173879A1	A61/K 38/16	WO	Andre Ronald Watson, Alexander Izvorski	Identification of biomimetic viral peptides and uses thereof// Идентификация биомиметических вирусных пептидов и их использование	2020
35.		US11058764B1	A61K39/215	US	Timothy S. Moore, Cullen Thomas Moore	Hcov vaccine for improving immunity against SARS-cov-2 infection// Вакцина против hcov для повышения иммунитета против инфекции SARS-cov-2	2020
36.	Методы дезинфекции	IN202021052210	G06F 19/00	IN	Dr. G.M. Asutkar Dr. Rahul Pethe Saurabh Patle Babli Sahu Suraj Musale Sayali Gurao	COVID-19 protected room : disinfecting class room using ai and data science system"// Защитная комната от COVID-19: дезинфекция классной комнаты на основе ИИ	2020

37.		KR102159727B1	A61L2/24	KR	Чжунсон Ли	Body disinfecting system of exothermic check for facial recognition and prevent an epidemic// Система дезинфекции тела экзотермической проверки для распознавания лиц и предотвращения эпидемии	2020
38.		CN111376268A	B25J11/00	CN	Dalu Robot Co ltd Cloud-minds Robotics Co Ltd	Disinfection method, disinfection robot and storage medium// Метод дезинфекции, робот для дезинфекции и носитель информации	2020
39.		CN111110896A	A61L2/24	CN	South China Robotics Innovation Research Institute	Intelligent disinfection epidemic prevention robot// Интеллектуальный дезинфекционный робот для предотвращения эпидемий	2020
40.		CN111350378A	E04H1/1205	CN	Anhui Changji Special Auto Manufacturing Co Ltd	Container formula intelligence epidemic prevention security personnel pavilion// Контейнерная формула разведки предотвращения эпидемий, павильон сотрудников службы безопасности	2020
41.	Методы диагностики	RU2754723C1	A61B 5/00 G16H 10/00 G06Q 50/00	RU	Величко Андрей Александрович (RU), Величко Татьяна Васильевна (RU)	Способ анализа медицинских данных с помощью нейронной сети lognnet	2021
42.		RU206855U1	A61B 7/04 A61B 5/1455	RU	Купцова Галина Николаевна (RU), Харченко Геннадий Александрович (RU)	Устройство обработки информации многофункционального электронного стетоскопа	2021
43.		RU2752137C1	A61B 5/0205	RU	Бондарик Александр Николаевич (RU), Егоров Алексей Игоревич (RU), Ульянов Владимир Владимирович (RU)	Персональный телемедицинский комплект для дистанционного контроля жизненно важных параметров состояния здоровья человека	2021
44.		RU204085U1	G16H 10/00 A61B 5/00	RU	Терешко Елена Алексеевна (RU), Харченко Геннадий Александрович (RU)	Телемедицинский хаб для осмотра и тестирования работников промышленных и транспортных предприятий	2021

45.	AU2021102333	A61B 5/08 A61B 5/00 A61B 5/01 A61L 2/00 A61L 2/24 G06K 9/00	AU	G., Pavithra DR Jose, Deepa DR Kumar, Prafull DR Kumar, R. Lakshmana DR Manjunath, T. C. DR Neogi, Biswarup DR Ranjani, R. DR Sadasivuni, Hemambika DR Sher, Diwan DR Shukla, Piyush Kumar DR Shukla, Pooja PROF Shukla, Prashant Kumar DR Singh, Rana DR Tewari, Ranjana DR Tripathi, Gagan Kant DR Trivedi, Ankita DR Wankhede, Hansaraj Shalikram DR	An utilization of artificial intelligence based system for preventing COVID effect on human body// Использование системы на основе искусственного интеллекта для предотвращения влияния COVID на здоровье человека	2021
46.	CN112349425	G16H 50/80 G16H 50/70 G16H 30/20 G06T 7/00	CN	HU Qiuming Zhang Nan Tianqi Huiyan (Beijing) Information Technology Co., LTD.	Artificial intelligent rapid screening system for COVID-19// Искусственная интеллектуальная система быстрого скрининга на COVID-19	2020
47.	IN202111032793	G06K G06N	IN	Mr. Binu Kuriakose Vargis Ms. Shreya Srivastava Mr. Basil Paul Dr. Amanpreet Singh Mr. Virender Kumar Mr. Davinder Kumar Dr. Parveen Kumar Dr. Arindam Chatterjee Ms. Nidhi Sharma Mr. Pradheep Manisekar-	Artificial intelligence based fast screening system for COVID-19 using ct images// Система быстрого скрининга на основе искусственного интеллекта для COVID-19 с использованием КТ-изображений	2021

					an Mr. Hariom Awasthi		
48.		IN202011045249	G06N 3/08	IN	Dr. Shafiqul Abidin Dr Ghanshyam Singh Mr. Hameed Pasha Mohammed Mr. Ankur Rana Ms. Zulekha Tabassum Dr. HC Hadimani	Method and computing device for diagnosing and analyzing probability of COVID-19 virus spread using ai// Метод и вычислительное устройство для диагностики и анализа вероятности распространения вируса COVID-19 с помощью ИИ	2020
49.		AU2020102228	G16H 50/80 A61B 5/00 A61B 5/01 A61B 5/08 A61B 5/1455 A61B 7/00	AU	Agrawal, Pankaj DR B, Venkaiahppalawamy MR Bhasin, Narinder Kumar DR Bhat, Nagaraj MR Gulati, Kamal DR Herur, Santosh MR Kalpana, V. DR Kshirsagar, Pravin R. DR M, Mahendra B MR Madhusudan . Sharma, Arvind K. DR Sidhu, Rajwinder Singh MR Sonth, Mahesh V DR Takyi, Kate MR Tewari, Ranjana DR Upreti, Kamal DR Yaseen, Syed Mufassir MR	A system for detection of corona virus in human body using artificial intelligence// Система обнаружения коронавирусной инфекции в теле человека на основе методов искусственного интеллекта	2020
50.	Методы лечения, мониторинга при лечении	BG3871	A61B 5/00 G06F 13/00	BG	BEST MEDIKAL KEAR OOD	Telemetry monitoring system for patients diagnosed with COVID-19// Система телеметрического мониторинга для пациентов с диагнозом COVID-19	2020

51.		CN111986818	G16H 70/40 G16B 40/00	CN	Nantong University Nantong Research Institute For Advanced Communication Technologies Co., Ltd.	Tmprss2-based corona virus disease 2019 (COVID-19) treatment drug screening system//Система скрининга лекарств при лечении COVID-19 на основе метода tmprss2	2020
52.		CN111354420	G16B 40/00 G16B 30/00 G16B 15/30	CN	JILIN University	Research and development method of sirna for COVID-19 virus drug therapy// Исследование и метод разработки sirna для лекарственной терапии вируса COVID-19	2020
53.		US20210313067 US20210313068	G16H 50/20 G06N 20/00 G06N 7/00 G16H 10/60 G16H 50/70 G16H 70/60	US	General Genomics, Inc.	Recommending treatments to mitigate medical conditions and promote survival of living organisms using machine learning models// Рекомендации по лечению для снижения медицинских состояний и содействия выживанию живых организмов с использованием моделей машинного обучения	2021
54.		US20210307700 US20210307701	A61B 5/00 G06N 20/00 G16H 10/20 G16H 50/70 G16H 50/20 G16H 10/60	US	General Genomics, Inc.	Predicting susceptibility of living organisms to medical conditions using machine learning models// Прогнозирование устойчивости живых организмов к медицинским условиям с использованием моделей машинного обучения	2021
55.	Методы прогнозирования течения отдельного заболевания	RU2742429C1	A61B 5/00 G01N 33/50	RU	Государственное бюджетное учреждение здравоохранения г. Москвы "Городская клиническая больница № 67 им. Л.А. Ворохобова Департамента здравоохранения города Москвы" (ru)	Способ экспресс-оценки изменений легочной ткани при COVID-19 без применения компьютерной томографии органов грудной клетки	2020

56.		CN113034434	G06T 7/00 G06T 7/11 G06T 7/55 G06K 9/62 G16H 30/20 G16H 50/20	CN	Shenzhen Third People's Hospital (Shenzhen Liver Disease Research Institute) Dermatology Hospital Of Southern Medical University (Guangdong Provincial Dermatology Hospital, Guangdong Provincial Center For Skin Disease And Sti Control, China Leprosy Control Research Center)	Multi-factor artificial intelligence analysis method for predicting severity of COVID-19// Многофакторный метод анализа для прогнозирования тяжести COVID-19	2021
57.		IN202141033820 AU2021105080	G16H G06N	IN	Dr. Shubhangi Digamber Chikte, Professor Dr. Baswaraj Gadgay, Professor & Regional Director Dr. Mohammed Abdul Waheed, Associate Professor Neelima Prasad, Research Scholar Deepa Hiregouda, Research Scholar Ambika Tengali, Research Scholar Mohammed Mahboob, Research Scholar Sheetal Hiremath, Research Scholar Ayesha Simran, Research Scholar Shabana Banu, Research Scholar Saniya Begum, Research Scholar	Machine learning model for predicting severity prognosis in patients infected with COVID-19// Модель машинного обучения для прогнозирования прогноза тяжести у пациентов, зараженных COVID-19	2021

58.		AU2020102631	G16H 50/80 G06N 3/02 G06N 20/00 G06N 20/10	AU	A, Anbuhezian DR Jain, Paras DR M, Madijagan Dr M, Shahina Parveen Dr N, Pradeep DR T, Subramani DR Udayakumar, Sridhar MR	The severity level and early prediction of COVID-19 using cedcnn classifier// Раннее прогнозирование COVID-19 и уровня тяжести с использованием классификатора cedcnn	2020
59.		AU2021105808	A	AU	Ankisetty, Gurusampath Kumar Dr Ch, Gvn Prasad Mr M, Kondalu Dr M.L.M., Prasad Mr P V, Ramana Murthy Mr P, Marimuthu Dr Rao, Kota Prasada Dr S, Ravi Chand Dr T, Srinivas Reddy Dr Taminana, Shesagiri Mr Veerasamy, Moorthy Dr	Machine learning technique to analyse the condition of COVID-19 patients based on their saturation levels// Метод машинного обучения для анализа состояния больных COVID-19 на основе их уровней насыщенности	2021
60.	Методы получения глобальных прогнозов и показателей	AU2020102643 IN20211023806	G06F 40/295 G06F 16/33 G06F 40/279 G06F 40/284 G06F 40/40 G16H 50/80	AU IN	Chamakeri, Puneet H Dr Dr. Chinnadurai, Veera Mr H D, Ranjit Mr Jadhav, Jagannath Dr Khan, Rubina Jahangir Miss Patil, Arati Dr Rampure, Prasad B Dr Rao, Surapudi Srinivasa Dr Sonavale, Amruta P Mrs	NLP-artificial intelligence based automatic detection of infection rate of pandemic diseases (COVID-19) // Автоматическое определение инфекции пандемических заболеваний на основе искусственного интеллекта для анализа текстовой информации (COVID-19)	2020
61.		CN112201361	G16H 50/80 G06N 3/04 G06N 3/08	CH	Shandong Industrial Technology Research Institute Of Zhejiang Uni- versity	COVID-19 epidemic situation prediction method based on LSTM model// Метод прогнозирования эпидемической ситуации COVID-19 на основе модели LSTM	2020

62.		CN112768067	G16H 50/30 G16H 50/50 G16H 50/80 G06Q 10/06 G06F 16/951	CH	Guangzhou Institute Of Respiratory Health Hengqin Jingzhun Wisdom Medical Technology Co., LTD.	System for evaluating risk indexes of COVID-19 in various regions// Система оценки индексов риска COVID-19 в различных регионах	2020
63.		AU2021103550	G06N 3/04 G06N 3/08 G06N 20/00 G08B 31/00	AU	Dixit, Shruti Fatima, M. Gupta, Bharti Jain, Jyoti Kaur, Navneet Khare, Kavita Khursheed, Afreen Sahay, Shalini Saxena, Minal Singh, Rachna	A method for prediction of COVID-19 based on machine learning algorithm// Метод прогнозирования COVID-19 на основе алгоритма машинного обучения	2021
64.		CN111462917A	G16H50/80	CN	Zhuhai Institute Of Advanced Technology Chinese Academy Of Sciences Co ltd	Epidemic situation early warning method and system based on space geographic analysis and machine learning// Метод и система раннего предупреждения об эпидемиях на основе космического географического анализа и машинного обучения	2020
65.	Методы оценки взаимодействия индивидуума при заражении	US11127506B1	G16H 50/80; G16H 50/30; G16H 50/20; H04W 4/18; H04W 4/021; H04W 4/029; G16H 10/20	US	Vignet Incorporated	Digital health tools to predict and prevent disease transmission// Инструменты цифрового здравоохранения для прогнозирования и предотвращения передачи болезней	2020
66.		US11094420B1	G16H 50/30; G08B 13/191; A61B 5/01; G06F 1/16; G06N 20/00; G06N 7/00; G16H 50/20	US	Nadikattu, Rahul Reddy Mohammad, Sikender Mohsienuddin	System and method of maintaining social distancing guidelines with nearby persons//Система и метод поддержания принципов социального дистанцирования с близкими людьми	2020

67.		AU2020101336A4	G16H50/80	AU	Saisanthiya D. Preetha Evangeline Divya G. Ran- jani M. Supraja P. Ga- yathri V. M. Vijayalakshmi V.	An efficient machine learning technique to track the covid patients along with secondary contacts// Эффективный метод машинного обучения для отслеживания пациентов с коронавирусом и вторичных контактов	2020
68.		KR102166627B1	G06Q50/26	KR	Чон Джин Хёк, Хо Джун Пак, Джи Ён Ким, Гу Хён Ким, Ён Геоль	Method for Offering Identification and Alert Service of Infectious Diseases Contact Based on Location Using Safety Platform// Метод предложения службы идентификации и оповещения об инфекционных заболеваниях в зависимости от местоположения с использованием платформы безопасности	2020
69.		CN111341463A	G16H50/80	CN	Tencent Technology Shenzhen Co Ltd	Epidemic situation investigation method and device, computer equipment and storage medium// Метод и устройство исследования эпидемической ситуации, компьютерное оборудование и носитель информации	2020
70.	Снижение взаимодействия, теле-медицина	RU2753234C1	A61B 5/00 A61M 21/00	RU	Москвитина Ульяна Сергеевна (RU)	Способ психофизиологической коррекции психологического состояния с использованием виртуальной реальности персонализированной геометрической формы	2020
71.	Методы реабилитации и мониторинга пациентов после Covid-19	AU2021103601	G16H 80/00 A61B 5/00 A61B 5/01 A61B 5/024 A61B 5/11 A61B 5/16	AU	Agarwal, Anshu Asthana, Stuti Bhanawat, Hemant Chaturvedi, Prashant Patel, Rajankumar G. Sankar, B.P. Bijay Saxena, Akash	System and method for monitoring post COVID patient using machine learning and block chain// Система и метод мониторинга пациента после COVID, использующего машинное обучение и блокчейн	2021
72.		IN202141002009	G06N 20/00	IN	Dr. Jagannath Jadhav Dr. G. Nageswara Rao Dr. J. Muthukumaran Dr. P. Janardhan Saikumar Dr. Syed Mutahar Aaqib Dr. Raghavendra.R. Mag- gavi	A machine learning technique to support decisions along with self study of COVID patients// Метод машинного обучения для поддержки решений при самоизучении пациентов COVID	2021

					Dr. Somashekhar I C Dr. Hema Patil Mr. Biswadip Basu Mallik Mr. Karkun M. Suhel M. Umarbhai		
73.		CN111815608A	G06T7/0012	CN	Beijing Xbentury Network Technology Co ltd	New coronary pneumonia patient recovery time prediction method and system based on deep learning// Новый метод и система прогнозирования времени выздоровления пациента с коронарной пневмонией на основе глубокого обучения	2020

Таблица 13

## Количество опубликованных охранных документов по годам (изобретательская активность)

Страна выдачи	2002	2003	2011	2012	2017	2018	2019	2020	2021	Общий итог
CN (Китай)						2	6	10	1	19
RU (Россия)	1	1	2	1	1	1	3	3	6	19
AU (Австралия)								4	5	9
IN (Индия)								2	6	8
US (США)							1	3	2	6
WO (Международная заявка)								2	1	3
CH (Швейцария)								2		2
EA (Евразийский патент)		2								2
KR (Корея)								2		2
BG (Бельгия)								1		1
JP (Япония)						1				1
TW (Тайвань)							1			1
Общий итог	1	3	2	1	1	4	11	29	21	73

Несмотря на происходящие изменения в области компьютеризации, информатизации и цифровизации сегодня ИИ в здравоохранении рассматривается не как отдельная область, но больше как важнейший компонент биомедицинской информатики и как одна из методологий, способных оказать помощь в решении ряда проблем в медицине.

Об этом свидетельствует и проведенный патентный поиск, который показал, что в настоящее время существенная часть патентов направлена на разработку интеллектуальных систем обработки и анализа данных: результаты анализов, показатели физиологического состояния пациента, цифровые изображения. Также встречаются патенты, направленные на защищенную передачу персональных данных. Защищаемые в течение последних пяти лет изобретения не представляют принципиально новых решений или подходов, однако демонстрируют непрерывный рост точности достигаемого результата выполняемого анализа и качества представляемых рекомендаций.

Анализ изобретательской активности в рассматриваемой области позволяет ожидать в ближайшие годы развития систем анализа медицинских данных и предоставления соответствующих врачебных рекомендаций с закономерным ростом точности и достоверности результатов, однако интенсивность настоящего роста, несомненно, будет снижаться, по причине конечности достигаемой величины.

### ВКЛАД СИБГМУ В РАЗВИТИЕ НАПРАВЛЕНИЯ

#### 5.1. Научно-образовательный консорциум стратегического проекта «Бионические цифровые платформы»

На текущий момент в рамках сотрудничества и совместной деятельности лаборатория цифровой антропологии медицинских систем СибГМУ привлекла следующие организации в Консорциум по блоку «Цифровая антропология медицинских систем»:

- ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» (г. Москва), в рамках сотрудничества запланирована разработка и проведение совместных программ дополнительного образования по биоэлеметологии, также ведется работа по созданию совместного студенческого научного объединения, в рамках изучения основ здорового питания (философия здоровья, вовлечение населения в заботу о своем здоровье).
- ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» (г. Тюмень), в рамках сотрудничества запланирован ряд исследований социологических исследований, нацеленных на выявление образно-символических и других конструкторов, лежащих в основе социальных причин системы принятия решений родителями при выборе способа лечения ребенка, страдающего ринусинусогенными осложнениями.
- Финансово-экономический институт ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет» (г. Тюмень). В процессе разработки социально-гуманитарных проектов по направлению «интегративное здравоохранение», разработка модели взаимодействия между специальностями, службами и секторами и поддержки вовлеченности пациентов и общества в заботу о своем здоровье.
- ФГБОУ ВО «Казанский ГМУ». В данном вузе сотрудники СибГМУ провели ряд лекций для сотрудников университета в рамках реализации дополнительной профессиональной программы по тематике гуманитарных основ цифровизации медицины. Также запланировано социологическое исследование «Профессиональная идентичность молодых врачей в условиях COVID / цифровизации медицины» с опросом экспертных сообществ и студентов.

## 5.2. Реализация программ дополнительного профессионального обучения

Разработаны, утверждены и аккредитованы на портале НМО две ДПО «Культура данных в медицинских исследованиях и клинике» и «Искусственный интеллект в медицине». Программы размещены в системе дистанционного обучения [online.ssmu.ru](http://online.ssmu.ru). В настоящее время ведется подготовка текстов для пресс службы для позиционирования программ. Подписана и утверждена программа ДПО «Особенности правового регулирования здравоохранения в РФ». В разработке находятся программы ДПО «Личный бренд врача» и «Бренд-стратегия для медицинских учреждений». В разработке находится программа ДПО совместно с Медицинским институтом РУДН «Цифровое поколение: основы здорового образа жизни». Совместно с группой компаний Центр Корпоративной Медицины при участии сотрудников лаборатории «Цифровой антропологии медицинских систем» (Карпов А.Б., Лукьянова Н.А.) разработана и реализована программа ДПО по подготовке медицинского персонала для работы в условиях удаленного промышленного здравоохранения.

## 5.3. Прикладные исследования, посвященные изучению проблематики взаимодействия пациентов и врачей в условиях цифровизации и искусственного интеллекта

В рамках подтверждения теоретических аспектов коммуникации и взаимодействия пациента и врача в условиях цифровизации медицины, в лаборатории цифровой антропологии медицинских системы СибГМУ был проведен ряд исследований прикладного социологического характера.

Первым этапом являлось исследование: «Трансформация системы здравоохранения: механизмы цифровизации и человекоцентричность в разрезе «медицины будущего». Результаты исследования представлены ниже.

Автоматизация множества процессов, всеобщая роботизация отраслей промышленности, неизбежным образом затронули и систему здравоохранения. Эта трансформация в системе обслуживания пациентов и принятия врачебных решений приводит к кардинальному изменению условий работы медицинских учреждений, а также системы межличностных взаимоотношений «врач-врач», «врач-пациент». Вследствие этого в последние годы на государственном уровне акцентируется вопрос человекоцентричности посредством налаживания разнообразных механизмов обратной связи между пациентом и врачом, а также врачом и врачом. Результаты подобных решений выливаются в направленность на пациентоориентированность, проведение мониторингов удовлетворенности и доверия граждан Госуслугами и в прочие цифровые решения.

В Указе Президента Российской Федерации «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» [68] одним из приоритетных направлений развития страны определена цифровая трансформация, связанная с достижением «цифровой зрелости» ключевых

отраслей экономики и социальной сферы, в том числе здравоохранения. Поставлена задача увеличения до 95% доли массовых социально значимых услуг, доступных в электронном виде.

В поиске новых путей по повышению эффективности реализации мероприятий по цифровизации системы здравоохранения существенным звеном является налаженный механизм обратной связи. Об этом, в связи с реализацией национальных проектов говорил В.В. Путин (24.12.2018, kremlin.ru): «... крайне важно наладить эффективный механизм обратной связи, сверять наши шаги с интересами людей, делать всё, чтобы они были непосредственными участниками наших проектов развития».

К подобным механизмам налаживания связи между пациентом и врачом или пациентом и цифровым устройствам относится гуманитарная экспертиза доверия в отношении к телемедицине, к сегменту мобильного здравоохранения (mHealth), которая позволит выявлять ключевые барьеры, возникающие на пути преодоления заблуждений граждан в отношении «цифры» в медицине (рис. 12).

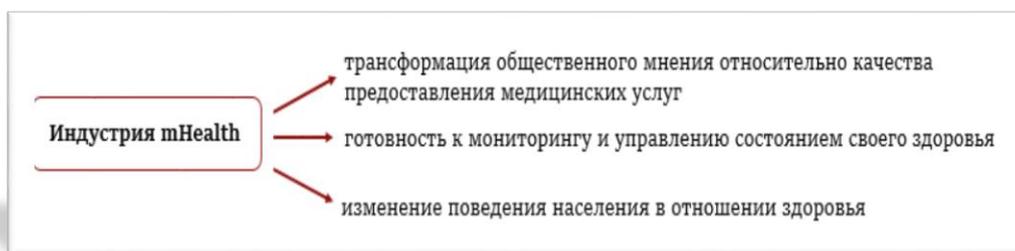


Рис. 12. «Социальные» сегменты мобильного здравоохранения

В медицине можно использовать множество технологий: анализ больших данных, машинное обучение, прогнозное моделирование и даже распознавание речи, которое пригодится для голосового ввода данных в медицинскую документацию. Именно поэтому в институтах появляются новые дисциплины вроде e-health или аналитики больших данных в медицине и социологии.

В связи с этим актуализируется гуманитарный анализ цифровизации системы здравоохранения как формы преобразования между различными субъектами медицины. По мнению многих ученых, вследствие объединения искусственного интеллекта с системой здравоохранения, изменяется и сам социокультурный фон общества, и для всестороннего, полного понимания происходящих изменений необходимо объединение усилий не только самих врачей, биоинформатиков, организаторов здравоохранения, но и антропологов, социологов, психологов и философов [69–72].

Введенская Е.В. [73] отмечает, что к основным плюсам цифровизации системы здравоохранения (в части телемедицины) можно отнести «существенное» преодоление расстояния между пациентами и врачом. Этот факт подтвердил в 2021 г. С. Евминенко, начальник Красноярского краевого МИАЦ, выступая на международной научно-практической конференции «Медицинская организация нового времени. Лучшие стандарты и практики цифровой трансформации». Спикер отметил [74], что при наличии большого края в 2,3 млн км<sup>2</sup>, где 46% площади относится к арктической

территории, а на 1 км<sup>2</sup>. приходится 1,21 жителя, более 60% местонахождение просто недоступно для прохождения транспорта (часто, при экстренных ситуациях, используются вертолеты). В данном случае власти региона приняли решение использовать МИС (медицинские информационные системы), включающие такие треки, как «Демография», веб-мониторинг и региональную телемедицинскую систему, с помощью которой проводятся консультации для пациентов в удаленных пунктах (до 70 тыс. консультаций ежегодно).

Помимо прочего, в разряд «медицины будущего» относятся и системы электронного документооборота, как, например, реализуемые Центральным НИИ организации и информатизации здравоохранения Минздрава РФ цифровые решения по типу вертикально-интегрированной медицинской информационной системы по направлениям онкология, акушерство и гинекология, эндокринология и так далее. С помощью указанных систем возможно оперативно отслеживать назначения для каждого пациента и организовывать консультации с врачом, который находится в федеральном центре.

При этих несомненных плюсах для системы здравоохранения в части развития телемедицинских систем и человекоцентричности, существует и ряд минусов, в том числе и отсутствие непосредственного общения между врачом и пациентом, тактильного контакта при проведении обследований и т.д. По словам Е.Г. Гребенщиковой и П.Д. Тищенко [75] массовое распространение информационных медицинских систем, включая ИИ, может привести к возникновению таких социально-значимых проблем, как: «прозрачность» баз данных пациентов; утечка личной медицинской информации о пациенте; обеспечение конфиденциальности и беспристрастности [76] и многое другое. Со стороны врачебного персонала тоже может быть немало нареканий к «цифровым» помощникам – корректно ли собран анамнез в информационной системе о пациенте; коррелируются ли данные, представленные в государственной МИС с теми анализами или анамнезом, который был собран на базе частных клиник? С одной стороны мы видим, что применение ИИ или мобильных средств обеспечивает более обширный доступ человека к медицинским услугам при его удаленности, а с другой стороны, проблематичным становится сохранение конфиденциальности пациентов [69] и синхронности передачи данных при лечении в разных клиниках.

Именно для преодоления барьеров при трансформации системы здравоохранения в условиях глобальной цифровизации и выработки механизмов человекоцентричности, как широкого понятия, включающего в себя учет потребностей пациентов, врачей, медсестер, ученых, необходимо проведение гуманитарных исследований (социологических, психофизиологических) в разных областях цифровизации здравоохранения.

В связи с вышесказанным, за отчетный период в рамках работы лаборатории цифровой антропологии медицинских систем были проведены ряд исследований, включающих в себя: сравнительный анализ практик по цифровизации системы здравоохранения в России и за рубежом (выбранные методы позволили сравнить плановые показатели с цифрами текущей статистики, обнаружить зоны отставания); изучение моделей трансформа-

ции общественного мнения по отношению к цифровым решениям (в г. Томске и в г. Москве), а также изучение проблем, связанных с применением МИС в частном и государственном сегментах.

В международном контексте интеграция информационных систем в медицинскую сферу началась с принятия в 2005 году резолюции по электронному здравоохранению, состоявшейся на 58-й сессии Всемирной ассамблеи здравоохранения [77]. И с каждым годом внимание исследователей к процессу цифровизации растет. Так в 2019 г. в Дании прошли обсуждения стратегии развития цифровизации здравоохранения Европейского региона. Мероприятие посетили представители более 50 стран мира. Многие годы Дания проектировала комплексную цифровую систему, уделяя особое внимание этическим аспектам цифровизации здравоохранения. Основой доверия к электронным системам среди граждан этой страны является полная конфиденциальность данных: информация о пациентах не передается третьим лицам, включая работодателей и страховые компании. Дополнительным приоритетом в сфере цифровизации здравоохранения является обеспечение равного доступа к медицинским услугам для самого широкого круга пользователей. В частности, Швеция к концу 2025 г. рассчитывает стать мировым лидером по использованию средств цифровизации. Вопросами цифрового здравоохранения уделяется особое внимание и в странах СНГ. При этом развертывание цифровой экосистемы происходит на достаточно высоком уровне. Так в 2019 г. Казахстан внедрил систему национальных электронных медицинских карт, обеспечив доступность данных карт пациента: при идентификации данных пользователь может получить необходимую информацию на свой смартфон [78].

Одним из актуальных вопросов, который рассматривают исследователи цифровизации здравоохранения является «медицина будущего». К наиболее перспективным направлениям в этой сфере относятся программирование генов, сверхточная диагностика здоровья, роботизированная хирургия и развитие трансплантологии. В то же время форсированная цифровизация здравоохранения влечет за собой риски, связанные с потерей приватности и конфиденциальности данных, перспективу технологической безработицы, дегуманизацию медицины [79].

Общественность и административный ресурс работает над оформлением новых сфер здравоохранения, описывая их в категориях программ развития и национальных проектов. Однако на сегодняшний день результативность тех или иных программ здравоохранения изучена недостаточно.

В 2020 г. объем финансирования на реализацию региональных проектов в рамках национального проекта «Здравоохранение» на 2019–2020 гг. составил 3 023,3 млн рублей. Отчеты о реализации проектов Томской области позволяют оценить лишь некоторые показатели реализации проекта «Создание единого цифрового контура в здравоохранении на основе единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ)». Так в 2020 г. к медицинским информационным системам было подключено 718 автоматизированных рабочих мест (АРМ) в государственных и муниципальных медицинских организациях, заменены ранее подключенные устаревшие АРМ в количестве 2 401 единицы.

Согласно дорожной карте проекта, количество автоматизированных рабочих мест в государственных и муниципальных медицинских организациях субъектах РФ в 2020 г. должно было составить 5 795,0000 единиц. Это значит, что автоматизация коснулась лишь половины рабочих мест от запланированного количества. К концу 2022 г. 100% медицинских организаций государственной и муниципальной систем здравоохранения должны использовать медицинские информационные системы для организации и оказания медицинской помощи гражданам, обеспечивающие информационное взаимодействие с ЕГИСЗ. По факту в 2019 и 2020 гг. этот показатель составил 83% и 90%, что позволяет говорить о том, что данный показатель будет достигнут.

В целом же по России данные статистики по программе представлены на рисунке 13:

Показатели и результаты Федерального проекта по итогам 7 месяцев 2021 года		План 2021г.	Факт 7 мес. 2021г.
Показатели	Число граждан, воспользовавшихся услугами (сервисами), доступными в Личном кабинете пациента «Мое здоровье» на ЕПГУ в отчетном году	18 млн. чел.	20,9 млн. чел. ↑
	Доля МО, использующих медицинские информационные системы и обеспечивающих информационное взаимодействие с ЕГИСЗ (ФЭР, ИЭМК)	94%	75,9%
	Доля записей на прием к врачу, совершенных гражданами дистанционно (ФЭР)	40%	24,2%
	Доля граждан, являющихся пользователями ЕПГУ, которым доступны электронные медицинские документы в Личном кабинете пациента «Мое здоровье» по факту оказания медицинской помощи	10%	11,28% ↑
	Доля случаев оказания медицинской помощи, по которым предоставлены электронные медицинские документы в подсистеме ЕГИСЗ (РЭМД, ИЭМК)	45%	34,32% (за 5 мес. 2021г.)
	Доля МО, внедривших централизованные подсистемы ГИС в сфере здравоохранения субъектов Российской Федерации (ЛЛО, СМП, УПП, ЦАМИ, ИЭМК, ЛИ, ТМК, ОНКО, АКИНЕО, ССЗ)	84%	73,4%
Результаты	Доля МО, обеспечивающих информационное взаимодействие с МСЭ посредством ЕГИСЗ	100%	64,9%
	Доля МО, обеспечивающих доступ граждан к электронным медицинским документам на в Личном кабинете пациента «Мое здоровье» на ЕПГУ	36 %	24,7%
	Доля МО, подключенных к региональным защищенным сетям передачи данных	94%	94,96% ↑
	Количество автоматизированных рабочих мест медицинских работников, подключенных к медицинским информационным системам	966 тыс.	964 тыс.

Рис. 13.

Показатели и результаты Федерального проекта по итогам 7 мес. 2021 г. [80]

В то же время, успех цифровизации той или иной сферы состоит не только в техническом оснащении организаций. Как показывают исследования, на реализацию программы влияет мотивация сотрудников и прозрачной информационной политики проведения модернизации системы здравоохранения [81].

Если говорить о Томской области, то в рейтинге развития цифровой зрелости субъектов РФ в сфере здравоохранения Томская область находится на 28-м месте среди регионов РФ и на 4-м месте среди регионов СФО. При оценке цифровой зрелости учитывались показатели взаимодействия медицинских организаций с подсистемами ЕГИСЗ (30 %); практическая эксплуатация медицинскими организациями МИС и подсистем ГИС на

основании сведений ЕГИСЗ (42 %); межведомственное взаимодействие в регионе (18 %); предоставление медицинской организацией электронных сервисов в Личном кабинете пациента «Мое здоровье» на Едином портале государственных услуг (10 %).

Следующим этапом исследований лаборатории являлось изучение моделей трансформации общественного мнения по отношению к цифровым решениям в системе здравоохранения (в г. Томске и в г. Москве), что как раз на примере показало уровень владения жителей указанных городов цифровыми сервисами, а также показало степень доверия к ним.

Для выявления текущих проблем, связанных с цифровизацией в медицинских учреждениях, а также для изучения моделей трансформации общественного мнения по отношению к цифровым решениям в системе здравоохранения (на примере г. Томска и г. Москвы) лабораторией цифровой антропологией медицинских систем СибГМУ в марте-июне 2022 г. было проведено два социологических исследования (опросными методами и методами гайд-интервью).

В рамках исследований было установлено, что москвичи активнее пытаются встретиться с врачами через портал Госуслуг. Жалобы на сбои в работе приложения, сложный интерфейс, затрудненную навигацию, а также на то, что «все непонятно» и «трудно для пенсионеров» встретились в 4% ответов москвичей и 4,2% жителей Томска.

В Томске только 55,1% выбрали цифровые коммуникации для общения с врачом и 44,9% предпочли живое общение (обращаем внимание, что в их числе нет тех, кто не имеет личного кабинета). Среди молодежной группы 70% от ее числа выбрали дистантный формат, в среднем возрасте 58%, а в старшей только 15%, для них обращение к цифровым формам взаимодействия скорее вынужденное, чем личный выбор. В Москве 78% опрошенных высказались за цифровые взаимодействия и 22% за личные. 86% респондентов молодежной группы предпочитает цифру, а также 82% респондентов средней возрастной группы и 50% старшей. Мы полагаем, что такое «отставание» томичей может объясняться не столько сравнительным отставанием от столицы в освоении цифровых платформ, сколько тем, что у них меньшие временные и прочие затраты на поддержание личных контактов, которые остаются предпочтительными.

Одной из задач нашего исследования было выявление опасений населения, связанных с цифровизацией здравоохранения. Было выявлено, что у респондентов первоначальные опасения связаны со снижением качества лечения при переходе на цифровые взаимодействия. Жителей г.Томска больше беспокоит недостаточность личных умений пользования интернетом и отсутствие технических возможностей, то есть здесь выше цифровые барьеры. По сравнению со страхом снижения качества лечения боязнь разглашения личных данных ниже у москвичей более чем в два раза, а у томичей в три. Обращает внимание на себя и то, что никаких опасений, связанных с цифровыми взаимодействиями с медицинскими организациями не испытывают около четверти респондентов.

В целом было выяснено, что у жителей г. Москвы выше готовность участвовать в цифровых взаимодействиях с врачами. Среди томских респондентов в том или ином объеме к этому готовы 49% опрошенных, то

есть почти половина, а среди московских почти 70%. Эта разница объясняется и более низкими цифровыми барьерами у населения и склонностью экономить время.

Следующим этапом прикладного социологического исследования являлся опрос по теме «Цифровизация томского здравоохранения глазами врачей». Опрос проводился в мае и июне 2022 по технологии face-to-face с последующим написанием транскрипций, выделением устойчивых маркеров обнаруженных признаков явлений и процессов и формулировкой концептов. Всего было взято 13 интервью у врачей из семи медицинских учреждений города Томска.

1. Клиники СибГМУ
2. Онкологический диспансер
3. Поликлиника №10
4. НИИ Курортологии
5. Томский областной кожно-венерологический диспансер
6. Частная стоматологическая клиника
7. Частная клиника №2

Гайд-интервью (прил. 2) состояло из 10 открытых вопросов, которые фокусировали внимание респондентов на том, какие элементы цифровизации они считают наиболее значимыми, с чем из перечисленного сталкиваются в процессе работы, что является наиболее эффективным с точки зрения принятия врачебных решений; как проходило внедрение цифровых компонентов, обучение по их использованию; способы мотивации сотрудников.

Установлено, что в целом среди медицинского сообщества сформирован запрос на функционирование и реализацию программы «Цифровое здравоохранение», но сами по себе медицинские учреждения по-разному работают с цифровыми сервисами: в бюджетных учреждениях одни МИС, а в платных клиниках зачастую вообще МИС отсутствуют ввиду того, что руководство не желает вкладываться в их установку и сопровождение. Таким образом, существенно тормозит процесс отсутствие унифицированной единой платформы, которая реализовывалась бы во всех клиниках г. Томска.

Также можно отметить хороший уровень цифровой инфраструктуры, созданный в медучреждениях г. Томска, с точки зрения технического оснащения и обучения сотрудников в работе с ИС. Однако в своей повседневной практике врачи все еще сталкиваются с проблемой медленной работы операционных систем и перебоями МИС, связанными с установкой обновлений. Это свидетельствует, что необходимо уделять особое внимание содержанию штата it-специалистов, для обеспечения оперативной помощи в решении проблемы. Кроме того, постепенно формируются процессы унификации медицинского знания, увеличивается доступность квалифицированной медицинской помощи посредством инструментов телемедицины и накоплению электронных медицинских данных. Растет удобство получения медицинских услуг пациентами: несмотря на ограниченность информационных систем, пациент может записаться на прием онлайн на сайте клиник или через Госуслуги, получить электронный больничный лист, телемедицинскую консультацию, имеет электронную больничную карту. В то же время, пока рано говорить о формировании единого

цифрового контура в медицинских учреждениях томской области: на данный момент, это скорее несколько цифровых контуров, ограниченных той или иной медицинской информационной системой.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные технологии имеют тенденцию к постоянному развитию и усложнению. При этом часть информационных технологий при всей сложности поставленных и успешно решаемых задач постоянно упрощается, создавая все более комфортные условия для пользователей.

Каждое современное технологическое усовершенствование занимает все меньше времени на разработку и внедрение в рабочий процесс. Внедрение искусственного интеллекта в область медицины и здравоохранения приносит множество ожиданий, а также некоторые проблемы. Связаны они в первую очередь с этическими вопросами. Недостаточная прозрачность использования личных данных пациентов для сбора информации при накоплении искусственным интеллектом больших баз данных для дальнейшего самообучения и использования их в работе с пациентами.

Новая модель организации оказания медпомощи базируется на пациентоориентированности. Следовательно, основана на использовании бережливых технологий и направлена на повышение эффективности внутренних процессов, эффективное использование ресурсов, повышение удовлетворенности пациентов доступностью и качеством получаемой медицинской помощи.

Применение ИИ в работе медицинских учреждений позволит более эффективно использовать время приема пациента. Комбинированная работа в связке «врач – ИИ» позволит в кратчайшие сроки получить доступ к большим базам данных схожих симптомов, что обеспечит более точное построение прогноза развития заболевания и позволит разработать персонализированный план ведения лечения пациентов, основанных на успехах других пациентов с аналогичным прогнозом. Но в любом случае последнее слово должно оставаться за лечащим врачом.

В процессе работы над теоретическим осмыслением основ взаимодействия пациента и врача в рамках искусственной социальности (это и системы ИИ, и цифровые платформы по работе с медкартами и электронная запись на прием к врачу) было выявлено, что при всех несомненных плюсах внедрения ИИ в систему здравоохранения существует ряд проблемных точек, которые необходимо решать для достижения наилучших результатов от пользования МИС. Обозначим основные из них:

- Антиномия цифровизации здравоохранения, которая отражает, с одной стороны, технологическое развитие человечества, а с другой стороны – уязвимость самого индивида и рост экзистенциальных рисков, провоцирует ситуацию, в рамках которых теряется «человеческое лицо» у системы здравоохранения, так как при использовании телемедицины пропадает основная форма коммуникации врача и пациента (тактильный контакт и прочее).

- На фоне «уязвимости», которую ощущает человек перед системами ИИ, у некоторых граждан России развивается чувство недоверия и наблюдается отрицательная оценка внедрения систем цифровизации и роботизации в сферу здравоохранения (по результатам ВЦИОМ 2021 г.).

Социологические исследования, проведенные лабораторией цифровой антропологии медицинских систем, подтверждают данные опасения, а именно: при опросе жителей г. Томска и г. Москвы было установлено, что опрошенные опасаются, что из-за применения ИИ в медицине, снизится качество лечения. Необходимо отметить, что жители столицы наиболее адаптированы к цифровым сервисам, нежели жители периферии, что отражено в их беспокойстве относительно собственных умений воспользоваться цифровыми услугами здравоохранения. Таким образом, можно заключить, что необходимым условием внедрения систем ИИ в здравоохранение является установление среднего или высокого индекса цифровой грамотности самого населения, то есть повышение цифровой грамотности пациентов.

- Также во время проведения социологического опроса выявлено, что «прозрачность» баз данных пациентов, утечка личной медицинской информации о пациенте, обеспечение конфиденциальности и беспристрастности цифровых медицинских сервисов и систем вызывают наибольшее опасение у продвинутых пользователей, чьи цифровые барьеры гораздо ниже (жители г. Москвы).

- При глубинном интервьюировании врачей г. Томска был выявлен основной цифровой барьер, который препятствует грамотному и планомерному внедрению систем ИИ в здравоохранение, а именно: при имеющемся запросе от врачебного персонала на внедрение телемедицины, систем принятия врачебных решений и проч., отсутствует единая МИС, которая была бы унифицирована как для муниципальных учреждений, так и для частных клиник, которые, зачастую, готовы брать на себя расходы по их содержанию. Это приводит к торможению процесса создания общей базы данных. Также, врачи г. Томска отметили, что в муниципальных больницах все равно информация дублируется в карты пациента в бумажном виде, что зачастую удваивает работы персонала, и это является следствием отсутствия унифицированной МИС, так как для частных клиник нужны бумажные варианты выписок.

Подобные цифровые барьеры пока являются основным препятствием при внедрении качественных МИС или систем ИИ в систему здравоохранения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ghosh S., Singh A. The scope of Artificial Intelligence in mankind: A detailed review / S. Ghosh, A. Singh // Journal of Physics: Conference Series. – May 2020. – doi: 10.1088/1742-6596/1531/1/012045.
2. Искусственный интеллект в медицине и здравоохранении // Центр2М : [сайт]. – URL: <https://center2m.ru/ai-medicine> (дата обращения 20.01.2021).
3. Вæргøе, К. How to achieve trustworthy artificial intelligence for health. / К. Вæргøе, A. Miyata-Sturm, E. Henden // Bull World Health Organ : [site]. – 2020. – Vol. 98(4). – P. 257-262.
4. Artificial Intelligence for Mental Health and Mental Illnesses: an Overview / Sarah Graham [et al.] // Current psychiatry reports. – Nov. 2019. – Vol. 21(11). – doi: 10.1007/s11920-019-1094-0.
5. Что такое искусственный интеллект в здравоохранении? // URL: <https://www.ibm.com/ru-ru/topics/artificial-intelligence-healthcare> (дата обращения 23.05. 2022 г.).
6. Колесников, Г. Как ИИ помогает медицинским специалистам / Г. Колесников // RB.RU : [сайт]. – URL: <https://rb.ru/opinion/ii-v-medicine/> (дата обращения 17.03.2022 г.).
7. Цифровая адаптация бизнеса : официальный сайт. – URL:<https://dba.ooo> (дата обращения 26.05.2022 г.).
8. Превенториум : проект // Превенториум : [сайт]. – СибГМУ, 2022-...– URL: [http://preventorium.ru/about\\_project](http://preventorium.ru/about_project) (дата обращения 21.09.2022 г.).
9. Adler A., Holder D. Electrical impedance Tomography: Methods, history and applications / A. Adler, D. Holder. – 2nd editio. – Boca Raton: CRC Press, 2021. – 518 p.
10. Корженевский, А. В. Использование искусственных нейронных сетей для решения обратных задач электроимпедансной и магнитоиндукционной томографии / А. В. Корженевский // Журнал радиоэлектроники. – 2001. – № 11. – С. 6.
11. Structural-functional lung imaging using a combined CT-EIT and a Discrete Cosine Transformation reconstruction method / B. Schullcke [et al.] // Scientific Reports. Nature Publishing Group. – 25951 (2016). – Vol. 6.
12. Алексанян, Г. К. Электроимпедансная томография – перспективный и развивающийся метод медицинской визуализации / Г. К. Алексанян // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия : Естественные и технические науки. – 2016. – № 11. – С. 60-64.
13. PyEIT: A python based framework for Electrical Impedance Tomography / B. Liu [et al.] // SoftwareX. – 2018. – Vol. 7. – P. 304-308.

14. Costa, E. L. V. Electrical impedance tomography / E. L.V. Costa, P. G. Lima, M. B. R. Amato // *Current Opinion in Critical Care*. – 2009. – Vol. 15, No 1. – P. 18-24.
15. Xu, M. Lung Perfusion Assessment by Bedside Electrical Impedance Tomography in Critically Ill Patients / M. Xu, H. He, Y. Long // *Frontiers Physiology*. – 2021. – Vol. 12. – doi: 10.3389/fphys.2021.748724.
16. A review of electrical impedance tomography in lung applications : theory and algorithms for absolute images / T. de C. Martins [et al.] // *Annual Reviews Control*. – 2019. – Vol. 48. – P. 442-471.
17. Chatziioannidis, I. Electrical Impedance Tomography: a new study method for neonatal Respiratory Distress Syndrome? / I. Chatziioannidis, T. Samaras, N. Nikolaidis // *Hippokratia*. – 2011. – Vol. 15, No 3. – P. 211-215.
18. Candiani, V. Neural networks for classification of strokes in electrical impedance tomography on a 3d head model / V. Candiani, M. Santacesaria // *Mathematics in Engineering*. – 2022. – Vol. 4, No 4. – P. 1-22.
19. Gastrointestinal Impedance Spectroscopy to Detect Hypoperfusion During Hemorrhage / Bloch A. [et al.] // *Shock*. – 2017. – Vol. 48, No 2. – P. 185-195.
20. EIT Imaging of Intracranial Hemorrhage in Rabbit Models Is Influenced by the Intactness of Cranium / Dai, M. [et al.] // *BioMed Research International*. – 2018. – Vol. 11.
21. The T-SCAN TM technology: electrical impedance as a / M. Assenheimer [et al.] // *Physiological Measurement*. – 2001. – Vol. 22, No 1. – P. 1-8.
22. Jossinet, J. The impedivity of freshly excised human breast tissue // *Physiol. Meas.* – 1998. – Vol. 19, № 1. – P. 61-75.
23. Three-dimensional EIT imaging of breast tissues: system design and clinical testing / V. A. Cherepenin [et al.] // *IEEE Transactions on Medical Imaging*. – 2002. – Vol. 21, No 6. – P. 662-667
24. Adler, A. Imaging of gastric emptying with electrical impedance tomography / A. Adler, R. Guardo, Y. Berthiaume // *Can. Med. Biolological Eng. Soc.* – 1994. – Vol. 20. – P. 14-15
25. EIT-kit: An Electrical Impedance Tomography Toolkit for Health and Motion Sensing / Zhu J. [et al.] // *UIST 2021: 34th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*. – 2021. – P. 400-413.
26. Импедансные медицинские технологии / ООО "Импедансные медицинские технологии": [сайт]. – Ярославль, 2008-... – URL: <https://medimpedance.ru/products.html> (дата обращения 21.04.2022 г.).
27. Dräger : [сайт]. – URL: [https://www.draeger.com/ru\\_ru/Hospital/Electrical-Impedance-Tomography](https://www.draeger.com/ru_ru/Hospital/Electrical-Impedance-Tomography)(дата обращения 21.04.2022 г.).

28. Wang, G. Electrical Impedance Tomography Based on Grey Wolf Optimized Radial Basis Function Neural Network / G. Wang, D. Feng, W. Tang // *Micromachines*. – 2022. – Vol. 13, No 7.
29. Machine learning enhanced electrical impedance tomography for 2D materials / A. Coxson [et al.] // *Inverse Problems*. – 2022. – Vol. 38, No 8.
30. Kłosowski, G. Using Neural Networks and Deep Learning Algorithms in Electrical Impedance Tomography / G. Kłosowski, T. Rymarczyk // *Informatyka Automatyka Pomiar w Gospodarce i Ochronie Środowiska*. – 2017. – Vol. 7, No 3. – P. 99-102.
31. One-dimensional convolutional neural network (1D-CNN) image reconstruction for electrical impedance tomography / X. Li [et al.] // *Rev Sci Instrum*. – 2020. – Vol. 91, No 12. – doi: 10.1063/5.0025881.
32. A novel deep neural network method for electrical impedance tomography / X. Li [et al.] // *Transactions of the Institute of Measurement and Control*. – 2019. – Vol. 41, No 14. – P. 4035-4049.
33. Adler, A. Neural Network Image Reconstruction Technique for Electrical Impedance Tomography / A. Adler, R. Guardo // *IEEE Transactions on Medical Imaging*. – 1994. – Vol. 13, No 4. – P. 594-600.
34. 3Реанимационно-анестезиологическая информационная система РАИСа : [сайт] / ООО "КваттроЛаб". – Москва. – URL: <https://rais.icu> (дата обращения 21.04.2022 г.).
35. Webiomed : платформа прогнозной аналитики / ООО «К-СКАЙ» : [сайт]. – Петрозаводск, 2022-... – URL: <https://webiomed.ai/> (дата обращения 26.05.2022 г.).
36. Немцева, М. Киберлекари: искусственный интеллект завоевывает медицину / М. Немцева // *Известия.iz* : [сайт]. – URL: <https://iz.ru/1193061/mariia-nemtceva/kiberlekari-iskusstvennyi-intellekt-zavoevuyuet-meditcinu> (дата обращения 21.04.2022 г.).
37. Михайлова, И. Г. Глобальная цифровизация социокультурного воспроизводства: «deus ex machina» или конец эры человека? / И. Г. Михайлова // *Социальные новации и социальные науки*. – Москва : ИНИОН РАН, 2021. – № 1. – С. 121-132.
38. Ерохин, В. С. Идентификация нормативности в нарративном подходе: преимущества и недостатки / В. С. Ерохин, Н. В. Ерохина // *Гуманитарный вектор*. – 2020. – Т. 15, № 4. – С. 188-194.
39. Ogleznev, V. V. Ascriptive legal language and its origins in the speech act theory / V. V. Ogleznev // *Вестник Томского государственного университета. Философия. Социология. Политология*. – 2019. – № 48. – P. 205-211.
40. Ogleznev, V. The nature and potential applications of contextual definition in philosophy of law / V. Ogleznev // *Filosofija, Sociologija*. – 2021, – Vol. 32, No 1. – P. 23-31.

41. Саенко, Л. А. Интернет-пространство как фактор формирования сетевого сообщества / Л. А. Саенко, М. В. Егоров // Историческая и социально-образовательная мысль. – 2015. – Т. 7, № 1. – С. 159-162.
42. Белоногов, И. Н. Социо-антропологические перспективы цифровизации в условиях глобального цивилизационного кризиса: роль глобальной сети в переформатировании общества и личности : доклад / И. Н. Белоногов, В. Г. Буданов // Институт Философии Российской Академии Наук. – URL: [https://iphras.ru/uplfile/knowl/doklad\\_budanov-belonogov.pdf](https://iphras.ru/uplfile/knowl/doklad_budanov-belonogov.pdf) (дата обращения: 22.06.2022).
43. Сокулер, З. А. "Фундаментальная онтология" и онтология дигитального мира / З. А. Сокулер // Вестник Московского университета. Сер.7: Философия. – 2017. – № 6. – С. 3-17.
44. Durkheim, E. The Elementary Forms of Religious life / E. Durkheim ; translated and with an introduction by Karen E. Fields // New York : The Free Press. – 1995. – 535 с.
45. Резаев, А. В. Социология в эпоху «искусственной социальности»: поиск новых оснований / А. В. Резаев, Н. Д. Трегубова, В. С. Стариков // Социологические исследования. – 2020. – № 2. – С. 3-12.
46. Максимов, И.Л. Коммуникация врач-пациент как актив медицинской помощи / И. Л. Максимов // Здоровье человека в XXI веке: сборник научных статей, Казань, 30–31 марта 2018 года. – Казань, 2018. – С. 276-280.
47. Yushi (Boni) Li Trust between physicians and patients in the e-health era / Yushi (Boni) Li, Lauren James, Jamie McKibben // Technology in Society. – 2016. – Vol. 46. – P. 28-34.
48. Камалиева, И. Р. Антропологический кризис в современной медицине / И. Р. Камалиева // Философия и культура. – 2018. – № 5. – С. 65-70. – doi: 10.7256/2454-0757.2018.5.26164.
49. Камалиева, И. Р. Доверие как основание отношения «врач – пациент» в современной медицине: философско-антропологическая интерпретация / И. Р. Камалиева, В. С. Невелева // Вестник Пермского университета. Философия. Психология. Социология. – 2019. – № 4. – С. 504-514. – doi: 10.17072/2078-7898/2019-4-504-514.
50. Фёдоров Валерий Россияне об искусственном интеллекте и роботизации : презентация / Валерий Фёдоров // ВЦИОМ : [сайт]. – URL: <https://wciom.ru/presentation/prezentacii/rossijane-ob-iskusstvennom-intellekte-i-robotizacii>(дата обращения: 22.06.2022).
51. Беялетдинов, Р. Р. Редактируя человека : вступительная статья приглашенных редакторов / Р. Р. Беялетдинов, О. В. Попова // Человек. – 2021. – Том 32, № 6. – С. 7-9.
52. Российская Федерация. Президент. О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации : Указ Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 г. № 490 // Президент России : офици-

- альный сайт. – Москва, 2019. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44731> (дата обращения 08.04.2022 г.).
53. Васильев, А. А. Место искусственного интеллекта среди элементов состава правоотношения / А. А. Васильев, Ю. В. Печатнова // Digital Law Journal. – 2020. – Т. 1, № 4. – С. 74-83. – doi: 10.38044/2686-9136-2020-1-4-74-83.
  54. Архипов, А. В. Отношение к новым ИТ-технологиям на примере здравоохранения / А. В. Архипов, А. В. Гусев, А. А. Орлова // Этика и «цифра»: от проблем к решениям / под ред. Е. Г. Потаповой, М. С. Шклярчук. – Москва : РАНХиГС, 2021. – С. 52-57.
  55. Kang, D.Y. Artificial intelligence algorithm to predict the need for critical care in prehospital emergency medical services / D.Y. Kang, K.-J. Cho, O. Kwon [et al.] // Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine. – 2020. – Vol. 28, No 1. – P. 1-8. – doi: 10.1186/s13049-020-0713-4.
  56. Сазонова, Маргарита Искусственный интеллект и право: есть контакт? / Маргарита Сазонова // Гарант.ру : информационно-правовой портал. – URL: <https://www.garant.ru/news/1401154/> (дата обращения 04.05.2022 г.)
  57. Российская Федерация. Законы. О проведении эксперимента по установлению специального регулирования в целях создания необходимых условий для разработки и внедрения технологий искусственного интеллекта в субъекте Российской Федерации – городе федерального значения Москве и внесении изменений в статьи 6 и 10 Федерального закона "О персональных данных" : федеральный закон N 123-ФЗ [принят Гос. Думой 14 апреля 2020 г. : одобрен Советом Федераций 17 апреля 2020 г.] // Консультант Плюс : надёжная правовая поддержка. – URL: <https://dsm.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=doc&ts=zjXlhUTOISdfCaCn&cacheid=39B92F4E74FE2A9BD BD97EC00CD24527&mode=splus&rnd=9PLzNA&base=LAW&n=351127#V8alhUTaMePuVINY2> / (дата обращения 04.05.2022 г.).
  58. Бегишев, И. Р. Технология искусственного интеллекта: мировой опыт развития / И. Р. Бегишев // Baikal Research Journal. – 2020. – Т. 11, № 3. – doi: 10.17150/2411-6262.2020.11(3).1.
  59. Кодекс этики в сфере искусственного интеллекта // Альянс в сфере искусственного интеллекта : [сайт]. – URL: [https://ethics.a-ai.ru/assets/2022/12/30/Кодекс\\_этики\\_в\\_сфере\\_ИИ\\_финальный.pdf](https://ethics.a-ai.ru/assets/2022/12/30/Кодекс_этики_в_сфере_ИИ_финальный.pdf) f (дата обращения 05.05.2022 г.).
  60. Тренды развития искусственного интеллекта в медицине : аналитический обзор // Агентство инноваций города Москвы : [сайт]. – сентябрь 2020. – URL: [https://innoagency.ru/files/ AI\\_in\\_Healthcare\\_AIM\\_2020.pdf](https://innoagency.ru/files/ AI_in_Healthcare_AIM_2020.pdf) (дата обращения 30.09.2022 г.).
  61. Cheung, K.C. Artificial Intelligence in Medicine – Top 10 Applications : blog // Algorithm-XLab : The business of Artificial Intelligence: [site]. – URL: <https://algorithmxlab.com/blog/artificial-intelligence-medicine/> (дата обращения 30.09.2022 г.).

62. Коленов, С. Структура белка, таблетка от ковида и марсианские недра: десять научных прорывов 2021 года по версии Science / С. Коленов // N+1 : главное издание о науке, технике и технологиях [сайт]. – URL: <https://nplus1.ru/blog/2021/12/17/science-top10-2021> (дата обращения 21.04.2022 г.).
63. Альманах искусственный интеллект : аналитический сборник. № 11: ИИ в здравоохранении // МФТИ, Центр компетенций НТИ «Искусственный интеллект» [сайт]. – URL: <https://aireport.ru/healthcare> (дата обращения 25.09.2022 г.).
64. Sawat, S. How AI Enabled Wearables are Changing Healthcare and Fitness Industry : blog / S. Sawat // Einfochips : An Arrow Company [site]. – URL: <https://www.einfochips.com/blog/how-ai-enabled-wearables-are-changing-healthcare-and-fitness-industry/> (date application 25.09.2022).
65. Гусев, А. В. Перспективы нейронных сетей и глубокого машинного обучения в создании решений для здравоохранения / А. В. Гусев // Врач и информационные технологии. – № 3. – 2017. – С. 92-105.
66. Гусев, А. В. Обзор Российских систем искусственного интеллекта для здравоохранения : блог / А. В. Гусев // Webiomed : платформа прогнозной аналитики : [сайт]. – URL: <https://webiomed.ru/blog/obzor-rossiiskikh-sistem-iskusstvennogo-intellekta-dlia-zdravookhraneniia/> (дата обращения 21.02.2022 г.).
67. Гусев, А. В. О российских инвестициях и эффективности ИИ для здравоохранения / А. В. Гусев // АРМИТ : [сайт]. – URL: [armit.ru/news/files/O\\_rossiiskikh\\_investitsiyakh\\_i\\_effektivnosti\\_II\\_dlya\\_zdravookhraneniya.pdf](http://armit.ru/news/files/O_rossiiskikh_investitsiyakh_i_effektivnosti_II_dlya_zdravookhraneniya.pdf) (дата обращения 10.07.2022 г.).
68. Российская Федерация. Президент. О национальных целях развития России до 2030 года : Указ Президента РФ от 21 июля 2020 г. №474 // Президент России : официальный сайт. – Москва, 2020. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726> (дата обращения: 10.07.2022).
69. Beranger, J. Big Data and Ethics : The Medical Datasphere / J. Beranger. – London : ISTE Press; Oxford: Elsevier, 2016. – 350 p
70. Шилина, М. А. BigData и цифровая датификация как техносоциальный феномен. К вопросу формирования научно-теоретической рамки исследования / М. А. Шилина // Социально-политические науки. – 2018. – № 4. – С. 60-65.
71. Гусев, А. В. Этика цифровой медицины / А. В. Гусев // Этика и «цифра»: этические проблемы цифровых технологий : аналитический доклад // РАНХиГС. – URL: [https://ethics.cdto.center/7\\_2#link135](https://ethics.cdto.center/7_2#link135) (дата обращения: 20.08.2022).
72. Swan, M. The Quantified Self: Fundamental Disruption in Big Data Science and Biological Discovery / M. Swan // Big Data. – 2013. – Vol. 1, No 2. – P. 85-99.
73. Введенская, Е. В. Этические проблемы цифровизации и роботизации в медицине / Е. В. Введенская // Философские науки. – 2020. – Т. 63. № 2. – С. 104-122.

74. ИТ-вирус: как пандемия ускорила цифровизацию больниц / ZDRAV.EXPERT: [сайт]. – URL:<https://zdrav.expert/index.php/> Статья:ИТ-вирус:\_как\_пандемия\_ускорила\_цифровизацию\_больниц (дата обращения: 21.08.2022).
75. Гребенщикова, Е. Г. Оцифрованное будущее медицины: вызовы для биоэтики / Е. Г. Гребенщикова, П. Д. Тищенко // Философские науки. – 2020. – Т. 63, № 2. – С. 83-103.
76. Cohen G., Vayena E, Gasser U. Introduction / G. Cohen, E. Vayena, U. Gasser // Big Data, Health Law, and Bioethics. – Cambridge, UK: Cambridge University Press. – 2018. – P. 1-13.
77. Кугач, В. В. Информатизация медицины и фармации в американском и африканском регионах / В. В. Кугач, Е. И. Давидович // Вестник фармации. – 2018. – № 2(80). – С. 95-104.
78. Отчет о проведении симпозиума ВОЗ «Будущее цифровых систем здравоохранения в Европейском регионе», Копенгаген, Дания, 6-8 февраля 2019 // Всемирная организация здравоохранения, Европейское региональное бюро : [сайт]. – URL: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/330370/9789289059985-rus.pdf>. (дата обращения: 15.05.2022).
79. Присяжная, Н. В. Медицина будущего: ожидания врачей и пациентов : презентация / Н. В. Присяжная // Форум «Социология здоровья», 12 ноября 2019 г. : [сайт]. – Москва, 12 ноября 2019. – URL: <https://socforum.nioz.ru/wp-content/themes/intentionally-blank/assets/presentations/sec3/1.%20Присяжная%20Н.В..pdf>(дата обращения: 16.05.2022).
80. Итоги реализации Национального проекта «Здравоохранение» / [Электронный ресурс] URL:<https://minzdrav.gov.ru/poleznye-resursy/natsproektzdravoohranenie/itogi-realizatsii-natsionalnogo-proekta-zdravoohranenie> (дата обращения: 15.06.2022).
81. Афян, А. И. Цифровая трансформация государственной системы здравоохранения России : возможности и противоречия / А. И. Афян, Д. В. Полозова, А. А. Гордеева // Цифровое право. – 2021. – Том 2, № 4. – С. 20-39.

## Приложение 1

### Формализованный опросный лист «Знание населением элементов цифрового здравоохранения»

*Уважаемые респонденты!*

*Лаборатория цифровой антропологии медицинских систем СибГМУ проводит опрос по теме: «Отношение жителей города Томска к процессу цифровизации томского здравоохранения».*

*Просим Вас ответить на несколько вопросов,  
Ваше мнение важно для нас!*

*Вопросы касаются только системы государственного и муниципального здравоохранения, исключая частное.*

Цифровизация здравоохранения для гражданина – это взаимодействие с врачами и медицинскими организациями через интернет.

1. У Вас есть личный кабинет на портале Госуслуг? (То есть, вы зарегистрированы на портале Госуслуг?)

- 1) да (вариант 1 анкеты)
- 2) нет (вариант 2 анкеты)
- 3) не знаю о портале Госуслуг

Вариант 1.

2. Совершали ли Вы следующие действия на портале Госуслуг?

		да	нет	Затрудняюсь ответить
1	Записывались к врачу			
2	Вызывали врача на дом			
3	Получали сертификат COVID-19			
4	Оформляли/изменяли полис ОМС			
5	Выбирали медицинскую организацию обслуживания			
6	Оформляли электронный листок нетрудоспособности (больничный)			

3. С какими сложностями столкнулись при совершении вышеперечисленных действий?

- 1) ни одно из перечисленных действий я не совершал(а)
- 2) никаких сложностей не было
- 3) не смог(ла) найти нужную медицинскую организацию или врача, чтобы записаться
- 4) не было свободного времени для записи к врачу

5) свой вариант ответа\_\_\_\_\_

4. Выберите одно из утверждений, с которым максимально согласны

- 1) мне больше нравится совершать перечисленные действия через Госуслуги, чем звонить по телефону или ходить по медицинским учреждениям
- 2) мне больше нравится совершать перечисленные действия, обращаясь лично в медицинские учреждения к специалистам

5. Хотели бы Вы иметь возможность получать консультации врачей через интернет? (один возможный ответ)

- 1) да, это экономит время и силы
- 2) иногда, по несложным вопросам
- 3) нет, это снизит качество лечения
- 4) свой вариант ответа\_\_\_\_\_
- 5) затрудняюсь ответить

6. Вам выписывали хоть раз лекарства по электронному рецепту (без бумажного варианта рецепта)?

- 1) выписывали
- 2) нет, никогда
- 3) не понимаю, что это такое

7. Какие опасения, связанные с общением с врачами и медицинскими организациями через интернет, Вы испытываете? (все возможные варианты ответа)

- 1) снижение качества лечения и других медицинских услуг
- 2) разглашение личных данных, связанных со здоровьем
- 3) недостаточно личных умений, чтобы общаться с медицинскими учреждениями через интернет
- 4) недостаточно технических возможностей (нет смартфона/компьютера/ноутбука), чтобы общаться с медицинскими учреждениями через интернет
- 5) никаких страхов не испытываю
- 6) свой вариант ответа\_\_\_\_\_
- 7) затрудняюсь ответить

8. По вашему мнению, как изменилось качество томского здравоохранения за последние пять лет?

- 1) существенно улучшилось
- 2) кое-что улучшилось
- 3) ничего не изменилось
- 4) ухудшилось
- 5) затрудняюсь ответить

9. По вашему мнению, забота о здоровье граждан - чья ответственность в первую очередь?

- 1) человек сам в первую очередь должен заботиться о своем здоровье
- 2) это дело врачей и системы здравоохранения в целом

3) это первоочередная забота государства

4) затрудняюсь ответить

10. Пол

М

Ж

11. Возраст

1) 18-34

2) 35-64

3) 65 и старше

12. Уровень образования

1) неполное среднее образование

2) среднее образование

3) среднее специальное образование

4) неполное высшее (3 курса вуза) или высшее образование

## Вариант 2

2. Вы записывались на прием к врачу через интернет?

1) да, я делал это сам на сайте медицинской организации (переход к вопросу 4)

2) да, меня записывал родственник/друг

3) нет, ни разу

3. Вы хотите научиться записываться к врачу через интернет?

1) да, хочу

2) нет, мне всегда помогут

3) нет, предпочитаю звонить или посещать медицинские учреждения лично

4) нет, думаю не справлюсь

5) затрудняюсь ответить

4. Хотели бы Вы иметь возможность получать консультации врачей через интернет? (один возможный ответ)

1) да, это экономит время и силы

2) иногда, по несложным вопросам

3) нет, это снизит качество лечения

4) свой вариант ответа\_\_\_\_\_

5) затрудняюсь ответить

5. Вам выписывали хоть раз лекарства по электронному рецепту (без бумажного варианта рецепта)?

1) выписывали

2) нет, никогда

3) не понимаю, что это такое

6. Какие опасения, связанные с общением с врачами и медицинскими организациями через интернет Вы испытываете? (все возможные варианты ответа)

- 1) снижение качества лечения и других медицинских услуг
- 2) разглашение личных данных, связанных со здоровьем
- 3) недостаточность личных умений, чтобы общаться с медицинскими учреждениями через интернет
- 4) недостаточность технических возможностей (нет смартфона/компьютера/ноутбука), чтобы общаться с медицинскими учреждениями через интернет
- 4) никаких страхов не испытываю
- 5) свой вариант ответа\_\_\_\_\_
- 6) затрудняюсь ответить

7. По вашему мнению, как изменилось качество томского здравоохранения за последние пять лет?

- 1) существенно улучшилось
- 2) кое-что улучшилось
- 3) ничего не изменилось
- 4) ухудшилось
- 5) затрудняюсь ответить

8. По вашему мнению, забота о здоровье граждан - чья ответственность в первую очередь?

- 1) человек сам в первую очередь должен заботиться о своем здоровье
- 2) это дело врачей и системы здравоохранения в целом
- 3) это первоочередная забота государства
- 4) затрудняюсь ответить

9. Пол

- М  
Ж

10. Возраст

- 1) 18-34
- 2) 35-64
- 3) старше 65

11. Уровень образования

- 1) неполное среднее образование
- 2) среднее образование
- 3) среднее специальное образование
- 4) неполное высшее (3 курса вуза) или высшее образование

## Приложение 2

### Гайд-интервью «Процесс цифровизации в медицинских учреждениях г. Томска глазами врачей»

*Уважаемые коллеги,  
данный опрос проводится в рамках работы Лаборатории цифровой антропологии медицинских систем Института интегративного здравоохранения ФГБОУ ВО СибГМУ.*

*Цель исследования - получить достоверные и актуальные данные относительно процессов цифровизации, которые происходят в медучреждениях Томской области.*

*Мы гарантируем анонимность данного опроса, а все ответы будут представлены в обобщенном виде и использованы только в научных целях.*

*Благодарим Вас за участие в социологическом исследовании!*

1. Что в Вашем понимании означает «цифровизация здравоохранения»?
2. Какие элементы цифровизации здравоохранения являются наиболее значимыми на современном этапе?
3. Отметьте в таблице, какие элементы цифровизации внедряются в медучреждении, в котором Вы работаете?

<i>онлайн-запись к врачу на сайте клиники/через Госуслуги</i>	
<i>ведение электронных карточек пациентов в ЕГИСЗ</i>	
<i>выписка электронных рецептов</i>	
<i>оформление больничного листа</i>	
<i>онлайн-консультации с лечащим врачом через мессенджер/приложение</i>	
<i>телемедицина</i>	

4. С какими проблемами Вы сталкивались/сталкиваетесь при внедрении этих элементов?
5. Как в Вашем медучреждении освещался процесс внедрения элементов цифровой трансформации? (Проводилось ли обучение? Как преодолевали барьеры восприятия, если они были; какие средства мотивации сотрудников использовали)
6. С какими из перечисленных цифровых решений Вы сталкивались и считаете их наиболее эффективными для принятия решений (отметьте 1 или несколько вариантов)

заполнение электронной карты	
мгновенный обмен данными по пациенту	
маршрутизация пациентов	
математические методы обработки медицинских данных (работа с большими данными)	
другое	

7. На сколько существенно цифровые решения сократили временные затраты на диагностику?

8. Как бы Вы оценили свое рабочее место с точки зрения технического оснащения (состояние компьютера/скорость интернета/наличие или отсутствие перебоев сети)?

9. Готовы ли вы отказаться от бумажных карточек пациентов и перейти полностью на электронный документооборот? Не пострадают ли при этом пациенты?

10. Как бы Вы оценили Ваше медучреждение по уровню внедрения цифровых решений относительно других медучреждений города? (высокий/средний/низкий) И почему?

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Толмачев Иван Владиславович – канд. мед. наук, доцент кафедры медицинской и биологической кибернетики, руководитель стратегического проекта "Бионические цифровые платформы" ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России

Каверина Ирина Сергеевна – научный сотрудник научно-образовательной лаборатории «Бионические цифровые платформы» ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России, старший преподаватель кафедры медицинской и биологической кибернетики

Плешков Максим Олегович – Ph.D., младший научный сотрудник стратегического проекта "Бионические цифровые платформы" ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России, старший преподаватель кафедры медицинской и биологической кибернетики

Шавлохова Анна Александровна – канд. филос. наук, руководитель лаборатории цифровой антропологии медицинских систем ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России

Равочкин Никита Николаевич – д-р филос. наук, главный научный сотрудник лаборатории цифровой антропологии медицинских систем ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России

Бутина Анастасия Васильевна – канд. филос. наук, младший научный сотрудник лаборатории цифровой антропологии медицинских систем, доцент кафедры философии с курсами культурологии, биоэтики и отечественной истории ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России

Мещерякова Наталия Николаевна – д-р соц. наук, главный научный сотрудник лаборатории цифровой антропологии медицинских систем ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России

Галицкая Виолетта Александровна – ассистент лаборатории цифровой антропологии медицинских систем, начальник управления международного образования ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России

Лаптев Никита Витальевич – младший научный сотрудник стратегического проекта "Бионические цифровые платформы" ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России

Лаптев Владислав Витальевич – техник-программист стратегического проекта "Бионические цифровые платформы" ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России

Научное издание

Толмачев И.В., Каверина И.С., Плешков М.О., Шавлохова А.А.,  
Равочкин Н.Н., Бутина А.В., Мещерякова Н.Н., Галицкая В.А.,  
Лаптев Н.В., Лаптев В.В.

## ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В МЕДИЦИНЕ И ЗДРАВООХРАНЕНИИ

Аналитический доклад

Электронное издание  
Гарнитура «Bahnschrift». Уч.-изд. листов 4,3

Редактор Е.М. Харитонова  
Обложка Е.М. Поломошнова

Издательство СибГМУ  
634050, г. Томск, пр. Ленина, 107  
тел. +7 (3822) 901-101, доб. 1760  
E-mail: [izdatelstvo@ssmu.ru](mailto:izdatelstvo@ssmu.ru)

