

# **ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В РОССИЙСКОЙ МЕДИЦИНЕ: СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

Доклад подготовлен  
по инициативе и с участием  
представителей  
Чеченской Республики

П. Кузнецов  
Ф. Вариченко

Москва 2018

УДК 61:338  
ББК 51.1(2)  
К 93

Кузнецов П., Вариченко Ф.

**Искусственный интеллект в российской медицине: системы поддержки принятия решений.** – М., ИД «Менеджер здравоохранения», 2018. 140 с.

**ISBN 978-5-903834-36-5**

Создание систем поддержки принятия решений (СППР) – главное направление развития цифрового сегмента индустрии здоровья в переходном периоде к Шестому технологическому укладу. Это – «точка стыковки» естественного и искусственного интеллекта (AI) на основе Big Data, ML, DL и цифровых нейросетей. Очевидна целесообразность массового внедрения СППР для

- сокращения количества врачебных ошибок,
- повышения качества медицинских мероприятий,
- обеспечения доступности квалифицированной помощи,
- повышения удовлетворённости пациентов и заказчиков.

Чеченская Республика выступила с инициативой создания российской национальной клинической СППР. Приведен анализ клинических СППР за рубежом и в России. Предложена модель на основе использования принципов 4P-медицины. Предложения обсуждены и одобрены в Высшей школе экономики 26.07.2018 г. на 80-й рабочей группе IT-специалистов медицинских организаций с участием представителей Минздрава России и Ассоциации семейных врачей.

Врачебно-цифровая система с использованием AI может быть массовым инструментом при самопомощи, управляемой врачами, с учётом прогноза траектории здоровья и жизненного пути. Инструмент необходим при планировании семьи, для обучающихся всех уровней, спортсменам, служащим силовых ведомств, для прогноза, профилактики, диагностики, лечения, реабилитации заболеваний, для поддержки здорового образа жизни и активного долголетия.

#### **Рецензенты:**

**Потапов Александр Александрович** – д. м. н., профессор, академик РАН, генеральный директор НМИЦ нейрохирургии им. акад. Н. Н. Бурденко Минздрава России

**Румянцев Александр Григорьевич** – д. м. н., профессор, академик РАН, генеральный директор НМИЦ детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева Минздрава России

**ISBN 978-5-903834-36-5**

# ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ



**КУЗНЕЦОВ ПЕТР**

доктор медицинских наук,  
профессор кафедры управления  
и экономики здравоохранения  
НИУ ВШЭ  
pkuznetsov@hse.ru



**ВАРИЧЕНКО ФИЛИПП**

Помощник Главы Чеченской Республики  
post@apchr.ru

UDC 61:338  
LBC32.9732-018+67.401  
K 93

Kuznetsov P., Varichenko Ph.

**«Artificial Intelligence in Russian Medicine: Decision Support Systems»**

Manager of Health Care, 2018, 140. Print.

**ISBN 978-5-903834-36-5**

Decision support systems (DSSs) are the prevalent vector of development within the rapidly advancing digital sector of healthcare in the context of the paradigm shift to the Sixth wave of techno-economical innovation. DSSs connect the biological intelligence with the artificial intelligence (AI) based on Big Data, ML, DL, neuronetworks. The need for massive implementation of DSSs is evident as the systems are aimed at:

- reducing the incidence of medical errors,
- increasing the quality of medical services,
- providing better access to qualified care,
- increasing the level of satisfaction of patients and other customers.

Chechen Republic initiated the development of the Russian national CDSS. An extensive analysis of the existing foreign and domestic (Russian) CDSSs was carried out. The proposed model is based on the P4-medicine principles. The initiative was discussed and approved on July 26, 2018, during the 80th Workgroup of the IT-Specialists of the Medical Organizations at Higher School of Economics with the participation of the representatives of the Ministry of Health of the Russian Federation and the Association of Family Practitioners of the Russian Federation.

A digital health system (Human-Machine) with the power of AI can be a self-service tool to the masses controlled by doctors given the prognosis of the trajectory of health and life path. Such tool is particularly necessary for family planning, for students at all educational levels, for athletes and the law-enforcement officials for prognosis, prevention, diagnostics, treatment, rehabilitation as well as for maintaining a healthy lifestyle and active ageing.

**Review List:**

**Dr. habil. Potapov, Alexander** – professor, member of the Russian Academy of Sciences; General Director, Burdenko National Medical Research Center of the Ministry of Health of the Russian Federation.

**Dr. habil. Rumyantsev, Alexander** – professor, member of the Russian Academy of Sciences, General Director, Rogachev National Medical Research Center for Pediatric Hematology, Oncology and Immunology of the Ministry of Health of the Russian Federation.

**ISBN 978-5-903834-36-5**



# ПРОЛОГ, ИЛИ СЛУЧАЙ ИЗ ЖИЗНИ

## Пример возможного использования AI в случае больной М.

Больная М., женщина пятидесяти двух лет, обратилась в травматологический пункт с жалобами на боль в ноге и осмотрена врачом. На момент поступления в отделение неотложной помощи врач не видел реальных причин для госпитализации, но решил «понаблюдать». Больная размещена в общей палате.

На третий день развиваются симптомы легкой пневмонии. Больной назначают антибиотики. После некоторого улучшения состояние ухудшается. На шестой день развивается тахикардия, возникают проблемы с дыханием. На седьмой день развивается септический шок.

Врачи по-настоящему обеспокоены и переводят пациента в отделение интенсивной терапии. Больная получает медикаментозную терапию для стабилизации состояния. Несмотря на усилия медиков, статус ухудшается. Первыми отказывают почки, затем легкие. На 22-ой день врачи констатируют смерть.

Больная М. получила правильное лечение в соответствии с клиническими рекомендациями, но слишком поздно. Инфекция переросла в сепсис. Среди причин смерти по статистике сепсис занимает 11-ю позицию. Это более распространённая причина смерти, чем рак молочной железы и рак простаты вместе взятые. Сепсис можно предотвратить, если интенсивно лечить на ранних стадиях.

Чем же в этом случае могла помочь система поддержки принятия решений (СППР)?

Врачи с трудом распознают сепсис. Гарвардское исследование нескольких случаев с сепсисом и без сепсиса показало, что 93 ведущих академических эксперта-клинициста не пришли к единому мнению о наличии сепсиса. У экспертов в области машинного обучения, изучающих способы использования больших пользовательских данных для интеллектуального принятия решений, естественно, возникает вопрос: «Могло ли машинное «изучение» показателей здоровья помочь больной М.?».

Специалисты в [Johns Hopkins Hospital](#) затратили много сил для разработки специальной IT-системы TREWS на основе машинного обучения для раннего предупреждения сепсиса. Система учится наблюдать, используя данные бывших пациентов.

Произошли качественные изменения в клинической медицине за последние пять лет:

- внедрение электронных историй болезни и медицинских записей (EMR и EHR),
- рост объёма больших пользовательских данных, в том числе об особенностях течения заболеваний.

Каждое измерение, каждый лабораторный тест, который когда-либо делался в клинике, собирается на пациента. Система TREWS может анализировать данные от тысяч пациентов для того, чтобы определить начальные признаки и симптомы, которые появляются у пациентов с сепсисом.

Например, система TREWS может выяснить, за счёт чего высокий креатинин:

- из-за сепсиса,
- из-за хронической болезни почек,
- многочисленных других факторов, вызывающих его высокие уровни.

Исследования показали, что за каждый час лечения отсроченная смертность увеличивается на семь-восемь процентов, поэтому время имеет решающее значение. Данные больной М. изучены системой TREWS. Системой поддержки принятия клинических решений сепсис больной М. был бы обнаружен за 12 часов до того, как это сделали врачи. Этого времени хватило бы для сохранения жизни 52-летней женщины.

В 2017 году TREWS проанализировал данные от 16 тыс. пациентов. При этом установлено, что TREWS в среднем обнаружил бы у большинства пациентов сепсис более чем за 24 часа до начала шока. У двух третей этих пациентов сепсис был бы выявлен до возникновения какой-либо органной дисфункции, это на 60% лучше, чем диагностика с помощью лабораторной техники. Система TREWS действительно дает врачам гораздо больше времени, чтобы вмешаться и предотвратить дисфункцию органов и смерть.

В 2018 году клинические данные о пациентах Howard County Hospital в Мериленде подверглись независимой проверке и обработаны программой TREWS. Работа над созданием аналогичной программы поддержки принятия медицинских решений, доступной для каждого врача, идёт в [Johns Hopkins Hospital](#). Публикация материалов стимулировала ряд других медицинских организаций использовать опубликованную версию TREWS, чтобы апробировать её на своём материале.

Можно выделить **три характерные черты**, которые делают стратегию TREWS очень эффективной.

**Первая.** Система TREWS работает 24/7, что дает врачам «вторую пару надежных глаз».

**Вторая.** Трудно и хлопотно обучать врачей. Проще обучить компьютеры. Система TREWS действительно хорошо обучается, что позволяет использовать опыт лучших врачей всего мира.

**Третья** и очень интересная. Во многих случаях медикам могут не понадобиться новые лабораторные тесты и другие измерения показателей здоровья. Признаки и симптомы уже присутствуют в первичных данных. Система TREWS обнаруживает признаки и симптомы, которые медики не выявили по разным причинам.

# СОДЕРЖАНИЕ

Аббревиатуры .....	9
Глоссарий .....	11
Введение .....	16
<b>Актуальность внедрения технологий AI и СППР при смене технологических укладов .....</b>	<b>19</b>
<b>1. Искусственный интеллект – обязательная часть услуг индустрии здоровья в будущем .....</b>	<b>33</b>
1.1. Искусственный интеллект в биомедицине .....	39
1.2. Машинное и глубинное обучение .....	43
<b>2. Система охраны и укрепления здоровья в Российской Федерации .....</b>	<b>52</b>
2.1. Врачебные ошибки .....	53
<b>3. Системы принятия квалифицированных решений для врачей .....</b>	<b>56</b>
3.1. Основные положения .....	56
3.2. Структура экспертной системы .....	57
3.3. Участники создания экспертной системы .....	57
3.4. Набор подсистем и функций .....	60
3.4.1. ПОДСИСТЕМА I – “Диагностика и лечение” .....	60
3.4.2. ПОДСИСТЕМА II – “Электронная медицинская карта – ЭМК” .....	61
3.4.3. ПОДСИСТЕМА III – “Обучающие советы для здоровья” .....	61
3.4.4. ПОДСИСТЕМА IV – “Справочное руководство и база набора заболеваний” .....	61
3.5. Как это работает? .....	62
3.5.1. Число врачебных ошибок может быть существенно сокращено при помощи системы искусственного интеллекта .....	63
3.6. Инструменты AI для поддержки принятия решений .....	63
3.6.1. Обзор действующих инструментов на глобальном рынке и их эффективность .....	64
3.7. Стратегия и тактика развития медицинских IT-инструментов на основе AI .....	71
<b>4. Возможности применения искусственного интеллекта в биомедицине .....</b>	<b>72</b>
4.1. Реализация проекта по созданию экспертной системы клинических решений .....	72
4.1.1. в первичном звене медико-санитарной помощи .....	72

4.1.2. при оказании специализированной (высокотехнологичной), реабилитационной и паллиативной медицинской помощи в амбулаторных и госпитальных условиях . . . . .	75
4.1.3. в системах профессиональной, цеховой и офисной медицины . . . . .	77
<b>5. Потребность в развитии кадрового потенциала . . . . .</b>	<b>82</b>
5.1. Кадровая работа . . . . .	82
<b>6. Требования к персоналу . . . . .</b>	<b>93</b>
<b>7. Повышение человеческого потенциала пользователей     (врачей и пациентов) . . . . .</b>	<b>95</b>
<b>8. Внедрение блокчейн-технологий . . . . .</b>	<b>99</b>
<b>9. Риски . . . . .</b>	<b>101</b>
<b>10. Заключение . . . . .</b>	<b>102</b>
<b>11. Рекомендации для развития систем поддержки     принятия медицинских решений . . . . .</b>	<b>108</b>
человеческого капитала . . . . .	108
образования . . . . .	109
научно-методических разработок . . . . .	109
нормативно-правовой базы . . . . .	109
инструментов финансирования услуг . . . . .	111
<b>12. Требования времени к медицинским организациям     любой формы собственности . . . . .</b>	<b>112</b>
<b>13. Источники . . . . .</b>	<b>113</b>
<b>14. Приложения . . . . .</b>	<b>121</b>
14.1. Примеры . . . . .	121
14.2. О пользе применения AI в социальной сфере . . . . .	121
14.3. Нормативные документы . . . . .	122
Post scriptum или эпилог . . . . .	133
Предложения по разработке и созданию собственной системы поддержки принятия клинических решений в Российской Федерации . . . . .	136
<b>Summary . . . . .</b>	<b>137</b>

# АББРЕВИАТУРЫ

**АРМ** – автоматизированное рабочее место.

**АСУ** – автоматизированная система управления.

**АТС** – автоматическая телефонная станция.

**БД** – база данных.

**БЗ** – база знаний.

**ВВП** (валовый внутренний продукт) – макроэкономический показатель, отражающий рыночную стоимость всех конечных товаров и услуг.

**ДМС** – добровольное медицинское страхование.

**ЕГИСЗ** – Единая государственная информационная система в сфере здравоохранения Российской Федерации.

**ЕМИАС** – Единая медицинская информационно-аналитическая система Москвы.

**ЕРМА** – Европейская Ассоциация предиктивно-превентивной и персонализированной медицины.

**ИРИ** – Институт развития интернета.

**ИЭМК** – интегрированная электронная медицинская карта.

**ОМС** – обязательное медицинское страхование.

**ФСС** – Фонд социального страхования.

**ФЭР** – федеральная электронная регистратура.

**ЭМК** – электронная медицинская карта.

**МЦ** – медицинский центр.

**ФРИИ** – Фонд развития интернет-инициатив.

**AI** – (англ. artificial intelligence) – искусственный интеллект (**ИИ**).

**CRM** – Customer Relationships Management – программный комплекс для автоматизации взаимодействия с клиентами.

**DL (Deep Learning)** – глубинное (глубокое) обучение.

**EHR** (electronic health record) – традиционные электронные медицинские документы.

**IQ** – коэффициент интеллекта.

**IoT** (Internet of Things) – интернет вещей.

**IVR** – автоматическое информирование.

**ISO** (The International Organization for Standardization) – международная организация, занимающаяся выпуском стандартов.

**JCI** (Joint Commission International) – международная неправительственная некоммерческая организация.

**HIMSS** – (Healthcare Information and Management Systems Society)

**ML (Machine Learning)** – машинное обучение – подраздел искусственного интеллекта, изучающий методы построения алгоритмов, способных обучаться.

**mHealth** – мобильная медицина.

**SMS** – Short Message Service– «служба коротких сообщений».

**Soft skills** (англ. – «мягкие навыки») – это унифицированные навыки и личные качества человека, которые повышают эффективность работы и взаимодействие с другими людьми.

**USB** – Universal Serial Bus – «универсальная последовательная шина»– последовательный интерфейс передачи данных для среднескоростных и низкоскоростных периферийных устройств в вычислительной технике.

# ГЛОССАРИЙ

**Агент** – лицо, представляющее интересы Принципала (например, страховой компании при заключении договора страхования на фиксированную сумму) и получающее оговоренное вознаграждение (например, 10%).

**Биохакинг** (персональный) – комплекс мер, изменяющих качество жизни персоны путём анализа жизненных функций и показателей, привычек, общего состояния организма, когнитивных способностей, то есть использование ранее известных физиологических процессов для решения новых сверхзадач.

**Брокер** – лицо, выбирающее в интересах клиента исполнителя (например, страховую компанию) и получающее плавающее вознаграждение в зависимости от договоренностей с теми или иными исполнителями и своими предпринимательскими талантами.

**ВКС** – видеоконференцсвязь, например программы Skype, Google+, прочие, обеспечивающие текстовую, голосовую связь и видеосвязь через интернет между компьютерами, опционально используя технологии пиринговых сетей, а также платные услуги для звонков на мобильные и стационарные телефоны.

**Виртуальный госпиталь** – структура медицинской организации, реализованная в виде врачбно-цифровой (человеко-машинной) системы, включающей в себя аппаратно-программный комплекс (особой сложности) для медико-информационного управления состоянием здоровья индивида и оказания ему дистанционных медицинских, организационных (обучающих, консультационных, навигационных) и биллинговых услуг.

**Глубинное (глубокое) обучение (DL)** – (англ. Deep learning) – совокупность методов машинного обучения, основанных на обучении нейронных сетей представлениям (англ. feature/representation learning), а не специализированным алгоритмам под конкретные задачи.

**Дедуктивное обучение** – формализация знаний экспертов и их перенос в компьютер в виде базы знаний.

**Единое электронное окно здоровья** – совокупность медицинских, финансовых «личных кабинетов» пациента, возможностей социальной защиты в сочетании с персональным менеджментом медицинских услуг и вариантами их оплаты.

**Заказчик, плательщик, клиент** – физическое или юридическое лицо, вступившее в договорные отношения с МедИнЛайф с целью получения услуг, которое проводит оплату за пациента /пациентов, в чьи интересы входит обеспечение здоровья и развития личного потенциала пациента.

**Индекс активного долголетия** (англ. ActiveAgeingIndex) – 22 индивидуальных показателя, сгруппированных в четыре субиндекса:1) занятость на рынке труда;

2) участие в жизни общества, 3) независимая, здоровая и безопасная жизнь, 4) создание благоприятных условий для активного долголетия (Европейская экономическая комиссия ООН).

**Интернет вещей** (англ. Internet of Things – IoT) – концепция вычислительной сети физических объектов («вещей»), включая Wearable (устройства, носимые как одежда или аксессуары, оснащённые встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой), явление, исключаящее из части действий и операций необходимость участия человека.

**Колл-центр** (англ. callcenter – центр обработки звонков)– специализированная организация или выделенное подразделение в организации, занимающиеся обработкой обращений и информированием по голосовым каналам связи в интересах организации-заказчика или головной организации.

**Контакт-центр** (англ. contact-center) – структурное подразделение юридического лица, обслуживающего в рамках CRM системы действующих и потенциальных клиентов с предоставлением информации об услугах и условиях их предоставления с использованием различных источников и способов оплаты медицинских и оздоровительных услуг.

**Личные** (семейные) врачи – персональные менеджеры здоровья.

**Машинное обучение** (англ. Machine Learning) – обширный подраздел искусственного интеллекта, изучающий методы построения алгоритмов, способных обучаться.

**МедИнЛайф** – сеть кабинетов личных врачей-тьюторов на базе медицинской человеко-машинной системы управления жизненным (биосоциальным) циклом персоны, в том числе на основе дистанционного мониторинга показателей здоровья (включая когнитивные системы) и онлайн-консультаций врачей специалистов в России и за рубежом.

**Медицина 4P:** прогнозирование развития заболеваний (предикция); предотвращение появления заболеваний (превентивность или профилактика); индивидуальный подход к каждому пациенту (персонализация); мотивированное участие пациента в медицинских мероприятиях (партисипативность).

**Медицинский контакт-центр** – человеко-машинная (врачебно-цифровая) модель взаимодействия с пациентами и заказчиками, основной инструмент реализации функций CRM-системы, реализующей все формы взаимодействия с клиентами, центральная часть фронт-офиса одной или нескольких организаций, оказывающих услуги индустрии здоровья с использованием информационно-коммуникационных web-технологий достигнутого уровня: актуальных средств телефонной, видеоконференцсвязи с эффектом присутствия, разнообразных интернет-опций, потенциала социальных сетей и искусственного интеллекта.

**Митигация** – совокупное понятие, охватывающее все варианты действий, предпринимаемых государственными структурами, юридическими и физическими лицами, населением до наступления «рискового» события, включая обеспечение готовности



и долгосрочные меры по снижению риска. Термин «митигация» относится к понятию управления риском и применяется относительно широкого спектра возможных действий, мер по смягчению воздействия события. В более широком смысле митигация подразумевает планирование и реализацию мер по снижению риска, связанного с природными, техногенными, экологическими и биолого-социальными событиями (происшествиями), а также процесс планирования эффективного реагирования на них в случае их возникновения.

**«Национальная база медицинских знаний»** – ассоциация разработчиков и пользователей систем искусственного интеллекта в медицине.

**Обучение по прецедентам** (индуктивное обучение) – выявление общих закономерностей по частным эмпирическим данным.

**Ожидаемая продолжительность жизни** – средняя продолжительность ожидаемой жизни при рождении.

**Ожидаемая продолжительность здоровой жизни** (англ. Healthy Life Expectancy) – количество лет, которые человек живет без хронических заболеваний, которые бы серьезно осложняли его жизнь и делали его инвалидом (ВОЗ).

**Партисипативность** – командная работа, когда каждый стремится выполнить свою задачу, чтобы вместе достичь успеха. Врач дает наилучшие рекомендации, а пациент выполняет их наилучшим образом.

**Пациент** – физическое лицо (здоровый или больной), получающий услуги медицинской организации (врачебно-цифровой системы) в рамках взаимоотношений плательщиков «B2C» или «B2B». Пациент – выгодоприобретатель в ходе исполнения договорных отношений медицинской организации с юридическими и физическими лицами.

**Переадресация вызова** – возможность перенаправить входящий вызов с одного номера на другой в автоматическом режиме. Виды:

- безусловная,
- по занятости,
- по отсутствию ответа,
- условная, когда после соединения включается IVR или происходит соединение с сотрудником КЦ, либо IVR предлагает звонящему перейти в тональный режим и набрать определенную комбинацию цифр для соединения с нужным абонентом, либо сотрудник контакт-центра в соответствии с СОО осуществляет переключение звонка на соответствующий номер телефона.

**Персонализация** – доклиническое выявление и предотвращение заболеваний.

**Постобработка вызова, сообщения** – заполнение форм, отчетов, анкет, статистических показателей и иной информации сотрудниками контакт-центра или call-центра в автоматизированной системе управления или системе управления инцидентами внешнего контакт-центра, либо АСУ или СУИ, доступ к которой предоставил Заказчик.

Постобработка – может являться конечным или промежуточным результатом оказания услуги.

**Превентивность** – стремление предотвратить болезнь или начать лечение до того, как заболевание вступит в разрушительную стадию.

**Предикция** – определение предрасположенностей к тем или иным заболеваниям и создание прогноза здоровья.

**Программное обеспечение для поддержки клинических решений (CDS).** Поставляется во многих формах и может предоставлять пациентам и врачам различные функции, включая доступ к клиническим руководствам, анализ отчетов пациентов, диагностическую поддержку и доступ к соответствующей справочной информации.

**Программные платформы («шины»)** – программные средства (совокупность информационно-коммуникационных технологий), предназначенные для обеспечения поступления, хранения и обработки информации от различных устройств и программных приложений мобильной медицины (mHealth) и интернета вещей (IoT), позволяющие их сочетать (в частности, для интеграции в пространство «Единого электронного окна здоровья»).

**Сервис как услуга. Сервис** – особый вид деятельности, который направлен на удовлетворение потребностей клиента путем оказания **услуг**, востребованных отдельными людьми или организациями. **Услуга** – результат по меньшей мере одного действия, обязательно осуществлённого при взаимодействии поставщика и потребителя, и, как правило, нематериальна.

**Телемедицинские услуги** – дистанционные телеконсультации пациента или его морфологических препаратов, мазков и т. п. лучшими отечественными или зарубежными специалистами.

**Трансгуманизм** – симбиоз человека и машин.

#### **Фронт-офис:**

- подразделения (контакт-центр, регистратуры, секретариат, канцелярия) и их сотрудники, осуществляющие контакты и взаимодействие с состоявшимися и/или потенциальными пациентами, заказчиками, плательщиками, клиентами, подрядчиками, контрагентами,
- модель дистанционной информационной (консультативной) работы, реализованная в виде врачебно-цифровой (человеко-машинной) системы,
- сложный аппаратно-программный комплекс для медико-информационного управления состоянием здоровья индивида и оказания ему дистанционных медицинских, организационных (обучающих, консультационных, навигационных) и биллинговых услуг,
- пример использования современных информационно-аналитических технологий на практике, новая, современная форма, дополняющая модель деятельности привычной медицинской организации.

**Экспертная система квалифицированных клинических решений** – модель, сначала использующая стандартные методики диагностики и лечения, а далее в процессе обучения, путем использования реальной практики врачей, автоматически настраивает миллионы весовых коэффициентов и взаимосвязей между классификационными признаками и заданными категориями на выходе. Алгоритмы обучаются классифицировать данные на примерах решения аналогичных задач человеком.

**Электронная запись о состоянии здоровья (EHR)** – электронная запись в режиме реального времени информации о здоровье пациента и истории болезни. EHR обеспечивают доступ к инструментам поддержки принятия решений на основе фактических данных, чтобы помочь клиницистам в принятии решений.

**Электронный офис здоровья** – совокупность электронных медицинских карт, электронных карт здоровья, «личных кабинетов» пациента.

**IVR** – автоматическое информирование – система предварительно записанных голосовых сообщений, выполняющая функцию маршрутизации звонков, используя информацию, вводимую клиентом на клавиатуре телефона с помощью тонального набора.

**JCI** (Joint Commission International) – международная неправительственная некоммерческая организация, миссией которой является постоянное повышение надежности и качества медицинского обслуживания в международном сообществе.

**HIMSS** – (Healthcare Information and Management Systems Society) – отраслевая медицинская некоммерческая организация, сфокусированная на использовании ИТ и систем управления в сфере здравоохранения.

**SaaS** – softwareasaservice – программное обеспечение как услуга – бизнес-модель продажи и использования сервиса, при которой поставщик предоставляет заказчику доступ к своему продукту через интернет. Основное преимущество модели SaaS для потребителя в том, что не надо тратить деньги на приобретение всего программного комплекса, а можно приобрести только саму услугу. В облачных технологиях SaaS – это «сервис как услуга».

# ВВЕДЕНИЕ

В майском Указе Президента России от 07.05.2018 г. № 204 определены основные стратегические задачи развития страны:

- обеспечение устойчивого естественного роста численности населения Российской Федерации;
- повышение ожидаемой продолжительности жизни до 78 лет (к 2030 году – до 80 лет); ускорение технологического развития Российской Федерации, увеличение количества организаций, осуществляющих технологические инновации, до 50% от их общего числа;
- обеспечение ускоренного внедрения цифровых технологий в экономике и социальной сфере;
- вхождение Российской Федерации в число пяти крупнейших экономик мира, обеспечение темпов экономического роста выше мировых при сохранении макроэкономической стабильности, в том числе инфляции на уровне, не превышающем 4%;
- ликвидация кадрового дефицита в медицинских организациях, оказывающих первичную медико-санитарную помощь.

Россия должна войти в пятёрку ведущих стран мира, осуществляющих научные исследования в областях, определяемых приоритетами научно-технологического развития.

На федеральном уровне также реализуются проекты:

- национальный проект «Здравоохранение»,
- подпроект «Создание единого цифрового контура в сфере здравоохранения на основе ЕГИСЗ»,
- проект «Цифровое здравоохранение» и другие.

Здравоохранение, биомедицина, наука, цифровая экономика – ключевые направления разработки национальных проектов и программ. Национальные задачи такого высокого уровня в принципе могут быть решены только при высоком человеческом капитале постановщиков задач, архитекторов, исполнителей с применением IT-технологий «горизонта технологического прогресса».

Процессы в системе общественного здравоохранения следует рассматривать, в том числе, и как реализацию программы «Цифровая экономика», утвержденной распоряжением Правительства РФ от 28.07.2017 года № 1632-р.

Российское сообщество вынуждено принять (даже с позиции самосохранения) глобальные технологические, экономические и политические вызовы, определяющие вектор цивилизационного развития человечества как биологического вида (А. Девятков, 2017) и вектор развития национальной экономики. Противоречия между «старыми» и «новыми» методологическими подходами во всех видах деятельности и моделях социального устройства страны будут быстро нарастать в переходный период смены технологических укладов. Чтобы жить лучше, надо быстрее меняться, пройти яркую

и неожиданную метаморфозу в восточном цивилизационном дизайне (западный вариант экономической игры по «чужим» англо-саксонским правилам себя исчерпал).

Восходящая фаза «**Индустрии 4.0**» от производства компьютеров и IT-программ к 2020 году трансформируется в модель экономики знаний, основанную на развитии человеческого капитала, на симбиозе услуг естественного и искусственного интеллекта (Р. Курцвейл, Т. Гроссман, 2016; Э. Тополь, 2016; Н. Кондратьев, 2002).

Переход глобальной экономики к Шестому технологическому этапу (к экономике знаний) сопровождается интеграцией потенциалов естественного и искусственного интеллекта (AI) в жизни конкретной личности. Homo Sapiens, конкретный человек как наиболее «продвинутый» носитель информации – стремительно эволюционирующий вид за счёт участия в IT-метаморфозе коллективного (социального) разума с инструментами искусственного интеллекта.

Отрасли, интенсивно использующие ключевой фактор эволюции и играющие ведущую роль в распространении нового технологического уклада, являются несущими отраслями (С. Глазьев и соавт., 2009) и определяющими скорость цивилизационного прогресса.



Рис. 1. Характеристики технологических укладов.

В Шестом экономическом укладе особая миссия принадлежит биомедицине (индустрии здоровья и непрерывного образования в широком понимании обучения мозга). Этот сегмент в ближайшей перспективе интегрирует достижения основных отраслей глобальной экономики, в том числе традиционной образовательной индустрии.

На национальном уровне стоит важнейшая задача ускоренной трансформации индустрии здоровья в цифровой вариант, формирование «системы навигации» в отношении индивидуального здоровья человека для повышения его человеческого капитала.

# АКТУАЛЬНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ AI И СППР ПРИ СМЕНЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УКЛАДОВ

Необходима интеграция потенциалов естественного и искусственного интеллекта (AI) для оптимизации жизненного пути человека с использованием потенциала коллективного разума. Увеличивается скорость, расширяются способы и формы обмена информацией между физическими и юридическими лицами благодаря технологиям блокчейн. Под влиянием глобальных изменений коммуникативной среды (технологической среды обитания) Homo Sapiens как биологический вид стремительно эволюционирует с использованием высокотехнологичных IT-инструментов (S. Faguet, 2017).

## **Актуальность применения искусственного интеллекта в биомедицине**

**В переходный период к Шестому технологическому укладу глобальной экономики (Индустрии 4.0)**

- создаются новые IT-условия для развития доминирующей модели внутривидовой борьбы Homo Sapiens от групповых (национальных) форм к соперничеству корпораций, государств и континентов за человеческий капитал, вне зависимости от локализации интеллектуального работника,
- обостряется борьба за конкурентные преимущества – расширяющиеся возможности мозга,
- ускоряется процесс эволюции биотехнических носителей информации (трансгуманизм).

Как минимум до 2020 года будет нарастать интенсивность процессов и противоречия, характерные для переходного периода от постиндустриального технологического уклада к экономике знаний (Н. Кондратьев, 2002; Г. Малинецкий, 2009; А. Деятов, 2017).

- **Изменяются формы и масштабы внутривидовой борьбы за ресурсы (в том числе время эффективной человеческой жизни).**
- **Изменяются инструменты оценки и применения финансовых ресурсов.**



- Тренд способов защиты групповых интересов Homo Sapiens (фокус внутривидовой борьбы) перемещается с корпоративного, национального на преимущественно континентальный уровень.
- В прогрессии увеличивается число инструментов, расширяющих биологические возможности человечества как вида:
  - расширяются возможности инструментов трансгуманизма,
  - увеличивается продолжительность жизни,
  - растёт выживаемость младенцев,
  - появляются более эффективные репродуктивные и образовательные технологии,
  - снижается уровень естественного отбора на фоне быстрого роста численности популяции в целом,
  - наблюдаются функциональные и морфологические изменения мозга поколения digitalnative (миллениалов или поколения «Next»),
  - сокращается набор факторов естественного отбора и снижается уровень их воздействия,
  - увеличивается скорость географического обмена генетической информацией.
- Повышается качество группового управления (KPI, персональное рейтингование и проч.).
- Изменяются формы группового (социального) поведения по типу флэш-мобов в результате мгновенной доставки IT-информации большому количеству людей.
- Увеличивается скорость, расширяются способы обмена ресурсами (информацией) офлайн и онлайн.
- Вырастает информационное и ресурсное неравенство между социальными, профессиональными, этническими и половозрастными группами населения.
- Повышается качество группового и индивидуального управления (персональная мотивация на основании прогноза с применением искусственного интеллекта, рейтингования физических и юридических лиц).

Организаторами здравоохранения, социологами, IT-специалистами разных стран разрабатываются и внедряются всё более точные способы и IT-инструменты, повышающие эффективность, улучшающие качество жизни конкретного человека, семьи, социальных и профессиональных групп, общества в целом, в том числе на основе персонального (социального) рейтингования, например, в **Китае**, где принята Программа создания Системы социального кредита (2014–2020). Судьбу людей по этой программе определяет AI, деля всех на 5 категорий: кто достоин продвигаться по социальной лестнице, получая лучшие медицинские и др. услуги, или «утратил доверие» и теряет изначально дающиеся баллы рейтинга (Госсовет КНР, 2016).

Возникает массовая потребность в **рейтинговании трудовых ресурсов корпораций** для повышения эффективности управления персоналом и повышения конкурентоспособности. Для технологии рейтингования прежде всего требуется безопасность и надёжность биомедицинских услуг, обеспечивающих эффективное функционирование физического тела и мозга в том числе. На этом принципе основываются развивающиеся технологии управляемого биохакинга.





Рис. 2. Управляемый биохакинг.

С развитием интернета радикально меняется уровень и качество коммуникаций, способы поступления и обмена информацией для принятия эффективных решений и форм профессиональной деятельности.



Рис. 3. Комплекс проблем, решаемых ежедневно индивидом в отношении здоровья и его администрирования.

Разобраться в нарастающем объёме междисциплинарной информации без инструментов AI и СППР одному или даже группе специалистов не представляется возможным.

На этом фоне, расширяя возможности человека, информационные технологии в период развития одного поколения превращаются «у нас на глазах» из факультативного «помощника» мозга в его частичный «протез». Модель воспроизводства кадров для экономики знаний уже изменилась. Изменились и ментальные способности молодых людей, входящих в экономически активную жизнь. Они не хуже и не лучше, они – другие. Нужны новые методы для их воспитания и обучения (А. Кулешов, 2018).

У лиц, рождённых после 1995 года, в среднем на 10% снизился IQ. При этом цифровое поколение получило колоссальное преимущество в скорости извлечения и обмена информацией через мобильные коммуникаторы (смартфоны, планшеты) без погружения до фундаментальных основ знаний. Поколение миллениалов другое по качеству работы мозга и структуре нейронных связей. Нужны новые подходы к оценке и развитию человеческого капитала молодых людей. В их среде изменился дизайн индивидуальных и групповых ценностей.

Цифровое поколение нуждается в новых подходах к организации персонального биомедицинского обслуживания и образования на основе AI, СППР и принципов 4P-медицины:

- **предикции**, прогноза состояния здоровья, выявления предрасположенности к развитию заболеваний,
- **превентивности**, профилактики предотвращения появления заболеваний,
- **персонализации**, индивидуального подхода к каждому пациенту,
- **партисипативности**, мотивированного соучастия медицинского персонала, пациента и его близких в процессе лечения и укрепления здоровья.

### **IT изменяют технологическую реальность в медицинской, образовательной и социальной сферах**

- Предоставляют ранее недоступную детализированную личную информацию и дают большую массу данных (BigData) для составления персональной траектории развития индивида и его окружения.
- Персонифицируют (precision) ответственность за здоровье самого работника, работодателя, семьи, что приводит к потребности в применении новых подходов и технологий планирования (тайминга).
- Позволяют выстроить индивидуальную траекторию развития (и оценки) человеческого капитала (потенциала) с участием искусственного интеллекта (машинного и углублённого обучения).
- Стирают границы (национальные и континентальные) перемещения и использования биомедицинских и образовательных ресурсов (информации).
- Повышают возможности и объёмы трансграничного медицинского обслуживания онлайн и офлайн.

- Трансформируют системы общественного здравоохранения, образования и культуры, принципы формирования корпоративных и общественных фондов потребления.
- «Отделяют от государства» заказчиков (финансирующую сторону, пациентов) и провайдеров биомедицинских услуг.
- Выводят на новый IT-уровень предиктивность, превентивность, персонификацию (precision), партисипативность (4P) в медицине, образовании и культуре (социальной сфере).
- Снижают уровень неэффективного управления медицинскими организациями, персоналом и клиентами (лояльностью, приверженностью, партисипативностью), в том числе через национальные системы общественного здравоохранения.
- Уменьшают количество транзакций и повышают точность, адресность, обеспечивают подлинность информации во всех сферах применения информационных технологий (блокчейн).
- Изменяют ценность ресурсов: времени, информации (скорость важнее качества!).
- Развивают (изменяют привычный дизайн) биомедицинских офлайн- и онлайн-услуг.
- Создают условия для качественной дистанционно управляемой самопомощи в сочетании с уберизацией провайдеров медицинских, образовательных и «культурных» услуг.
- Создают условия для дистанционной состязательности в больших и малых группах, формируемых по определённым признакам.
- Создают условия для массовых игр с биологической обратной связью (офисная биомедицина).
- Собирают данные по принципу «Life Long eHealth History» и данные об окружении и социальном поведении, квалификационном развитии.
- Создают новые возможности для трансгуманизма и внутривидового разнообразия Homo Sapiens.
- Создают условия для управляемого биохакинга.
- Изменяют социальные условия обмена информацией и обучения: молодые учат взрослых.
- Создают условия для биосоциального рейтингования, позволяющего обеспечить таргетный мотивированный доступ к корпоративным и общественным фондам потребления (мотивации, поощрения) с оценкой обратной связи на основании биомедицинских показателей.
- Создают условия для взрывного роста производительности труда и увеличению продолжительности жизни.

*По работам Рея Куртсвейла, Эрика Тополя, Александра Кулешова и др.*

## Технологические проблемы (преодолеваемые)

Нарастающая персонификация данных и возрастающие возможности их высокоэффективного использования.

Возрастающие IT-возможности врачебно-цифровой модели наблюдения за состоянием здоровья и поведением индивида.

Рост личной ответственности за здоровье, заинтересованность работодателя приводят к потребности в новых технологиях персонального обучения и навигации, поддержки решений, принимаемых пациентом совместно с персональным врачом-тьютором в отношении здоровья, образования, профессиональной и социальной активности.

Технологии маршрутизации пациента в системе охраны здоровья Четвёртого и Пятого технологических укладов не удовлетворяют потребности в составлении оптимального индивидуального плана биомедицинских мероприятий.

Существующие IT-сервисы поиска специалистов и клиник отвечают функциональности «реактивной» медицины Четвёртого технологического уклада, но не принципам «предиктивной» или 4P-медицины Шестого технологического уклада.

Информационный «девятый вал», сокращение периода «полураспада» актуальности биомедицинской информации до 8 месяцев.

Нарастающая избыточная информация для врачей и пациентов.

Обилие собираемой цифровой информации о биомедицинском состоянии индивида из IoT, IoMT, mHealth, от поисковиков и из соцсетей (Big Data).

Нет точки получения наиболее полной информации о персоне (в том числе биомедицинской).

Отсутствие удобного информативного и профессионального навигатора для пациента и врача по «океану данных».

Отсутствие возможности у какой-либо одной информационной (поисковой) системы найти для пользователя (пациента и врача) релевантную информацию «в нужное время в нужном месте» для принятия решений:

- о действиях в отношении здоровья,
- в отношении шагов (образовательных, профессиональных, личностных) по жизненному пути.

Пользователи (пара «врач и пациент») вынуждены принимать жизненно важное решение на основании неполных данных.

Минздравом России в мае 2018 года утверждена Концепция предиктивной, превентивной и персонализированной медицины (Приказ от 24.04.2018 г. № 186 см. в Приложении). Документ подчёркивает потребность и необходимость индивидуальных подходов к пациенту с учётом анализа генетических, метагеномных и протеомных особенностей и применения комплекса прогностических и профилактических мероприятий. Концепция дополняет и развивает «дорожную карту» Национальной технологической инициативы по направлению «Хелснет» (Дорожная карта «Хелснет» НТИ, 2016) в направлении «Превентивная медицина» (С. Чудаков, 2017).

## Варианты решений

1. Обеспечить массовую обработку и доставку релевантной информации потребителям в персонифицированном виде.
2. Развивать алгоритмы обработки и анализа данных с многочисленных разнородных источников информации о функциональном состоянии человека, образе жизни, среде обитания, позволяющие принимать обоснованные решения по увеличению биомедицинских резервов организма, повышению качества работы, жизни, обеспечения высокой производительности труда, активного долголетия и снижения смертности от неинфекционных заболеваний.
3. Дать физическому лицу высокотехнологичный персональный инструмент управления здоровьем и жизненным (биосоциальным) циклом при поддержке медиков, семьи, работодателя, общества (государства) и глобальной науки.
4. Создать инструменты (боты-навигаторы) по действиям, связанным со здоровьем и жизнью с применением новейших IT-технологий (Big Data, AI, ML, DL) комплексной обработки информации, алгоритмов и программ принятия решений.

Зарождающаяся экономика знаний, основанная на сервисах искусственного интеллекта и СППР, нуждается

- в производительных силах нового качества,
- в производственных отношениях нового дизайна, основанных на персонификации и предикции,
- в новых подходах к воспитанию, непрерывному образованию, к организации биомедицинского обслуживания поколения digitalnative, к планированию финансовых ресурсов и даже к удовлетворению «культурных» запросов на основе принципов 4P.

**Все общественные процессы персонифицируются, и их скорость прогрессивно возрастает.** Стоимость биомедицинских и образовательных услуг в глобальном масштабе в этом тысячелетии возросла в цене в 3–4 раза (А. Ефимов, 2017), хотя в других отраслях повышение, примерно, соответствовало уровню инфляции. Информационное и «образовательное» неравенство прогрессивно нарастает. Ускоряться в профессиональном развитии пациентов вынуждает взрывное увеличение объёма данных для оптимальной организации текущей личной и корпоративной жизни.

Ключевые экономические игроки и потребители товаров и услуг индустрии здоровья – пользователи мобильных устройств (пациенты и врачи в единой паре!), реализующие потребности **дистанционно**. Их запрос – предсказательная биомедицина (предиктивная) для максимального расширения опции управляемой самопомощи.

**Организация охраны здоровья на основе принципов «реагирования» на заболевание (реактивной медицины) уходит на второй план, уступая предсказательной медицине. Порядок профилактических мероприятий выстраивается персонифицированно после прогноза.**



## Перспективы применения смарт-технологий в российском сегменте индустрии здоровья и образования

- Стимуляция развития внутреннего рынка продуктов и услуг индустрии здоровья и образования.
- Обеспечение устойчивого положения России на глобальном рынке товаров и услуг за счёт ускоренного внедрения инструментов AI.
- Ускоренный переход к передовым, цифровым, интеллектуальным технологиям оказания медицинской помощи населению.

Лидерство в мировой экономике будет определяться конкурентоспособностью страны на глобальных рынках инновационных биомедицинских и образовательных технологий (услуг) путём

- формирования инструментов повышения персонального человеческого капитала,
- развития инструментов на основе искусственного интеллекта, цифровых нейронных сетей, машинного и глубинного обучения,
- создания систем обработки больших пользовательских данных,
- развития блокчейн-технологий,
- систем поддержки принятия решений.

Переход к экономике знаний характеризуется объединением потенциала биологического и искусственного интеллекта.

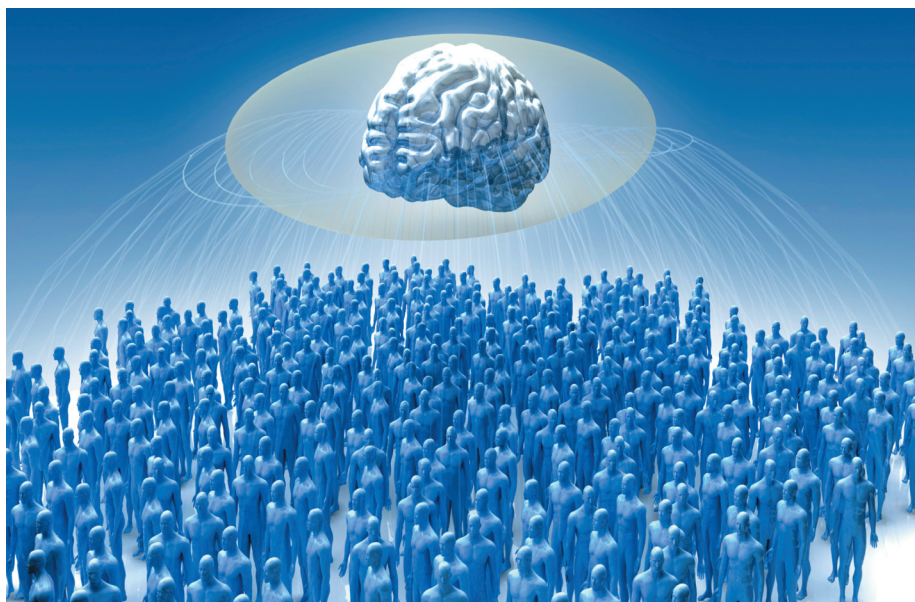


Рис. 4. Общая картина «видения» объединения потенциалов искусственного интеллекта с человеческим капиталом конкретного индивида. Ни одно физическое лицо не располагает информацией, сформированной социумом *Homo Sapiens* в результате эволюции. Лишь IT-технологии и AI в состоянии обработать и осуществить верную навигацию врача и пациента в «океане» накопленной цивилизацией информации.

Разрабатываемая нашими специалистами на основе AI система навигации в отношении траектории индивидуального здоровья – технология «**опережающего развития**», так как ориентируется на формирование новых стандартов жизни и удовлетворение запросов эффективного (конкурентного) человека периода экономики знаний, то есть

1. стандартов работы врачебно-цифровой системы управления жизненным (биосоциальным) циклом разнообразными способами,
  - в том числе на основе дистанционного мониторинга показателей здоровья,
    - включая стандарты работы с когнитивными системами,
      - в том числе психологического профиля.
2. онлайн-консультаций врачей-специалистов в России (в Москве) и за рубежом (по миру).

Крупные корпорации и IT-компании борются за провайдеров первичной медико-санитарной помощи (за поликлиники и общеврачебные практики). Именно на этом уровне применяется 80% услуг индустрии здоровья и биомедицинских услуг в рамках обслуживания «здоровья здоровых».

Предлагаемая IT-система управления здоровьем может быть востребована управляющими персоналом средних и крупных организаций. Состояние здоровья и нервной системы – важные показатели для учета коэффициентов персональной эффективности сотрудников.

Особый и возрастающий интерес к системе будет возникать у различных государственных, корпоративных служб, физических лиц, заинтересованных в развитии индивидуального человеческого капитала (методика автоматизируется). Это образовательные организации всех уровней, медицина (спортивная, профессиональная, цеховая, офисная, образовательная), силовые ведомства, службы управления персоналом, службы рейтингования физических и юридических лиц и проч.

Врачебно-цифровая система управляемой самопомощи уже сегодня имеет выраженные тенденции к саморазвитию (с учетом расширяющихся поисковых систем и web-ресурсов) и структурированию в глобальном масштабе (на основе рейтингования – главного инструмента повышения уровня человеческого капитала на индивидуальном уровне).

Некоторые факты:

- в Китае активно развивается система социального рейтингования с 2016 года, и в 2017 году из-за низкого рейтинга 11 млн. физических лиц не допустили в скоростные поезда и воздушный транспорт,
- с июля 2018 года в Ростехе формируется регистр биометрических данных населения России,
- развиваются сервисы госуслуг и ЕГИСЗ в России, ЕМИАС в Москве,
- в США, в Европе, в Великобритании, в Японии, в ОАЭ, в Сингапуре, в других странах формируется геномная информация о гражданах с учётом прочих баз персонализированных данных,

- гиганты IT-индустрии борются за поликлинические услуги (первичную медико-санитарную помощь).

Информационно-технологическая (машинная) часть искусственного интеллекта развивается с нарастающей скоростью (в прогрессии), объединяя кроссплатформенные решения, что снижает во времени издержки на содержание системы и стоимость доставки информации потребителям в любой точке мира (паре «личный врач/тьютор-пациент»).

Эффективность «новомодных» инструментов базируется на правильном (адекватном) подборе отдельных элементов (сервисов, устройств, «гаджетов» мобильного мониторинга здоровья), на комплексных продуктах (на IT-платформах обработки биомедицинских данных), обеспечивающих оптимальную функциональность, сочетаемость, интероперабельность, взаимозаменяемость, безопасность, а также эффективность работы этих элементов в конфигурации IT-платформы. Постановка задач для неё осуществляется с учётом потребностей конечных пользователей, в том числе персональных врачей-тьюторов.

Необходимо готовить шаблонные продукты универсального пользования с применением искусственного интеллекта и СППР. Об эффективности этого пути свидетельствует международный опыт внедрения IT-технологий в медицинской сфере последних десятилетий. Совместно с личным врачом-тьютором (с персональным менеджером здоровья) информационная система (искусственный интеллект, СППР) поможет пациенту сформировать оптимальный набор IT-продуктов для конкретного человека с учётом его психологической и квалификационной готовности. Подобный выбор возможен, если врач-тьютор в достаточной степени владеет современными IT-технологиями, то есть навыками IT-медика, клинического физиолога, семейного психолога. Под запрос пациентов и корпоративных заказчиков необходимо оперативно подготовить профессиональный стандарт.

Главный инструмент личного (семейного) врача-тьютора – персональный план сохранения и укрепления здоровья пациента, который включает прогностические, профилактические, диагностические, лечебные и реабилитационные мероприятия по каждой морфофункциональной системе организма в реальном времени. Классический медицинский цикл теперь стал пятитактным. Такой инструмент СППР может быть создан только при поддержке искусственного интеллекта.

Семейный или офисный врач-тьютор как персональный менеджер здоровья в автоматизированном режиме контролирует выполнение плана пожизненного укрепления здоровья и с помощью специального искусственного интеллекта (CRM-системы и контакт-центра) поддерживает обратную связь с пациентом, обеспечивая его новой и уточняющей информацией в онлайн и офлайн режимах. В перспективе такие системы обречены работать по принципу биологической обратной связи.





Рис. 5. Интеграционная IT-платформа для контакт-центра и «Единого цифрового окна здоровья».

Искусственный интеллект под контролем семейного врача-тьютора разрабатывает для пациента оптимальные алгоритмы решения задач воплощения персонального плана медицинских мероприятий, будь то «второе мнение» в России или за рубежом или различные инструменты мониторинга здоровья mHealth.

В кабинетах личных врачей или семейной медицины все шире начинают использоваться технологии искусственного интеллекта, СППР, дистанционной медицины, возможности трансграничного онлайн и офлайн обслуживания пациентов (медицинского туризма). В этих условиях пациент в тесном взаимодействии с врачом-тьютором через IT-интеллектуальную систему может получить дистанционную консультацию или непосредственно медицинские услуги лучших врачей и клиник в любой точке мира.

Благодаря искусственному интеллекту

- активно развиваются 3D-визуализированные электронные медицинские карты и карты здоровья,
- виртуальная и дополненная реальность в биомедицине, в том числе в игровых вариантах для повышения комплаентности пациентов,
- дистанционные консультации морфологических препаратов и лучевых изображений,
- совершенствуются системы постоянного консультативного взаимодействия с медицинским персоналом через мессенджеры.

Кабинет личного (семейного, школьного, спортивного) врача – информационная точка входа в 4P-медицину и «персональное цифровое здоровье». Семейный врач-тьютор (на основе информационной системы) помогает пациенту

- составить тактические и стратегические планы био-медико-социальных мероприятий расширения активной жизнедеятельности, в том числе профессионального долголетия,
- эффективно сочетать принципы предиктивной, профилактической и реактивной медицины, в том числе с применением дистанционных технологий.

Искусственный интеллект, информационная система (платформенное решение, контакт-центр 4P-медицины) формируют общую картину состояния здоровья пациента по всем морфофункциональным системам из всех источников сведений с учётом

- результатов обработки больших пользовательских данных (Big Data),
- ресурсных возможностей персоны (финансы, страхование, время как ресурс) в едином цифровом окне здоровья.

### Глобальные технологические тренды биомедицины

- персонификация и прогноз (4P-медицина)
- дистанционные биомедицинские услуги
- дистанционно управляемая самопомощь
- состязательность в больших (континентальных) и малых группах
- биосоциальное рейтинговое для целевого мотивированного доступа к общественным фондам
- потребления (поощрения или мотивации) через накопительные счета
- увлекательность (геймификация), включая массовые (корпоративные, групповые) игры с биологической обратной связью

С учётом опыта Сингапура, Китая, других стран наиболее эффективный инструмент сочетанного использования государственных и негосударственных общественных фондов потребления, личных и корпоративных средств – персональный накопительный медицинский (или социальный) счет. В 2016 году ни одна из моделей общественной системы здравоохранения какой-либо страны не отвечала запросам и возможностям персонифицированной медицины (Philips, 2016).

Открываются новые возможности экономики знаний. Персонификация плавно перевернёт организацию и финансирование общественной системы здравоохранения, формирование медицинской статистики. Основным источником информации станут данные о web-поведении персоны (Е. Паперный, 2018).

Парадигма **охраны** достигнутого уровня здоровья человека сменяется парадигмой **укрепления** будущего здоровья на основе прогноза биологической траектории конкретной персоны с учётом состояния всех органов и систем.

## Биосоциальный цикл



Рис. 6. Личный врач-тьютор прогнозирует биосоциальный цикл человека как клинический физиолог, семейный психолог с применением методов, доступных IT-медику.

## Смена иерархической системы на персонифицированную (4Р) в условиях Шестого технологического уклада

### СИСТЕМА ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ



Рис. 7. Смена иерархической системы на персонифицированную.

Широкое внедрение различных инструментов мониторинга здоровья в норме и при различных заболеваниях, совмещённое с системой контроля пограничных и экстренных ситуаций вокруг пациента, оптимизирует время принятия искусственным интеллектом жизненно важных решений (см. Пролог)

- по сохранению и укреплению здоровья,
- поддержанию желаемого уровня физического, психического и социального благополучия,
- поддержанию уровня коммуникаций (лингвистические каналы, IT-компетенции и навыки).

### **Запросы рынка B2B2C ожидания пользователей (юридических и физических лиц)**

Модель управления персоналом с учётом состояния здоровья и целевым расходованием средств медицинского страхования (ДМС и ОМС) через персональный накопительный счёт по аналогии с Сингапуром и Китаем.

Использование средств государственных внебюджетных общественных фондов потребления (ФОМС и ФСС) при персонализированном формировании корпоративного социального пакета, включая ДМС, средства работодателя и самого работника (соплатежи).

Потребность в применении 4P-принципов при планировании оздоровительной, образовательной (культурной) траектории и профессиональной карьеры.

Кабинет личного (семейного, школьного или офисного) врача-тьютора с инструментами искусственного интеллекта и СППР – информационная точка доступа для пары «личный врач/тьютор-пациент» к возможностям глобальной индустрии здоровья и непрерывного образования.

Искусственный интеллект, СППР анализируют и фокусируют внимание врача и пациента на данных о здоровье, мерах по его укреплению, формирует текущие, тактические и стратегические планы мероприятий продления активной жизнедеятельности («здоровье здоровых») и профессиональной карьеры.

Эффективность работы личного врача зависит от профессионального стандарта, в который должны быть включены вопросы:

- развития междисциплинарных компетенций в области медицины, информатики и психологии,
- использования IT-технологий,
- формирования компетенций по mHealth, дистанционной, мобильной и виртуальной медицине.

Широкое внедрение разнообразных инструментов мониторинга показателей здоровья в норме и при заболеваниях, совмещённое с системой контроля пограничных и экстренных ситуаций, позволяет искусственному интеллекту оптимизировать для врача и пациента время принятия жизненно важных решений по сохранению и укреплению здоровья.

# 1.

## ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ – ОБЯЗАТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ УСЛУГ ИНДУСТРИИ ЗДОРОВЬЯ В БУДУЩЕМ

### ЧТО ЭТО ТАКОЕ?

- ЭТО СОВЕТНИК ПО ВОПРОСАМ ЗДОРОВЬЯ/ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, КОТОРЫЙ НЕ ЯВЛЯЕТСЯ ИНСТРУМЕНТОМ ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ, НО СКОРЕЕ ПРЕДОСТАВЛЯЕТ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ КВАЛИФИЦИРОВАННУЮ КЛИНИЧЕСКУЮ АРГУМЕНТАЦИЮ И ТЕМ САМЫМ ПОЗВОЛЯЕТ МЕНЕЕ ПОДГОТОВЛЕННЫМ ВРАЧАМ СОКРАТИТЬ КОЛИЧЕСТВО ОШИБОЧНЫХ ДИАГНОЗОВ И НЕПРАВИЛЬНОГО ЛЕЧЕНИЯ.

19/06/18 3

- НИ ОДИН ВРАЧ НЕ СПОСОБЕН ЗАПОМНИТЬ 10,000 БОЛЕЗНЕЙ И СИМПТОМОВ
- ДАЖЕ В САМЫХ СОВРЕМЕННЫХ БОЛЬНИЧНЫХ СИСТЕМАХ СУЩЕСТВУЕТ ВЕРОЯТНОСТЬ ОШИБОЧНОГО ДИАГНОЗА ОТ 8 ДО 20%
- ЧАСТО ВРАЧИ ИСПОЛЬЗУЮТ «БАТАРЕЮ ТЕСТОВ» ИЛИ НЕСКОЛЬКО ТЕСТОВ, ЧТОБЫ ИСКЛЮЧИТЬ ДИАГНОЗ, ТОГДА КАК СИСТЕМА СООБЩАЕТ КАКОЙ КОНКРЕТНО ТЕСТ НЕОБХОДИМ ДЛЯ ПОСТАНОВКИ ДИАГНОЗА
- МОБИЛЬНОСТЬ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧИВАЕТ ПОСТОЯННЫЙ КОНТРОЛЬ СО СТОРОНЫ ГЛАВ ВРАЧА, ДАЖЕ ЕСЛИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ (ДОКТОРА/МЕДПЕРСОНАЛ) НЕДОСТАТОЧНО КВАЛИФИЦИРОВАН. ЭТО ПОЗВОЛЯЕТ ДОКТОРУ ОСМАТРИВАТЬ БОЛЬШЕ ПАЦИЕНТОВ И В ПОСЛЕДУЮЩЕМ КОНТРОЛИРОВАТЬ ИХ
- ПОЛНОСТЬЮ ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТООБОРОТ
- УЧЕБНЫЙ ИНСТРУМЕНТ
- УДАЛЕННЫЙ ДОСТУП



## Особенности текущего момента применения AI и переходного периода

- Персонализация, прогноз (предикция) и биоинформатизация (цифровизация) бизнеса (управление персоналом) и общественной жизни.
- Обострение соперничества во всех секторах быстро меняющегося глобального и национального рынка капиталов, трудовых ресурсов, услуг и товаров в восходящей фазе Шестого технологического уклада.
- Перераспределение и концентрация ресурсов вокруг высокопроизводительных IT-технологий.
- Расширение офлайн- и онлайн-миграции ресурсов (в том числе трудовых).
- Междисциплинарная и географическая интеграция объектов и субъектов государственной и международной политики и бизнеса.
- Функции медиков, педагогов и работников культуры объединяются на основе принципов 4P. Их помощниками становятся врачебно-цифровые (человеко-машинные) системы. Это проявление расширения принципов IT-управляемой самопомощи биомедицинского и образовательного характера на основе взаимодействия потенциалов искусственного и естественного интеллекта.
- Перераспределение точек концентрации капитала и ресурсов.

Формируется новый дизайн первичной медико-санитарной помощи при объединении интеллектуального потенциала личного врача-тьютора, пациента, возможностей искусственного интеллекта и СППР на основе web-данных, Big Data, машинного и гибридного обучения, применения блокчейн-технологий и нейросетей.

Человеко-машинная система «**Личный врач-тьютор с консьерж-сервисом – CRM-система – контакт-центр 4P-медицины – кроссплатформенное решение – боты в смартфоне на основе искусственного интеллекта**» становится «мотиватором-навигатором» или советником по управлению уровнем человеческого капитала с эффектом постоянного присутствия врача-тьютора или фельдшера-консьержа для пациента.

Таблица 1.1. *Стратегические кейсы*

Врач		Искусственный интеллект	
Трудоспособный «Человеческий капитал»			
Корпоративное здоровье	АМО (автоматизированные медицинские осмотры)	Личный врач-тьютор МедКоучинг Управляемый биохакинг	Непрерывное образование (в новой парадигме)
Трудовое долголетие	Предрейсовые послерейсовые	Human Design	Кадровый резерв, центр карьеры – медицинский и немедицинский
Повышение производительности труда	Предсменные послесменные	Цифровой Чек-Ап	Уникальные программы
Снижение антропогенных рисков	Регулярный мониторинг биосоциальных показателей	Планирование и прогнозирование персонального биосоциального цикла	Обучение пациентов
Снижение затрат по временной нетрудоспособности		Персональные клинические программы сопровождения	Гранты, НИР
Снижение и оптимизация затрат по ДМС и нестраховым продуктам			

Личным врачом-тьютором как персональным менеджером здоровья, с точки зрения ныне действующих в России профессиональных стандартов, наиболее подготовлен выступать врач общей практики (семейный врач).

Искусственный интеллект и СППР могут работать в интересах пациентов и врачей уже в настоящее время с наращиваемым биомедицинским и IT-функционалом в режиме постоянного и интенсивного расширения рабочих опций.

Информационная система на основе искусственного интеллекта с СППР (контакт-центр 4P-медицины, масштабная CRM-система с контакт-центром с платформенным решением) может помочь пациенту и личному врачу-тьютору находить нужное решение «на сейчас» и подобрать нужного специалиста/консультанта и медицинскую организацию в России и за рубежом на перспективу в рамках «реактивной» медицины.

Для медицинских организаций IT-система с искусственным интеллектом может служить мощным маркетинговым инструментом. Сеть кабинетов личных врачей или семейной 4P-медицины может играть роль и трансграничного медицинского маркетингового агентства для медицинских организаций (провайдеров помощи) в России и за рубежом.

### **Врачебно-цифровая система управления индивидуальным человеческим капиталом**

**Что надо сделать, чтобы работать и жить эффективнее, интереснее и прожить дольше?**

**Что надо сделать для повышения производительности труда, формирования сплоченной команды, для повышения человеческого капитала?**

**Ответ:** Повысить «дисциплину жизни», используя рекомендации личного врача-тьютора как психолога, IT-медика, физиолога и интеллектуальный тайминг, при поддержке искусственного интеллекта с помощью навигатора (робота-бота) в смартфоне для оптимизации индивидуального образовательного, профессионального и жизненного пути в целом.

Личные врачи-тьюторы (при поддержке искусственного интеллекта в виде голосовых «роботов» и навигационных систем медицинского контакт-центра) смогут и будут работать на основе принципов предсказательной персонифицированной медицины. Они должны быть способны

- быстро решать медицинские проблемы пациента и его семьи с учётом возможностей глобальной биомедицины и дистанционных технологий (консультаций),
- прогнозировать состояние здоровья пациента и его микроокружения (семьи) с применением методов «горизонта науки», биомедицинских и IT-технологий, организовать комплекс профилактических мероприятий для взрослых и детей с использованием адекватных инструментов мотивации,
- выбрать источник финансирования помощи,

- ❖ социальное медицинское страхование,
- ❖ актуарное медицинское страхование,
- ❖ вариант накопительного медицинского счёта,
- ❖ смешанное страхование жизни,
- ❖ страхование от несчастного случая,
- ❖ средства работодателя (включая прямую оплату осмотров),
- ❖ средства пациента и его близких,
- ❖ благотворительные фонды.

Особенности профессионального мастерства персональных врачей с расширенной профессиональной компетенцией:

- хорошее владение информационно-коммуникационными технологиями (функции IT-медика),
- владение основами психоаналитики (психологии и психотерапии),
- высокий культурно-образовательный уровень и широкий кругозор,
- умение пользоваться международной нормативно-справочной информацией биомедицинского профиля на английском языке.

### Личный врач должен

- постоянно повышать образовательный, профессиональный и культурный уровень,
- повышать эффективность персональной работы с пациентом и его семьёй (социальным микроокружением),
- широко применять инструменты дистанционной (виртуальной) медицины, другие IT-инструменты (mHealth, IoT, IoMT), в том числе через контакт-центр 4P-медицины на основе платформенного решения.

Персональный врач, вооруженный IT-системой, может стать **индивидуальным менеджером здоровья и коучем** для микросоциальной группы (семьи, воспитанников, учащихся, офисных работников, трудового коллектива, служб управления персоналом, служащих в силовых ведомствах, для спортсменов, застрахованных и проч.).

### Душевное благополучие

Формирование системы душевного и социального благополучия, системы целеполагания и эффективной мотивации к действиям – важнейшая функция чат-бота в смартфоне в тандеме с **личным врачом-коучем** (психотерапевтом или персональным психологом).

Главный инструмент персонального врача-коуча – **индивидуальный план биомедицинских мероприятий** – план сохранения и укрепления здоровья пациента, включающий

- прогностические (в том числе психологический и геномный прогноз),
- профилактические (первичная, вторичная и третичная профилактика),



- диагностические (включая мониторинг онлайн средствами mHealth и интернета вещей),
- лечебные (амбулаторные и госпитальные),
- реабилитационные мероприятия (санаторно-курортное лечение).

**по каждой морфофункциональной системе организма.** С информационной задачей такой сложности может справиться только человеко-машинная система на основе платформенного решения с голосовыми и текстовыми роботами (ботами) через смартфон.

**О миссии 4P-медицины.** Только мощная IT-система на основе кроссплатформенного решения с функциями машинного обучения (с искусственным интеллектом) позволит внедрить в полном объеме принципы 4P-медицины и способствовать **формированию сети (основы для массовых игр с биологической обратной связью) непосредственно между индивидами** (врачами и пациентами) как биомедицинскими объектами – главными носителями информации.

Персональный врач как **менеджер здоровья** составляет и контролирует выполнение пожизненного плана укрепления здоровья и с помощью контакт-центра 4P-медицины, т.е. программного комплекса (CRM-системы на основе платформенного решения). Он поддерживает обратную онлайн-связь с пациентом и его окружением (и его медиками), донося новую и уточняющую информацию, организуя консультации, лечение «в нужном месте в нужное время нужным способом за оптимальные средства», использует все возможности трансграничного медицинского обслуживания онлайн («второе» мнение, виртуальная помощь) и офлайн («медицинский туризм»).

Телемедицинские технологии, являясь универсальным трансграничным инструментом, оптимизируют контакты специалистов и пациентов. Их развитие постоянно совершенствуется в геометрической прогрессии. До 30% ежегодно нарастает глобальный объём дистанционного (трансграничного) медицинского обслуживания по числу случаев (онлайн и офлайн) и в денежном выражении. В России также возрастает потребность в экспорте и в импорте медицинских услуг (онлайн и офлайн).

Для эффективной работы по этому сегменту экономики («взлетающему» рынку персонализированных услуг «социального» характера) необходимо постоянно развивать и повышать качество процессов (включая разработки и/или применение **стандартов биосоциальной информации и её доставки**) в коммуникационных каналах (включая блокчейн в системе отношений врач-врач-пациент).

Человеко-машинная система разрабатывает для пациента оптимальные алгоритмы реализации персонального плана медицинских мероприятий (под контролем и при участии персонального врача). Это работа в виде:

- активности виртуальных навигаторов-ассистентов через смартфон (боты),
- помощи в формировании «второго» мнения (онлайн и офлайн) персональным менеджером здоровья,
- подбора персональным менеджером здоровья инструментов дистанционного мониторинга здоровья mHealth (каналов получения информации через интернет вещей – IoT, интернет медицинского оборудования – IoMT) и проч.

### **Врачебно-цифровая система повышения индивидуального человеческого капитала на основе искусственного интеллекта**

- предполагает виртуальное моделирование персональным врачом траектории жизненного пути с последующим применением робота-навигатора (под управлением искусственного интеллекта), планирующего текущие практические действия (биосоциальный тайминг) в игровом варианте для обеспечения полного физического, душевного и социального (профессионального, семейного) благополучия и для повышения индивидуального человеческого капитала, эффективности жизни в целом;
- является IT-проектом на основе мультиплатформенного решения;
- выполняет функции «маркетплейс», являясь междисциплинарной (медицинской и образовательной) технологической базовой площадкой для офлайн- и онлайн-услуг, работающей на принципах 4P (Personalized, Predictive, Preventive, Participatory);
- анализирует большие данные о поведении и здоровье физического лица, получаемые из всевозможных источников (mHealth, IoT, IoMT и проч.);
- составляет биомедицинскую, образовательную и профессиональную траекторию жизненного пути потребителя с учётом развития семьи (династии), микро- и макросоциума;
- предлагает управляемый искусственным интеллектом и врачом ежедневный тайминг с учетом показателей здоровья, консультаций врача (в офлайн- и онлайн-режиме), бота-навигатора в смартфоне и услуг контакт-центра,
- учитывает состояние ресурсов индивида (физических и финансовых),
- обеспечивает потребителям доступ к комплексной офлайн- и онлайн-услуге врача при поддержке систем принятия медицинских и организационных решений, а также трансграничного медицинского обслуживания.

## 1.1. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В БИОМЕДИЦИНЕ

### Актуальность применения искусственного интеллекта в биомедицине

#### В переходный период к Шестому технологическому этапу глобальной экономики

- создаются новые IT-условия для развития дизайна внутривидовой борьбы Homo Sapiens от групповых (национальных) форм к соперничеству корпораций, государств и континентов за высокий человеческий капитал, вне зависимости от локализации интеллектуального работника,
- обостряется борьба за конкурентные преимущества – расширяющиеся возможности мозга,
- ускоряется процесс эволюции биотехнических носителей информации (трансгуманизм).

Своевременно получать точную информацию особенно важно для лиц, ежедневно принимающих важные решения на основе актуальных данных. Ни один врач не в состоянии уследить за новостями, возможно критически важными для пациента. Достигнутый уровень биомедицинских технологий всё чаще ускользает от практических врачей. В таких случаях может включаться коллективный IT-разум на основе искусственного интеллекта и в виде СППР.

Медицинский функционал активно расширяется за счёт IT-технологий и искусственного интеллекта. В медицинских контакт-центрах и виртуальных госпиталях операторов заменяют роботы (боты), работающие на основе AI. Искусственный интеллект становится частью медицинских технологий, в том числе дистанционной, мобильной и виртуальной биомедицины, семейной психотерапии и клинической физиологии (управление биоритмами).

Ключевые экономические игроки 2020 года – пользователи мобильных устройств в возрасте от 16 до 50 лет, реализующие потребности (доставка биомедицинских товаров и услуг) дистанционно.

Ожидания рынка – предсказательная (предиктивная) биомедицина с перспективой активного долголетия (управляемая самопомощь, управляемый биохакинг). На первый план выходит система персонифицированного укрепления здоровья конкретного индивида (прогностическая или предсказательная медицина). Организация системы охраны и укрепления здоровья на основе принципов «реагирования» на заболевание (реактивной медицины) уходит на второй план.

Функции медиков и педагогов объединяются, и их помощниками становятся человеко-машинные (врачебно-цифровые) системы (управляемая самопомощь биомедицинского и образовательного характера) на основе искусственного интеллекта.

Медики активно расширяют функционал за счёт IT-технологий и искусственного интеллекта (AI). Роботы (боты), работающие на его основе, уже часть дистанционной, мобильной и виртуальной биомедицины, семейной психотерапии и клинической физиологии.

**В экономике знаний врач первичной медико-санитарной помощи** (*семейный, офисный, цеховой, школьный, личный, посольский, судебной, спортивный, доверенный, врач-тьютор*) **приобретает особо значимую роль.**

Специально подготовленный личный врач-тьютор как персональный менеджер здоровья с навыками IT-медика, семейного (офисного) психолога (психотерапевта) и клинического физиолога (специалиста по биоритмам) – основа (входная точка информации) врачебно-цифровой (человеко-машинной) системы управления индивидуальным здоровьем с учётом «траектории» жизни клиента:

- биологической,
- образовательной (культурной),
- профессиональной (карьерной),
- социальной (семейной, общественной).

Личные врачи должны помочь пациенту решить не только текущие проблемы здоровья (в рамках «**реактивной**» медицины), знать инструменты профилактики заболеваний для взрослых и детей (в рамках «**профилактической**» медицины), но и заниматься прогнозированием состояния здоровья (в рамках «**предиктивной**» медицины). Возникает **новый дизайн первичной медико-санитарной помощи в единстве интеллектуального потенциала личного врача, пациента и искусственного интеллекта.**

В таких условиях личному врачу необходимы:

- широкий набор знаний по основным разделам биомедицины,
- достаточная широта «биомедицинского» мышления,
- знания клинического физиолога,
- знания и навыки для выполнения функций IT-медика,
- знания и навыки для выполнения функций семейного врача, семейного (социального, офисного) психотерапевта и психолога.

Личный врач (персональный менеджер здоровья) должен рассматривать здоровье своего пациента (и его близких) как состояние полного физического, психического и социального благополучия – измеряемый ресурс человека, которым необходимо эффективно управлять:

- для повышения потенциала состоятельности (конкурентоспособности),
- для эффективного решения образовательных и профессиональных задач (реализации персональной траектории непрерывного развития),
- для успешного решения задач и достижения жизненной (социальной) **цели – сделать жизнь эффективной путём рационального использования эволюционно обусловленных реакций человека («управляемого биохакинга»).**

Системы на основе искусственного интеллекта способны обрабатывать тысячи страниц текста за секунду в поисках нужной информации. Это полезно в современных реалиях – ни один врач или пациент не справится с оперативным анализом такого количества медицинских публикаций.

По данным компании DelveHealth, примерно каждые 20 минут в мире появляется новая медицинская статья, а в каталог MEDLINE только за прошлый год добавили 870 тысяч ссылок.

Поэтому медикам требуются системы поддержки принятия решений (Clinical Decision Support System – CDSS) на основе искусственного интеллекта. Они объединяют информацию из истории болезни пациента, показатели его здоровья, данные из медицинских справочников и последние исследования.

После этого искусственный интеллект ищет зависимости, оценивая влияние на здоровье даже таких факторов, как динамика температур, уровень шума и качество воздуха в месте проживания.

Примеры внедрения технологий такого типа уже есть. Институт онкологии из Японии совместно с компанией Fronteo Healthcare разрабатывает систему KIBIT. Она анализирует симптомы заболевания, особенности организма пациента, «штудирует» специализированную литературу и выставляет диагноз.

Использование искусственного интеллекта для поиска оптимального метода лечения – необходимость, поскольку далеко не всегда один и тот же способ лечения одинаково хорошо помогает двум людям с одной и той же болезнью.

Проанализированы системы поддержки принятия медицинских решений на основе искусственного интеллекта.

#### Высокотехнологичные сервисы

- обучают врачей и пациентов,
- обмениваются медицинскими отчетами на различных IT-платформах,
- предоставляют возможность диагностики редких заболеваний,
- производят электронные медицинские записи,
- дают советы по укреплению здоровья,
- служат справочным руководством и используются при check-up,
- предоставляют новейшие варианты лечения,
- осуществляют навигацию в отношении специализированной помощи с учетом симптомов,
- предлагают диагностический механизм, а также вероятностную оценку причины заболевания.

Ниже приведены примеры зарубежных систем AI в ряду систем поддержки принятия врачебных решений.

WebMD Symptom Checker,  
IBM's Watson (\$1,8b),  
Roberts Health Solutions (\$1,5M),  
RHealth Advisor,  
Mayo Clinic, DiagnosisPro,  
Gideon, DxPlain, VisualDX,  
iTriage, Symcat, Symptomate,  
Healthwise, SchmittThompson,  
DocResponse и т.д. (США),  
Isabel HelathCare, YourMD (\$17,5M) (Великобритания),  
AdaHealth (\$47,0M) (Германия),  
Healthdirect (Австралия).

Миссия укрепления здоровья путём более быстрой и точной диагностики реализуется в корпоративных медицинских информационных системах в России и за рубежом. Не возникает сомнений в целесообразности массового внедрения «Системы поддержки принятия квалифицированных клинических решений на основе искусственного интеллекта» в практику врачей первичной медико-санитарной помощи в рамках общественной системы охраны здоровья Российской Федерации (323 ФЗ).

**Консультативные системы на основе принципов работы искусственного интеллекта позволяют врачам**

- сократить количество врачебных ошибок и ошибочных диагнозов,
- повысить качество биомедицинских мероприятий,
- обеспечить доступность квалифицированной помощи,
- повысить удовлетворённость пациентов и заказчиков.

## 1.2. МАШИННОЕ И ГЛУБИННОЕ ОБУЧЕНИЕ

Обширный подраздел работы по формированию искусственного интеллекта, изучающий методы построения алгоритмов, способных обучаться. Обучение по прецедентам, или индуктивное обучение, основано на выявлении общих закономерностей по частным эмпирическим данным

Дедуктивное обучение предполагает формализацию знаний экспертов и их перенос в программный комплекс в виде базы знаний.

Экспертная система квалифицированных клинических решений – модель, которая вначале использует стандартные методики диагностики и лечения. Далее в процессе обучения (путем использования реальной практики врачей) автоматически настраивает миллионы весовых коэффициентов и взаимосвязей между классификационными признаками и заданными категориями на выходе. Алгоритмы обучаются классифицировать данные на примерах решения аналогичных задач нейросетями человека.

После обучения классификатор получает возможность решать задачу распознавания образов выделения объектов или отнесение этих объектов к тем или иным классам.

Существуют десятки методов классификации: байесовский, метод опорных векторов, нейронные сети, решающие деревья и т. д.

*Таблица 1.2. Применение искусственного интеллекта в медицине*

№	Название и ссылка	Область применения	Источник обучения	География применения
<b>Телемедицинские сервисы для пациентов</b>				
1	Healthtap – <a href="http://evercare.ru/healthtap-results">http://evercare.ru/healthtap-results</a>	Электронный доктор	Скрипты многих тысяч консультаций и натренировали по ним чат-бота, которого теперь зовут Doctor A.I. Зарезервировать встречу с живым врачом через телемедицинский сервис.	Американцы могут рассказать Алексе о своем плохом самочувствии и получить совет
2	Microsoft Health Bot – <a href="https://vc.ru/24245-microsoft-bots">https://vc.ru/24245-microsoft-bots</a>	Чат-бот врача	Различные телемедицинские сервисы и продвинутые медицинские центры, на технологиях обработки естественного языка, понимает только английский	Повсеместно
3	Детский госпиталь Alder Hey –	Мобильное приложение с виртуальным ассистентом – мультяшным персонажем	Работает это приложение на базе платформы искусственного интеллекта IBM Watson.	Ливерпуль
4	Babylon Health - <a href="http://evercare.ru/babylon">http://evercare.ru/babylon</a> <a href="https://www.facebook.com/babylonhealth/">https://www.facebook.com/babylonhealth/</a>	Медицинские видеоконсультации с AI фронт-эндом	Сервис медицинских видео-консультаций с AI фронт-эндом. Бот экономит время врача, собирая первичную информацию о симптомах у пациента.	Великобритания



№	Название и ссылка	Область применения	Источник обучения	География применения
5	MedWhat - <a href="https://medwhat.com/">https://medwhat.com/</a> <a href="http://evercare.ru/medwhat">http://evercare.ru/medwhat</a>	Персональный электронный доктор в вашем телефоне для iPhone и Android	Изучивший миллионы книг по медицине, реальных историй болезни и всю доступную информацию о конкретном организме	Повсеместно
6	Sensely - <a href="http://www.sensely.com/">http://www.sensely.com/</a>	Электронная медсестра	Общается с пациентами с экрана планшета, напоминает им о медицинских процедурах, объясняет как их делать. Кроме того, через отчеты «Молли» лечащий врач может удаленно контролировать ход лечения пациента.	Национальная служба здравоохранения Великобритании; США
7	NTT Resonant – <a href="https://realist.online/article/sistema-ii-oshi-el-probuuet-svoi-sily-v-kachestve-onlajn-psihologa">https://realist.online/article/sistema-ii-oshi-el-probuuet-svoi-sily-v-kachestve-onlajn-psihologa</a>	Онлайн-психолог	Создатели ввели в него порядка 190 000 вопросов и 770 000 ответов в области психологии.	Япония
8	Sense.ly (iOS, Android) <a href="http://www.sensely.com/">http://www.sensely.com/</a>	«Приложение-медсестра». На экране телефона анимированное изображение медсестры. Она спрашивает, как Вы себя чувствовали сегодня, хорошо ли спали, в норме ли давление, нет ли жалоб. Отвечать можно вслух. AI распознаёт речь и отправляет информацию личному врачу. Если в ответе есть триггеры, соответствующие тем или иным симптомам, на экран выводится краткая справка по ним, после чего «сестра» напомнит о приёме лекарств или о процедурах, не хотите ли вы связаться с врачом. Если да, приложение немедленно соединит вас по видеосвязи.		Sense.ly Virtual Nurse, Powered by MindMeld
9	AiCure (iOS, Android) – <a href="https://itunes.apple.com/ru/app/aicure/id986079158">https://itunes.apple.com/ru/app/aicure/id986079158</a>	Нужно сфотографировать приём таблетки; приложение визуально распознает тип лекарства, определит время приёма и отправит эту информацию врачу. Задача приложения – обеспечить регулярность приёма лекарств.		Повсеместно
10	Babylon Health (iOS, Android) – <a href="https://angel.co/projects/336265-babylon-health-ios-app?src=more_projects">https://angel.co/projects/336265-babylon-health-ios-app?src=more_projects</a>	Мобильное приложение позволяет из любой точки мира, в любой день и любое время суток получить онлайн-консультацию британского или ирландского врача со стажем не менее 10 лет. Перед консультацией можно пройти здесь же, в приложении, нехитрый тест, а также загрузить параметры ежедневной активности, в т. ч. непосредственно с различных носимых устройств. Система проанализирует данные и выдаст пациенту предварительный диагноз, а врача порекомендует уже с учетом патологии.		Великобритания. Предварительные диагнозы Babylon Health ставит не хуже опытного терапевта.
<b>Анализ больших данных, в т. ч.:</b>				
<b>Анализ изображений (фотографий, рентгеновских снимков, МРТ, кардиограмм)</b>				
11	Австралийская нейросеть – <a href="http://academic.oup.com">academic.oup.com</a>	Дерматология	Фотографии различных образований на коже	Австралия

№	Название и ссылка	Область применения	Источник обучения	География применения
12	TUCAN – <a href="http://www.cnews.ru/news/top/2018-04-17_v_rossii_vpervye_v_mire_nachnut_raspoznivat_tuberkulez">http://www.cnews.ru/news/top/2018-04-17_v_rossii_vpervye_v_mire_nachnut_raspoznivat_tuberkulez</a>	Распознавание рака легких и туберкулеза (врач-рентгенолог)	Машинное обучение по рентгеновским снимкам	Россия ЦНИИ туберкулеза
13	Google AI – <a href="https://kakbyk.com/prensa/novosti/spetsialisty-google-nauchilis-diagnostirovat-rak.html">https://kakbyk.com/prensa/novosti/spetsialisty-google-nauchilis-diagnostirovat-rak.html</a>	Цитологическая диагностика рака	Изучение образца крови под микроскопом, система дополненной реальности для микроскопа автоматически обращает внимание врача на подозрительные участки	Повсеместно
14	IBM Medical Sieve – <a href="https://www.youtube.com/watch?v=poBwKVzLnoA">https://www.youtube.com/watch?v=poBwKVzLnoA</a> <a href="http://www.kmis.ru/blog/iskusstvennyi-intellekt-v-meditsine">http://www.kmis.ru/blog/iskusstvennyi-intellekt-v-meditsine</a>	Анализ МРТ, рентген-снимков, кардиограмм	МРТ, рентген-снимки, кардиограммы пациентов. Машинное обучение	Проект в стадии разработки
15	«Третье Мнение» <a href="https://3opinon.ru/ru">https://3opinon.ru/ru</a>	Диагностика на раннем этапе тяжелых заболеваний органов грудной клетки: туберкулез, рак, типичную и атипичную пневмонию, заболевания костей и другие.	Обнаружение патологических клеток при анализе крови и костного мозга. Обнаружение патологий на снимках «глазного дна». Машинное обучение по рентгеновским снимкам грудной клетки	Россия
16	CoBrain – национальный исследовательский проект в рамках Национальной технологической инициативы «НейроНет».	Нейрофизиология (ЭЭГ); нейровизуализация (МРТ, КТ); лабораторные данные (биохимия крови, спинно-мозговой жидкости).	Машинное обучение. Обработка более 10 тыс. записей ЭЭГ, более 8 тыс. снимков МРТ, более 60 тыс. результатов биохимических анализов, более 10 тыс. клинических данных	Россия
17	AI в косметологии – <a href="https://hightech.fm/2017/10/30/plastic-surgery-ai">https://hightech.fm/2017/10/30/plastic-surgery-ai</a>	Эстетическая хирургия лица	Предоперационное планирование и измерение пропорций лица пациента	Россия
18	Лаборатория искусственного интеллекта FAIR AI социальной сети Facebook объединилась с Отделом радиологии NYU School of Medicine. <a href="https://www.businessinsider.com/facebook-nyu-school-of-medicine-launch-ai-mri-research-project-2018-8?utm_source=feedly&amp;utm_medium=webfeeds">https://www.businessinsider.com/facebook-nyu-school-of-medicine-launch-ai-mri-research-project-2018-8?utm_source=feedly&amp;utm_medium=webfeeds</a>	Использование ИИ ускоряет процесс МРТ сканирования в 10 раз. Увеличение скорости влияет на снижение цены сканирования	Чтобы сделать МРТ-сканирование в десять раз быстрее, был предоставлен доступ к 3 миллионам анонимных изображений МРТ из 10 000 клинических случаев.	США

№	Название и ссылка	Область применения	Источник обучения	География применения
19	Медицинское подразделение Google/Alphabet под названием Verily – <a href="https://tproger.ru/news/google-ai-eye-scan/">https://tproger.ru/news/google-ai-eye-scan/</a> <a href="https://republic.ru/posts/91289">https://republic.ru/posts/91289</a>	Диагностика сердечных заболеваний	На изображениях сетчатки AI позволяет найти показатели, которые говорят о возрасте пациента, его поле, кровяном давлении и уровне сахара в крови. После этого система анализирует данные и просчитывает вероятность развития сердечно-сосудистых заболеваний. Тест сопоставим с тестом SCORE (европейский тест для оценки риска сердечной недостаточности).	Повсеместно
20	Университет Кейс Вестерн Резерв (США) – <a href="https://www.popmech.ru/science/news-382702-mashinnoe-obuchenie-v-diagnostirovanii-bolezni-alcgeymera/">https://www.popmech.ru/science/news-382702-mashinnoe-obuchenie-v-diagnostirovanii-bolezni-alcgeymera/</a>	Диагностирование на ранней стадии болезни Альцгеймера	Система обрабатывает сканы МРТ, характеристики гиппокампа, метаболизма мозга, белковые и генетические особенности, умеренные когнитивные нарушения и другие параметры. Алгоритм отбирает параметры.	США
21	Ученые из Стэнфорда – <a href="https://www.youtube.com/watch?v=XVDDesmbjuE">https://www.youtube.com/watch?v=XVDDesmbjuE</a> <a href="https://itnan.ru/post.php?c=2&amp;p=290883">https://itnan.ru/post.php?c=2&amp;p=290883</a>	Диагностика проблем с сердцем	Анализ медицинских снимков и результатов ЭКГ.	США, Стэнфорд
22	IBM Watson – <a href="http://cognitive.rbc.ru/health">cognitive.rbc.ru/health</a> IBM Watson for Oncology at Manipal Hospitals	Диагностика болезней сердца	На рентгеновских снимках и УЗИ сердца будет прогнозироваться стеноз аортального клапана.	Повсеместно
23	Recursion Pharmaceuticals – <a href="https://www.recursionpharma.com/">https://www.recursionpharma.com/</a> <a href="http://evercare.ru/ai-leaders-part3">http://evercare.ru/ai-leaders-part3</a>	Автоматизированная система проверки препаратов	Берутся сотни образцов клеточной ткани, пораженной определенной болезнью (редкие генетические заболевания). В каждый образец вводят одну из версий препарата. Специальный роботизированный микроскоп фотографирует каждый образец, а компьютерная программа анализирует внешний вид клеток, определяя эффективность лечения.	США (клинические испытания)
24	Университет Сунь Ят-Сена – <a href="https://www.nkj.ru/news/26694/">https://www.nkj.ru/news/26694/</a> <a href="http://www.med-practic.com/rus/719/37081/article.more.htm">www.med-practic.com/rus/719/37081/article.more.htm</a>	Диагностика катаракты	Компьютерная система, которая сможет делать снимок и диагностику глаз.	Китай
25	Имперский колледж Лондона – <a href="https://ria.ru/science/20160620/1449248219.html">https://ria.ru/science/20160620/1449248219.html</a>	Определение вероятности сердечного приступа	Получают снимки работающего сердца на МРТ и обрабатывают их искусственным интеллектом. Он создает динамическую 3D-модель сердца и выдает вероятность остановки сердца в течение года.	Великобритания

1. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ – ОБЯЗАТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ УСЛУГ ИНДУСТРИИ ЗДОРОВЬЯ В БУДУЩЕМ

№	Название и ссылка	Область применения	Источник обучения	География применения
26	Университет Кейс Вестерн Резерв – <a href="https://habr.com/post/397505/">https://habr.com/post/397505/</a> <a href="https://www.sciencedaily.com/releases/2016/09/160915132448.htm">https://www.sciencedaily.com/releases/2016/09/160915132448.htm</a>	Диагностика онкозаболеваний	Использовали всего лишь 43 МРТ снимка с размеченными раковыми клетками.	США
27	IBM Watson – <a href="https://habr.com/company/ibm/blog/400101/">https://habr.com/company/ibm/blog/400101/</a>	Анализ медицинских снимков для врачей-радиологов	IBM получила в свое распоряжение миллиарды обработанных изображений рентгенов, МРТ, КТ.	Повсеместно
28	Siemens – <a href="http://www.tadviser.ru/index.php/">http://www.tadviser.ru/index.php/</a> Компания: Siemens_Healthineers_%28ранее_Siemens_Healthcare%29 <a href="http://www.tadviser.ru/index.php/">http://www.tadviser.ru/index.php/</a> Продукт: IBM_Watson?cache=-no&ptype=news	IBM заключила стратегическое партнерство с Siemens по продвижению своего искусственного интеллекта Watson в медицинские учреждения	Используется для постановки правильных диагнозов (сравнивая данного пациента с тысячами историй болезней), предсказания вероятности появления диабета и других хронических заболеваний, для создания вакцин против новых вирусов.	США
29	Алгоритм искусственного интеллекта для разработки новых лекарственных молекул. <a href="http://advances.sciencemag.org/content/4/7/eaap7885">http://advances.sciencemag.org/content/4/7/eaap7885</a>	Позволяет снизить сроки разработки патентоспособных лекарств, обладающих биологической активностью.	Проектирование молекул с целевыми свойствами- ReLeaSE (Reinforcement Learning for Structural Evolution) предсказывает коэффициент распределения молекулы в системе октанол/вода с точностью 91%.	США
30	Google DeepMind - <a href="http://zdrav.expert/index.php/">http://zdrav.expert/index.php/</a> Компания: Google_DeepMind_%28DeepMind_Technologies%29 <a href="https://deepmind.com/">https://deepmind.com/</a>	Формирование карты облучения при радиотерапии раковых опухолей в области головы и шеи.	Анализ первичных симптомов слепоты. Машинное обучение по результатам томографии головы и шеи.	США
31	Платформа dacadoo от компании dacadoo ag (iFORS – ФОРС)	Поддержка здорового образа жизни, страховой андеррайтинг. Проверка непротиворечивости и правдоподобия данных при само-обслуживании.	Поддерживает внешние устройства мониторинга и приложения ведущих производителей.  Precursor модели предсказывают предпосылки, ведущие к заболеваниям, например, риск диабета влияет на риск сердечно-сосудистых заболеваний.  Modulator модели накладывают риски от дополнительных факторов к существующим моделям, например, длительность и интенсивность курения на последующие годы.	Россия – Швейцария

№	Название и ссылка	Область применения	Источник обучения	География применения
<b>Анализ персональных медицинских данных</b>				
32	Viome - <a href="https://www.viome.com/">https://www.viome.com/</a> <a href="http://gearmix.ru/archives/41005">http://gearmix.ru/archives/41005</a> <a href="https://www.techcult.ru/science/5112-kompaniya-viome-namerena-ispolzovat-voennye-tehnologii">https://www.techcult.ru/science/5112-kompaniya-viome-namerena-ispolzovat-voennye-tehnologii</a> <a href="http://zdrav.expert/index.php/Компания:Viome">http://zdrav.expert/index.php/Компания:Viome</a>	Анализ генома	Поиск паттернов в микробиоме человека. Результаты анализа крови подвергают обработке нейросетью, которая сравнивает их с результатами других пациентов и выдает, какие именно микробы живут в организме данного человека и какие проблемы с пищеварением есть сейчас или возможно появятся в будущем.	Повсеместно
33	doc.ai -doc.ai <a href="https://tokensale.doc.ai/ru">https://tokensale.doc.ai/ru</a> <a href="http://web-payment.ru/blockchainitem/457/blokchajn-v-medicine/">http://web-payment.ru/blockchainitem/457/blokchajn-v-medicine/</a>	Делает результаты анализов легче для понимания, извлекая информацию из медицинских данных.	Предлагают хранить в блокчейн-сети все персональные медицинские данные людей (включая геномы, микробиомы и другие -мы) и, анализируя их с помощью AI, выдавать персонализированные медицинские рекомендации.	Повсеместно
34	IBM Watson for Oncology <a href="https://habr.com/company/ibm/blog/369667/">https://habr.com/company/ibm/blog/369667/</a>	Диагностика и лечение рака – программа применения мощностей IBM Watson для определения оптимальной доказательной основанной на данных стратегии лечения рака.	В Watson для обучения загружены сотни тысяч медицинских документов, 25 тысяч историй болезни, более 300 медицинских журналов и более 200 учебников, всего около 15 млн. страниц текста. В подготовке к клинической практике суперкомпьютеру помогли исследователи-клиницисты из Колумбийского университета (Columbia University) и Университета Мэриленда в Балтиморе (University of Maryland, Baltimore). База знаний Ватсона Memorial Sloan-Kettering Cancer Center	Повсеместно.
35	Искусственный интеллект поможет российским пациентам понять результаты их анализов <a href="https://bmcmedinform-decismak.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12911-018-0648-0">https://bmcmedinform-decismak.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12911-018-0648-0</a>	Система выдает пациентам заключение и дальнейшие рекомендации. Заключение понятны, их можно показать лечащему врачу.	Результаты анализов пациентов. Рекомендации медицинских специалистов разошлись с рекомендациями программы в 0,7 процента случаев.	Россия, Томск
<b>Анализ голоса</b>				
36	Langone Medical Center	Диагностика по голосу (психологические заболевания, болезни сердца).	Компьютерная программа, основанная на машинном обучении, легко определяет таких пациентов, распознает по голосу пациентов с болезнями сердца.	США, Нью-Йорк

№	Название и ссылка	Область применения	Источник обучения	География применения
<b>Автоматизация бизнес-процессов МО</b>				
37	Qventus – <a href="https://www.qventus.com/">https://www.qventus.com/</a>	Управление работой больницы	Рассчитает сколько ресурсов (помещений, врачей, оборудования, материалов) понадобится больнице в данный период времени.	США (американские больницы)
38	Bright.md – <a href="http://bright.md/">http://bright.md/</a>	Виртуальный медицинский представитель	Получает ответы пациента по опросному листу, назначает сдачу анализов, организует встречу доктора с пациентом, заполняет все бумажки по результатам обследования.	США
<b>Сервисы для врачей (СППВР)</b>				
39	Mendel.ai	Подыскивает клинические испытания новых препаратов от рака	AI умеет понимать естественный язык, на котором написана медицинская карта пациента и описаны испытания на сайте <a href="http://clinicaltrials.gov">clinicaltrials.gov</a>	США (клинические испытания)
40	AI-доктор от Google – <a href="https://medium.com/@HealthTap/dr-ai-80b4cf06be30">https://medium.com/@HealthTap/dr-ai-80b4cf06be30</a>	AI помощник доктора	Данные конкретного пациента в цифровом упорядоченном формате, сам добывает данные из сканов медицинских карт пациентов	Повсеместно
41	Ada – <a href="http://evercare.ru/ada-1">http://evercare.ru/ada-1</a>	Сбор анамнеза, помощь в постановке диагноза	Алгоритм программы «тренировали» в течение нескольких лет, используя при этом реальные случаи заболеваний. Платформа использует сложный движок на базе искусственного интеллекта вместе с обширной медицинской базой знаний, включающей в себя информацию о различных симптомах, заболеваниях и лечебных решениях. Благодаря технологиям машинного обучения и многочисленным замкнутым циклам обратной связи приложение становится все более «образованным».	Великобритания
42	MedyMatch - <a href="https://www.medwhat.com/">https://www.medwhat.com/</a>	Система поддержки принятия решений для скорой помощи	Кроме анализа снимков, она принимает во внимание и объективные данные, такие как симптомы, жалобы пациента, измеренные показатели типа артериального давления.	IBM и Samsung уже заключили партнерские отношения с MedyMatch на использование этой системы
43	Nuance	Персональный ассистент врача – по имени Florence	Работает как секретарь. Помогает быстро найти нужную информацию о пациентах в корпоративной системе. Планирование рабочего дня, назначение встреч. Запись под диктовку.	Повсеместно

№	Название и ссылка	Область применения	Источник обучения	География применения
44	DreaMed	Лечение диабета	Использует технологию, ориентированную на максимальную персонализацию процесса. Она позволяет разрабатывать оптимальный план инсулиновой терапии для диабетиков на основании данных, собранных с глюкометров, фитнес-трекеров и других измерительных приборов за длительное время.	Израиль
45	Госпиталь Austin Health	Подбор идеального реципиента для пересадки печени	При появлении нового донора система тут же подбирает наиболее подходящих реципиентов из списка ожидания, основываясь на возрасте, размерах тела, группе крови и десятках других параметров.	Австралия, Мельбурн
<b>Мобильные устройства и приложения для мониторинга показателей</b>				
46	AliveCor	Мобильное приложение + датчик для снятия кардиограммы в полевых или домашних условиях	Отслеживает паттерны, которые появляются на кардиограммах изо дня в день. Приложение выявляет риск скорого инфаркта – оно заранее предупреждает пользователя. Мобильное приложение + датчик для снятия кардиограммы в полевых или домашних условиях.	США
47	Na-Nose Breathtec Biomedical	Диагностика 17 заболеваний, в том числе рак легких, болезнь Крона, болезнь Паркинсона, рассеянный склероз и язвенный колит	Портативный газоанализатор Na-Nose, который содержит наночастицы золота, покрытые органическими лигандами. Связываясь с этими лигандами, биомаркеры меняют электрическое сопротивление между наночастицами. Для определения болезни по паттерну изменения сопротивлений используется искусственная нейросеть.	Израиль
<b>Фармакология (создание таргетированных лекарств)</b>				
48	AI канадских ученых	Создание таргетированных лекарств	Методы машинного обучения для восстановления 3D-формы молекул белка из двухмерных изображений, полученных криомикроскопией. Высокое разрешение, точность и быстрое действие нового метода обещают существенно упростить разработку средств для лекарственной терапии широкого диапазона болезней, включая онкологические заболевания и болезнь Альцгеймера.	Канада



№	Название и ссылка	Область применения	Источник обучения	География применения
49	Разработчики из Mail.Ru Group, Insilico Medicine и МФТИ	Отбор потенциальных противораковых лекарств	Использовали патентную базу противораковых лекарств	Россия
50	IBM и фармацевтический гигант Pfizer	Разработка иммунотерапевтических средств для борьбы с онкологическими заболеваниями	Watson будет проверять гипотезы разработчиков новых лекарств на основе анализа больших объемов данных из открытых источников и результатов собственных исследований Pfizer.	Повсеместно
51	Нейрологический институт Барроу	Поиск лекарства от БАС для нейромедицины	Watson изучил всю публичную научную литературу по БАС и составил рейтинг из 1500 генов, которые упоминались в этой литературе, и которые могут быть причиной болезни.	США
52	Quest Diagnostics	Создание онкологических препаратов	Watson проанализирует банк раковых ДНК (собранный компанией), найдет подозрительные гены, потом проанализирует всю доступную научную и клиническую литературу, в которой упоминаются эти гены, и сгенерирует гипотезы – какие препараты могут воздействовать на эти гены.	Повсеместно
53	Insilico Medicine	Поиск новых лекарств и борьбы со старением	За счет огромной базы больших данных, которые обрабатывают, предполагается, что именно в компьютере (In Silico) будет происходить основная работа по испытанию новых лекарств за счет эмуляции их воздействия на организм (на уровне клеточных процессов) и именно в компьютере будут находить новые способы лечения и омоложения организма.	В 2014 году (уроженец Риги) Александр Жаворонков основал в США, а через два года открыл его представительство в Сколково
54	AtomNet – <a href="https://hightech.fm/2017/04/20/atomwise">https://hightech.fm/2017/04/20/atomwise</a> <a href="https://www.atomwise.com/">https://www.atomwise.com/</a>	Разработка новых лекарств на потоке	Ввели результаты миллионов известных взаимодействий молекул, и на их основе система предсказывает результаты неизвестных взаимодействий.	США

# 2.

## СИСТЕМА ОХРАНЫ И УКРЕПЛЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Основная часть граждан получает медицинскую помощь бесплатно. По данным российского мониторинга экономического положения и здоровья населения НИУ ВШЭ, в 2016 г. 85% граждан, обратившихся за амбулаторной помощью, получили ее без какой-либо оплаты; полностью бесплатно лечились 75% пациентов стационаров. Но из-за недофинансирования системы общественного здравоохранения возможности получения качественной медицинской помощи существенно различаются для жителей разных регионов и разных типов населенных пунктов. Следствием недофинансирования становится неформальное рacionamento гарантированного набора бесплатных медицинских услуг их поставщиками, что подрывает доверие к общественному здравоохранению.

Главными препятствиями для адекватного ответа российского здравоохранения на ожидания граждан являются недостаточность ресурсного обеспечения в сочетании с нереализованностью многочисленных резервов повышения эффективности использования имеющихся материальных, трудовых и финансовых ресурсов. Системе оказания медицинской помощи присущи проблемы, которые не решаются долгое время:

- низкое качество первичной медико-санитарной помощи, прежде всего оказываемой в участковой службе (измеренный по 25 показателям уровень развития участковой службы в России заметно ниже, чем в постсоветских странах Европы. Соответственно, в России относительно выше показатели уровня госпитализации, числа койко-дней на одного жителя, объемов скорой медицинской помощи.);
- дефицит кадров первичного звена: не хватает 30% участковых терапевтов и 10% участковых педиатров (во многих регионах две трети участковых врачей

составляют люди предпенсионного и пенсионного возраста. Если им на смену через 5–10 лет не придут молодые врачи, работа участковой службы будет необратимо деградировать.);

- при существующих медицинских технологиях и участковой службе сохраняется дефицит узких специалистов в амбулаторно-поликлинических учреждениях, в частности, гематологов – 14%, проктологов – 31%, ревматологов – 69%;
- недостаток компетенций медицинских кадров (происходит устойчивое снижение уровня квалификации медицинских кадров, которые готовит система профессионального образования.);
- недостаток кооперации между разными звеньями оказания медицинской помощи: диагностическими центрами, поликлиниками, больницами, реабилитационными службами.

Использование современных технологий тормозится недостаточным текущим финансированием системы общественного здравоохранения, медицинского образования и неполноценной подготовкой медиков, прежде всего – врачей.

С середины XX века в стране до последнего времени не была создана система послевузовской подготовки врачей, адекватная современным требованиям. В развитых странах подготовка для работы в первичной медицинской помощи (поликлинике) продолжается 2–5 лет, а в России врачи допускаются к работе сразу после окончания вуза. В странах с передовой медициной к работе по сложным специальностям (кардиохирургия, анестезиология и т.п.) после вуза готовят 5–8 лет, а в России такая квалификация присваивается после 2–3 лет подготовки.

## 2.1. ВРАЧЕБНЫЕ ОШИБКИ

Недостаточный уровень профессиональной подготовки врачей, отсутствие врачей узкой специализации в регионах и другие перечисленные «болезни» отечественного здравоохранения приводят к большому числу врачебных ошибок, ежегодно выявляемых в нашей стране, количество которых измеряется десятками тысяч случаев.

Согласно данным Всемирной организации здравоохранения (**ВОЗ**) по статистике, в мире врачи излечивают 77% болезней, не излечивают или мало помогают 23% пациентам и вредят 0,7% пациентам. Лучше всего медики помогают пациентам с аппендицитом, фурункулами, пневмонией и переломами костей. «Умеренно» помогают пациентам с астмой, артериальной гипертензией, диабетом, пороком сердца, шизофренией, наследственными заболеваниями, вроде болезни Дауна. Меньше всего везет пациентам, у которых возникли осложнения после прививок, послеоперационные кровотечения и нагноения, проявления аллергии после внутривенной инъекции с отеком Квинке, с асфиксией, с анафилактическим шоком. Кроме того, согласно ВОЗ, одной из главных врачебных ошибок считается удаление здорового органа вместо больного.

Согласно обнародованной Следственным комитетом РФ статистике, “в 2015 году потерпевшими от ятрогенных преступлений признаны 888 человек. Из них, вследствие врачебных ошибок и ненадлежащего оказания медицинской помощи, погибло 712

человек, в том числе 317 детей. В 2016 году из 352 человек, погибших вследствие врачебных ошибок и ненадлежащего оказания медицинской помощи, – 142 ребенка”.

Кроме того, в первом полугодии 2016 года в органы Следственного Комитета поступило более 2,5 тысяч сообщений о преступлениях, связанных с врачебными ошибками и ненадлежащим оказанием медицинской помощи, по результатам их рассмотрения возбуждено 419 уголовных дел.

### **Новые экономические и технологические вызовы**

Долгосрочными факторами роста потребности в медицинской помощи выступают старение населения и сокращение численности граждан в трудоспособном возрасте.

Согласно демографическим прогнозам, наша страна входит в период ускоренного роста доли и численности пожилых людей и сокращения численности граждан в трудоспособном возрасте. За период с 2015 г. по 2027 г. численность населения в возрасте старше трудоспособного увеличится на 7,2 млн. чел., а численность занятых в экономике может уменьшиться на 5,6 млн. чел.

Старение населения означает усложнение патологий, развитие множественных хронических заболеваний, орфанных заболеваний и соответствующий рост потребности в оказании медицинской помощи.

Современная медицинская наука развивается бурными темпами, что позволяет получать огромное количество новейших практических методик лечения, в том числе из смежных отраслей знаний, информатики, биомедицины, генетики, геномной терапии, биохимии, биофизики и т.д. Объем информации, необходимый врачу для лечения пациентов, стремительно растет. Наблюдается «девятый вал» медицинской информации. Современному врачу-терапевту необходимо одновременно держать в голове более 10000 болезней и симптомов. Ни один врач не способен справиться с такой задачей.

Ориентация на решительный положительный сдвиг в состоянии здравоохранения – это политический, социальный и экономический императив. Сегодня добиться результата в этом направлении развития лишь за счет расширения существующих практик невозможно: в системе охраны здоровья необходимы технологические и организационно-экономические инновации.

По данным наукометрических показателей (Н. Куракова, 2012), услуги биомедицины вместе с IT-индустрией стали лидерами развития технологий экономики знаний и становятся драйверами экономического роста.

Увеличение продолжительности жизни и укрепление здоровья российских граждан – одна из основных задач развития системы общественного здравоохранения. Достижение целевых показателей по этим позициям требует изменения траектории развития всей социальной сферы.

Одним из инструментов при достижении этой цели является решение задач разработки и внедрения искусственного интеллекта в области поддержки принятия врачебных решений, что позволит решить следующие задачи:

- сокращение врачебных ошибок при оказании медицинской помощи;
- разукрупнение врачебных участков и переход к общеврачебной модели участковой службы с более широким набором лечебно-профилактических функций;
- внедрение передовых научных методик в практику врачей;
- диагностирование орфанных заболеваний;
- повышение качества диагностики и подбора лечения в условиях ограниченного времени;
- демпфирование существующей острой проблемы низкой квалификации врачей за счет оцифрованного обобщенного опыта лучших медицинских практик;
- развитие медицинского кадрового потенциала, повышение квалификации врачей и совершенствование механизмов обучения врачей;
- контроль действий врача со стороны организаторов здравоохранения;
- увеличение роли среднего медицинского персонала в профилактике заболеваний и лечебно-диагностическом процессе;
- создание новых рынков медицинских продуктов и услуг.

Развитие мировой индустрии здоровья будет оказывать усиливающееся конкурентное воздействие на отечественные медицинские организации. В ближайшей перспективе реальна угроза укрепления в качестве ведущих поставщиков медицинских услуг на российском рынке глобальных рыночных медицинских и IT-корпораций. Перед политикой в сфере здравоохранения встает дилемма: обеспечить технологический прорыв в развитии отечественной системы здравоохранения и стать полноправным участником глобальной конкуренции за лидерство в медицинских технологиях или оставаться в роли только потребителя достижений мировой индустрии здоровья и смириться с технологическим отставанием отечественных медицинских учреждений.

# 3.

## СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ВРАЧЕЙ

### 3.1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Система квалифицированных клинических решений с помощью искусственного интеллекта – экспертный инструмент, электронный советник врача по вопросам диагностики и лечения. Система не является исключительным способом принятия решений, предоставляет в режиме реального времени квалифицированную клиническую аргументацию и позволяет менее подготовленным врачам сократить количество ошибочных диагнозов и назначений.

Поддержка принятия решения – совокупность процедур, обеспечивающих лицо, принимающее решения, необходимой информацией и рекомендациями, облегчающими процесс принятия решения.

Применительно к автоматизированному рабочему месту врача (АРМ) системы поддержки принятия решений (СППР) представляют собой информационные системы, предназначенные для автоматизации полного технологического процесса врача соответствующей специальности, а именно процесса принятия прогностических, профилактических, диагностических, лечебных, реабилитационных, организационных и прочих решений.

Системы этого класса предназначены для информационного обеспечения принятия решений в профессиональной деятельности врачей разных специальностей. Основная их цель – компьютерная поддержка работы врача- клинициста, гигиениста, лаборанта и др. Они позволяют повысить качество профилактической и лечебно-диагностической работы, особенно в условиях массового обслуживания при дефиците времени и квалифицированных специалистов.

## 3.2. СТРУКТУРА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ

Основной компонент экспертной системы (ЭС) квалифицированных клинических решений с помощью искусственного интеллекта (AI) – база знаний, состоящая из правил анализа информации от пользователя по конкретной проблеме. Она содержит факты (статические сведения в предметной области) и правила – набор инструкций, применяя которые к известным фактам, можно получать новые факты.

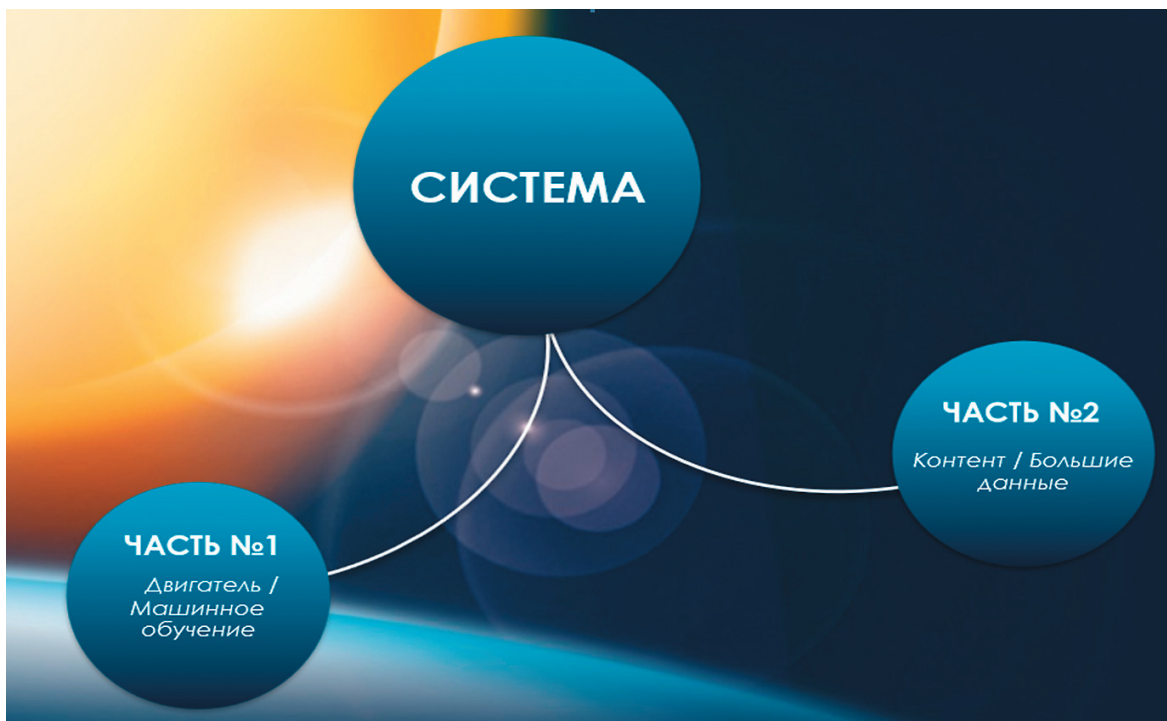


Рис. 3.1. Составные части системы поддержки принятия решения врачами.

## 3.3. УЧАСТНИКИ СОЗДАНИЯ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ

- **Эксперты первого уровня** – специалисты в проблемной области, к которой относятся задачи, решаемые ЭС.

*Предполагается участие экспертов в различных областях медицинских знаний ведущих российских и зарубежных научных институтов. Первый уровень – экспертный совет по валидации и имплементации данных в базу знаний системы.*

- **Эксперты второго уровня** – практикующие врачи-пользователи системы, которые вносят собственные данные о личных врачебных случаях в процесс машинного и гибридного обучения.



*Метод валидации – предусматривает применение личной электронной подписи в рамках блокчейн-технологий и одобрение экспертным советом в случаях, предусмотренных регламентом.*

- **Инженеры по знаниям**, являющиеся специалистами по разработке систем AI.
- **Программисты**, осуществляющие реализацию экспертной системы.

**Таблица 3.1. Характеристики системы поддержки принятия решений в сравнении со стандартным программным обеспечением**

Категория	Свойства IT-системы поддержки принятия клинических решений на основе ИИ	ПО с проверкой симптомов и справочные инструменты для врачей
Логика	Универсальная платформа управления контентом и система знаний, имитирующая клинические решения, обеспечивающие дифференциальную диагностику	Односторонняя логика с использованием протоколов, состоящих из закодированного пути от одного наблюдения к следующему
	Универсальная платформа управления контентом и система знаний, использующая связь между болезнями	Пути решения, алгоритмы или закодированные пути
	Может обрабатывать несколько прогрессирующих заболеваний одновременно из-за своего сложного, мультиплатформенного движка	Ограниченная способность рассматривать редкие заболевания или множественные диагнозы из-за простой односторонней логики
	Постоянно пересматривает возможные диагнозы, поскольку пользователь вводит больше данных	Ограниченное введение симптомов – статическая диагностика
	Способна обрабатывать сложные кейсы и кейсы с множественными сосуществующими заболеваниями, интерпретируя 10 миллионов взаимосвязанных фактов	Алгоритмы и / или пути решений ограничены в количестве взаимосвязей, которые могут существовать
База данных	Исчерпывающая, чтобы точно диагностировать общее представление об общих заболеваниях, необычные проявления распространенных заболеваний, общие представления о редких заболеваниях и необычные проявления редких заболеваний	Обычно ограничивается распространенными показаниями часто диагностируемых заболеваний
	База данных легка в обслуживании и расширяется благодаря своей уникальной базе данных медицинского контента NxKM	Использует кодированные данные, такие как алгоритмы или древо решений, которые являются медленными, сложными и дорогостоящими для обслуживания и обновления
	Возможность обслуживать/ремонтить сложные специфические базы данных, включая лечение, терминологию, язык и медицинскую запись	Нет сопоставимой функции
Интерфейс	Гибкость, которая должна быть адаптирована, начиная от человека без медицинских знаний до врача специалиста	Создан специально для потребителей или врачей
	На облачной основе, может быть доступен по стационарному телефону, простому мобильному телефону, мобильному телефону с поддержкой WAP или через любое компьютерное устройство даже в неразвитых странах	Обычно доступен только с полнофункционального компьютера или телефона

	Испытано как в развивающихся, так и в развитых странах и было использовано малообразованными, неграмотными пользователями	Сосредоточено исключительно на зрелых рынках и для медицински подкованных потребителей
	Предлагает результаты или симптомы, которые пользователь, возможно, не рассматривал, которые могут помочь дифференцировать болезнь	Диагностические возможности, ограниченные пользователями
	Может использоваться в ситуации «что если» – конкретные решения и/или тесты или результаты лабораторных исследований могут быть введены, чтобы узнать, какое влияние они окажут на достоверность диагноза, – позволяет практикующему минимизировать ненужное тестирование	
Точность	Определяет болезни и предлагает уровни достоверности в каждом конкретном заболевании – мы считаем, что только тогда, когда вы можете обеспечить достоверность в диагнозе, вы можете безопасно лечить пациента на основе информации	Отсутствует уровень достоверности, за исключением подсчета совпадающих результатов, предельная точность
	Включает ранее существовавшие заболевания и факторы окружающей среды при проведении диагностики	Нет сопоставимой функции
	Предоставляет лекарство с вариантами лечения, одобренными соответствующими медицинскими обществами и стандартами ухода	Нет сопоставимой функции
Документация	Записывает, обслуживает и основывается на каждом кейсе	Однопользовательский и однозадачный с ограниченной способностью к документации
	Обеспечивает семейное управление кейсами, позволяющее одновременно выполнять несколько кейсов для каждого пользователя и нескольких пользователей одновременно	Нет сопоставимой функции
	Ссылается на всевозможные электронные журналы здравоохранения (Electronic Health Record (EHR))	Нет сопоставимой функции
Справка	Предоставляет обширный справочный инструмент для образовательной и ресурсной информации о болезнях, результатах и лечении. <ul style="list-style-type: none"> <li>● Включает «поиск» («look-up») болезни, чтобы рассматривать наиболее часто встречающиеся, нечасто встречающиеся и редко встречающиеся симптомы с этим конкретным заболеванием.</li> <li>● Включает «поиск» симптома («look-up») для просмотра того, какие заболевания связаны с этим симптомом и каким образом это может помочь их разграничивать.</li> </ul>	Ограничение базы данных и логики

## 3.4. НАБОР ПОДСИСТЕМ И ФУНКЦИЙ



Рис. 3.2. Система поддержки принятия решений врачами состоит из 4 подсистем.

### 3.4.1. ПОДСИСТЕМА I – “Диагностика и лечение”

- Предлагает врачам рекомендации для лучшей диагностики. Обычно IT- или профессиональные квалификационные программы требуют, чтобы врач-пользователь «знал» информацию: «*Экспертная система квалифицированных клинических решений задает конкретные вопросы, чтобы получить ответ*». Это особенно полезно для менее квалифицированных или менее подготовленных врачей.
- Задаёт вопросы, автоматически определяя уровень подготовки пользователя, его навыки и возможности.
- Обеспечивает дифференциальную диагностику в зависимости от возраста пациента, пола, географии, качества и значений медицинских записей, а также введённых симптомов.
- Генерирует схожие симптомы, лабораторные тесты для помощи с дифференциацией диагноза.
- Выдаёт советы по лечению и рекомендации по мониторингу процесса лечения на основе проверки подлинности действий.

### 3.4.2. ПОДСИСТЕМА II –

#### “Электронная медицинская карта – ЭМК”

- Использует уже существующие диагнозы и историю для помощи в диагностике.
- Это делает ЭМК в системе более точной и более простой в использовании. Если заболевание неизвестно, система по-прежнему использует самые распространенные диагнозы и истории, а также использует истории для модернизации опыта пользователя (врача и пациента).
- Может интегрировать в себя данные из сторонних электронным медицинским карт (ЭМК) медицинских организаций и электронной карты здоровья самого пациента.
- Включает в себя информацию об аллергиях, прививках, анамнезе жизни и заболеваниях, операциях и прочее.
- Может взаимодействовать с существующими системами медицинских записей (EMR).
- Может быть общей для всех или нескольких IT-платформ.

### 3.4.3. ПОДСИСТЕМА III –

#### «Обучающие советы для здоровья»

- Советы беременным женщинам – как, когда и почему лучше кормить детей грудным или искусственным молоком.
- Образовательная информация, основанная на популярных темах в области системы общественного здравоохранения.
- Информация о первичной медико-санитарной помощи.

### 3.4.4. ПОДСИСТЕМА IV –

#### «Справочное руководство и база набора заболеваний»

Подсистема содержит справочники болезней, симптомов, лабораторных тестов и пр. В подсистеме разработан перечень утвержденных медицинских документов и достоверных источников информации, которые состоят из монографий, медицинских учебников, журналов, статей, сайтов и прочих валидированных источников. Они могут быть использованы наряду с медицинскими знаниями, а также с личным опытом врачей, специалистов и должны постоянно проверяться медицинской экспертной группой для повышения ценности и точности работы системы.

### 3.5. КАК ЭТО РАБОТАЕТ?

- Обеспечивает предварительный отбор информации и имплементацию в последующую деятельность системы.
- Взаимодействует с пользователем на языке, доступном для любого уровня квалификации.
- Учитывает географические, экологические, демографические производственные и пр. особенности сторон.
- Помогает медикам быстрее принимать оптимальные решения.
- Распознает распространенные и редкие заболевания.
- Интегрируется с существующими медицинскими информационными системами.



Рис. 3.3. Общие принципы работы системы поддержки принятия решений.

Это обширный подраздел работы по формированию искусственного интеллекта, изучающий методы построения алгоритмов, способных обучаться. Обучение по прецедентам, или индуктивное обучение, основано на выявлении общих закономерностей по частным эмпирическим данным. Дедуктивное обучение предполагает формализацию знаний экспертов и их перенос в программный комплекс в виде базы знаний.

Экспертная система квалифицированных клинических решений – модель, которая сначала использует стандартные методики диагностики и лечения. Далее в процессе

обучения, путем использования реальной практики врачей, автоматически настраивает миллионы весовых коэффициентов и взаимосвязей между классификационными признаками и заданными категориями на выходе. Алгоритмы обучаются классифицировать данные на примерах решения аналогичных задач нейросетями человека.

После обучения классификатор получает возможность решать задачу распознавания образов выделения объектов или отнесение этих объектов к тем или иным классам.

Существуют десятки методов классификации: байесовский, метод опорных векторов, нейронные сети, решающие деревья и т. д.

На наших web-ресурсах мы подробно расскажем и ответим на вопросы:

- Почему система важна для России?
- Как система уже в 2020 году могла бы помочь сократить количество ошибочных диагнозов и неправильного лечения?
- Почему управление процессами классического цикла медицинских мероприятий (прогноз, профилактика, диагностика, лечение, реабилитация) не могут исключить ошибки «человеческого фактора»?

#### 3.5.1. Число врачебных ошибок может быть существенно сокращено при помощи системы искусственного интеллекта

По данным Фонда обязательного медицинского страхования, российские врачи ошибаются с лечением в 10% случаев. Главный патологоанатом Минздрава России Лев Кактурский отмечает, что расхождение посмертного и пожизненного диагнозов составляет 20–25%. Четвертая часть смертей пациентов в России происходит от болезни, не обнаруженной при жизни.

Andy Beck из Гарвардской медицинской школы отмечает, что использование технологий искусственного интеллекта позволит снизить на 85% уровень ошибок при диагностике.

### 3.6. ИНСТРУМЕНТЫ AI ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Лидерство в мировой экономике в будущем будет определяться конкурентоспособностью страны на глобальных рынках инновационных биомедицинских и образовательных услуг. К таким технологиям относится создание систем обработки больших пользовательских данных, машинного и глубинного обучения, искусственного интеллекта на основе цифровых нейронных сетей.



## МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ - Обучение "С учителем"

- Это некая большая модель, которая сначала не обучена, а после обучения автоматически настраиваются миллионы весовых коэффициентов и взаимосвязей между классификационными признаками и заданными категориями на выходе.
- После обучения классификатор получает возможность решать задачу распознавания образов выделения объектов или отнесение этих объектов к тем или иным классам.
- Существуют десятки методов классификации: **байесовский, метод опорных векторов, нейронные сети, решающие деревья** и т.д.



19/06/18 7

Рис. 3.4. Принципы машинного обучения.

Искусственный интеллект или Artificial Intelligence (AI) – технология создания интеллектуальных компьютерных программ; свойство интеллектуальных IT-систем выполнять творческие функции путем подражания умственным способностям человека. Результаты применения AI могут также использоваться как основа для разработки интеллектуальных программ и систем следующего поколения. Лидеры в использовании AI – Япония, США, Южная Корея, Великобритания, Израиль, Канада, Китай, Сингапур.

### 3.6.1. Обзор действующих инструментов на глобальном рынке и их эффективность

Миссия спасения жизни посредством более быстрой и точной диагностики уже реализуется в некоторых корпоративных медицинских информационных системах в России и за рубежом. Под этим углом рассмотрена целесообразность внедрения «Системы поддержки принятия квалифицированных клинических решений на основе искусственного интеллекта» в практику врачей первичного звена в рамках общественной системы охраны здоровья Российской Федерации. Такая система могла бы позволить врачам сократить количество ошибочных диагнозов, улучшить качество лечения и избежать значительной части врачебных ошибок.

Переход глобальной экономики к Шестому технологическому этапу (к экономике знаний) характеризуется интеграцией потенциалов естественного и искусственного интеллекта во всех сторонах жизни человека.



Функции медиков и педагогов объединяются на основе принципов 4P, и их помощниками становятся человеко-машинные системы (управляемая самопомощь биомедицинского и образовательного характера) на основе искусственного и естественного интеллекта.

По мнению директора «Научно-практического центра медицинской радиологии ДЗМ», главного специалиста Москвы по лучевой диагностике Сергея Морозова, надо передавать алгоритмам AI те функции, которые врач может выполнить менее чем за 1 секунду. Врач станет коммуникатором, принимающим решение о лечении вместе с пациентом, а рутинные функции перейдут к роботам, что поможет обеспечить больше медицинской помощи при ограниченных ресурсах (С. Морозов, 2018).

#### **Зарубежный опыт применения искусственного интеллекта**

В одной из лондонских клиник начато тестирование «умной» технологии с программным обеспечением ScanNav, которая позволяет врачу получить дополнительную информацию и экспертное AI-мнение прямо во время проведения УЗИ и может заметить то, что не увидел доктор (Р. Окашин, 2018).

Искусственный интеллект играет все большую роль в американской медицине. Первое независимое медицинское диагностическое устройство для офтальмологов (прибор компании IDx) на основе искусственного интеллекта FDA разрешило вывести на рынок США. Это устройство помогает выявлять осложнения при диабете (Н. Суворова, 2018).

Американская компания Viz.ai зарегистрировала в FDA алгоритм искусственного интеллекта как медицинское изделие для диагностики инсульта уже в машине скорой помощи, поскольку пациента можно спасти лишь в течение 4 часов.

Свой искусственный интеллект Watson IBM обучила выявлять предрасположенность к определенным заболеваниям (в основном онкологическим). Искусственный интеллект в IBM используется также для помощи больным диабетом и ВИЧ.

Американская компания LifeSignals начала продажи беспроводной носимой системы для мониторинга параметров здоровья LP1100 Life Signal Patch (недорогой и небольшой одноразовый пластырь). Устройства могут измерять параметры здоровья с клинической точностью и транслировать их в существующие системы мониторинга, больниц, обеспечивается непрерывный трехдневный мониторинг здоровья с беспроводной передачей данных (<https://lifesignals.com/products-services/>).

Япония планирует использовать искусственный интеллект, чтобы справиться с нехваткой и недостатками специалистов-людей. Технологии визуальной диагностики оказываются быстрее и гораздо точнее, чем самый опытный врач. Это прежде всего проблемы желудочно-кишечного тракта; система раннего выявления аневризм головного мозга с помощью диагностического искусственного интеллекта вместе с базой МРТ-изображений, собранных из 10 медицинских учреждений и демонстрацией 3D-изображения кровеносной системы, с отмеченным местом возможного нахождения аневризмы (журнал «Интенсивная терапия», 2017).

В Японии производится большое количество цифровых изображений, и рынок медицинского искусственного интеллекта вырастет более чем в 2 раза – с \$32,8 млн. в 2016 году до \$88 млн. к 2020.

В Китае также прогнозируют взрывной рост случаев применения искусственного интеллекта, и в ближайшее время IBM Watson будет использоваться для решения диагностических задач. Как и во всем мире, в Японии, в Китае ожидается дефицит врачей и высокая потребность в услугах сервисов на основе искусственного интеллекта.

Цифровой доктор iFlyTek Smart Doctor Assistant (Шеньчжэнь) получил лицензию доктора [Scmp], опередив Watson и набрав 456 баллов на экзамене при требуемых 360. Китай сделал развитие технологий на основе искусственного интеллекта частью своей национальной стратегии и к 2030 году намерен лидировать по сравнению с США по всем показателям, связанным с искусственным интеллектом (Р. Окашин, 13.11.2017, Хайтек)

Китайское министерство науки и технологий опубликовало официальное заявление, где перечисляет компании, которые войдут в группу по развитию искусственного интеллекта. В нее вошли цифровые гиганты Baidu, Alibaba Group и Tencent Holdings (известные как BAT), а также iFlyTek, специализирующаяся на голосовых технологиях, причем Tencent возьмет на себя компьютерный подход к медицине; а iFlyTek продолжит развитие голосовых технологий ([SouthChinaMorningPost](#)).

Это часть реализации плана развития искусственного интеллекта нового поколения. Си Цзиньпин призвал глубже интегрировать в индустриальную экономику технологий на основе искусственного интеллекта, интернета и больших пользовательских данных, чтобы сделать Поднебесную глобальным лидером высоких технологий к 2030 году (С. Коленов, 22.11.2017 г. 13:01).

В Китае принята Программа создания Системы социального кредита (2014–2020). Судьбу людей по этой программе определяет AI, деля всех на 5 категорий: кто достоин продвигаться по социальной лестнице, получая лучшие медицинские и др. услуги, или «утратил доверие» и теряет изначально дающиеся баллы рейтинга (Госсовет КНР). Система социального доверия действует в Китае уже в 30 городах, с 2020 г. ее планируют ввести во всем Китае.

До виртуального AI-доктора из Watson от IBM израильская компания Zebra Medical Vision представила продукт Zebra AI1, который исследует результаты КТ, МРТ и других медицинских изображений для постановки диагноза, начала лечения и снижения нагрузки на медперсонал. Стоимость одного исследования составляет всего \$1, что может сделать продукт доступным для жителей бедных регионов мира ([Engadget](#) и [CNBC](#)).

Zebra AI1 способна автоматически выявлять до 17 различных заболеваний (в плане 35), среди которых рак легких и молочной железы, заболевания сердца и сосудов, травмы головного мозга, скрининг коронарного кальция на основе данных КТ. Инструмент AI1 интегрирован в радиологические информационные системы (RIS) и системы обмена изображениями (PACS), которые используются в медицинских учреждениях США, Великобритании и других стран (С. Коленов, 30 октября 2017, Хайтек).

- **СОЗДАНИЕ И ВНЕДРЕНИЕ БАЗЫ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ** ВЗЯВ ЗА АНАЛОГ УЖЕ СУЩЕСТВУЮЩУЮ БАЗУ КОМПАНИИ VISUALDX. ОНИ РАЗРАБОТАЛИ САМУЮ ПОЛНУЮ БИБЛИОТЕКУ ЦИФРОВЫХ МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ИЗ БОЛЕЕ ЧЕМ 140 000 РЕЦЕНЗИРУЕМЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩИХ ВСЕ ВОЗРАСТНЫЕ ГРУППЫ И ТИПЫ КОЖИ, А ТАКЖЕ ВАРИАЦИИ БОЛЕЗНЕЙ НА ОСНОВЕ ТЯЖЕСТИ И СТАДИИ, ВКЛЮЧАЯ КЛАССИЧЕСКИЕ И РЕДКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ. ЭТО ПОЗВОЛИТ ВСЕ НАГЛЯДНЫЕ ПРИМЕРЫ СИМПТОМОВ, ПРИЗНАКОВ И РЕНТГЕНОВСКИХ СНИМКОВ СРАЗУ УВИДЕТЬ В ОБЩЕЙ СИСТЕМЕ.
- **ГРАФИЧЕСКАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ СИМПТОМОВ**
- **ПОПОЛНЕНИЕ ПЕРЕЧНЯ УТВЕРЖДЕННЫХ МЕДИЦИНСКИХ ИСТОЧНИКОВ**, КОТОРЫЕ СОСТОЯТ ИЗ МЕДИЦИНСКИХ УЧЕБНИКОВ, ЖУРНАЛОВ, СТАТЕЙ, САЙТОВ И ЛИЧНОГО ОПЫТА ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ВРАЧЕЙ.

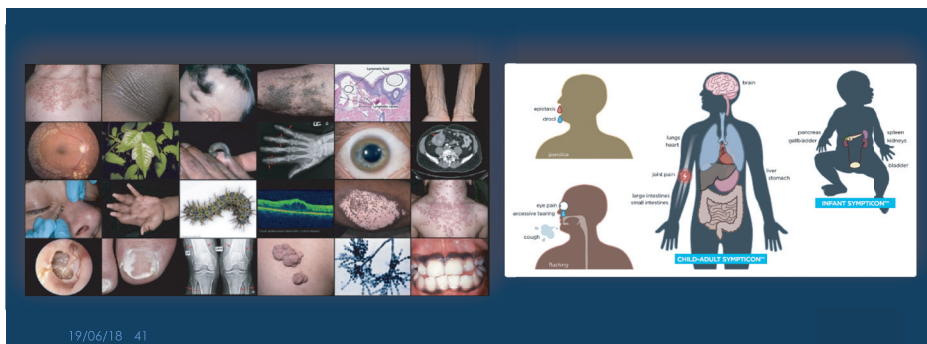


Рис. 3.5. Этапы развития библиотеки изображений.

Также израильяне (Medial EarlySign) разработали для американского рынка продукты с элементами искусственного интеллекта для оценки риска развития заболеваний на основе результатов медицинских и лабораторных исследований (<http://earlysign.com/>).

#### Направления возможного использования AI в биомедицине в России

- Интерпретация результатов визуализации медицинских изображений: КТ, МРТ, рентгеновские изображения, фотографии, гистология и пр.
- Программы поддержки принятия терапевтических решений: диагностика, назначение лечения. Обучение искусственного интеллекта на основе врачебной практики (машинное и глубинное обучение).
  - Анализ лекарственных средств, совместимость и пр.
  - Анализ симптоматики.
  - Справочники по лечению.
- Дистанционная медицина.
  - Мониторинг показателей состояния организма с помощью носимых устройств (медицинских гаджетов, интернета вещей и интернета медицинского оборудования).
  - Контроль за Alarm-ситуациями с помощью гаджетов у детей и престарелых.
  - Дистанционные приборы.
  - Алгоритмы анализа получаемых данных.
  - Автоматизированные управляемые вживляемые системы введения лекарственных средств (инсулиновая помпа).
  - Автоматизированные управляемые вживляемые устройства (кардиостимуляторы и пр.).

- Самообучающиеся приспособления, приложения для людей с ограниченными возможностями: для слепых, глухих и проч.
- Экзоскелет.
- Настраиваемые приложения для диагностики, тренировки и самоконтроля, и самообучения:
  - Когнитивные способности.
  - Диабет.
  - Ведение беременности.
  - Питание, диеты.
  - Фитнес.
  - Другие.
  - Биоэтика искусственного интеллекта в медицине, социологии:
- Проблемы применения инструментов психологии «Кэмбридж аналитика».
- Управляемые процессы формирования новых привычек и моделей поведения.
- Базы данных для научных исследований (фармацевтика, фундаментальная наука).
- Уникальные возможности для анализа и прогноза процессов в здравоохранении.
- Е-маркет медицинских и околomedicalных товаров и услуг.
- Базы медицинских данных.
  - Создает возможности обучения и создания алгоритмов.
  - Персональные электронные медицинские записи.

Алгоритмы искусственного интеллекта постепенно внедряются в развитых странах и в России, что особенно актуально в условиях нарастающего дефицита врачей и медицинского персонала в целом на фоне снижения общего квалификационного уровня. В лучевой диагностике (рентгенологические исследования, компьютерная томография, МРТ) большая проблема – это описание и анализ изображений при массовых скринингах на туберкулез, для выявления ранних стадий онкологических заболеваний и пр. Подсвечиваются проблемные участки на изображении, что позволяют врачу быстрее описывать результаты исследования. Врачи выполняют функции экспертов, рутинные задачи переносятся на «умных» компьютерных помощников, а от них – на алгоритмы автоматизации, которые помогают в 2–3 раза увеличить эффективность разных видов исследований.

## РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ СОБСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Для создания федерального сервиса «Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения» формируется **три основные рабочие группы**.

**Первая рабочая группа** после детального изучения мировых практик совместно с передовыми научными центрами и математиками России создает двигатель общей системы – классификатор с дополнительными совершенствованиями для максимально точных результатов.

**Вторая рабочая группа** разрабатывает собственный контент – базы данных болезней, симптомов и т. д. Эта группа также разрабатывает перечень утвержденных медицинских источников, состоящих из медицинских учебников, журналов, статей, сайтов и многого другого, которые, по их мнению, будут являться авторитетными, аккредитованными,

точными и надежными источниками, из которых мы будем получать все данные. Мы будем использовать эти источники наряду с нашими медицинскими знаниями, а также будем использовать опыт врачей специалистов, чтобы создать собственные базы данных, учитывая локальные особенности стран и регионов для повышения точности системы. Эта группа также будет ответственна за предоставление графического/визуального контента.

**Третья рабочая группа** будет состоять из разработчиков, специалистов по работе с большими данными и программистов. Она создаст единую платформу для первой и второй групп. Также эта группа будет заниматься всей технической частью проекта и обеспечит адаптацию/взаимодействие/присоединение данной системы ко всем уже существующим системам в России.

Предварительная стоимость системы неизвестна и будет зависеть от наличия необходимых человеческих ресурсов, уровня их квалификации и остальных ресурсов.

Создание marketplace или IT-платформы (основы для формирования экосистемы), вероятно, объединит провайдеров медицинской помощи, экспертов, тестирующих решения, разработчиков, создающих на этих данных алгоритмы, и компаний, покупающих на них лицензии.

«Россия отличается сильной математической школой и высоким уровнем практической подготовки специалистов для научно-исследовательской работы, благодаря чему великолепно подходит для исследований в области искусственного интеллекта. Кроме того, в стране уже есть развитая AI-инфраструктура – разработками в области искусственного интеллекта занимаются разные крупные компании» (ТАСС, 2018). Корпорация SamsungElectronics, совместно со стартапами и университетами России, открыла первый в России центр разработки проектов по изучению искусственного интеллекта и машинного обучения для дальнейшего интегрирования технологий в сервисы и продукцию Samsung (к 2020 году) (ТАСС, 2018). Samsung тратит на развитие искусственного интеллекта до 7,7% годовой прибыли – около \$3 млрд.

Центр будет работать независимо от научных кластеров, но открывать лаборатории по всей России. Руководителями ключевых направлений центра AI Samsung в России являются профессор ВШЭ Дмитрий Ветров и профессор Сколковского института науки Виктор Лемпицкий (С. Иванов, 2018).

Семь медицинских технологий на основе искусственного интеллекта скоро придут в российские больницы (Фаина Филина, советник генерального директора Международного медицинского кластера в ИЦ «Сколково»). Это роботы-пациенты для проведения тренировок операций, VR-тренажеры (для пациентов), «умные» цифровые больницы, генетические исследования – выявление предрасположенности к заболеваниям, использование носимых устройств и датчиков, «печатные» зубы, умная диагностика (развитие систем поддержки принятия решений) по типу IBM Watson.

Получило широкое развитие использование технологий Big Data и BI (Business Intelligence) для поддержки принятия решений в медицине (Сергей Добридюк – «Диасофт Систем», резидент НЦ «Сколково»; Александр Антипов – ФОРС), хотя Россия

накопила пока только порядка 2% мировых данных (Big Data), а Китай – уже 15% (McKinsey&Company, 2016).

Еще одна технологическая платформа для применения искусственного интеллекта в России – МедИнЛайф (при прогнозе, планировании и оказании первичной медико-санитарной помощи) (medinlife.org).

Стратегический концепт (бизнес-идея и базовый способ ее реализации): повышать конкурентоспособность физических лиц и организаций через развитие человеческого капитала и управление процессами, которые включают в себя действия по планированию (моделированию), мотивации, организации и контролю.

Базовый способ реализации продукта – навигация и контроль продвижения физических лиц по жизненному пути, образовательной и профессиональной траектории (био-социальному циклу). Инструмент реализации – сеть кабинетов личных врачей (офисных, семейных, школьных, спортивных, цеховых и проч.). Масштаб ведения бизнеса – стать лидером на глобальном рынке услуг предикции и первичной медико-санитарной помощи, индустрии здоровья в целом по использованию искусственного интеллекта в качестве навигатора по жизненному пути физического лица совместно с личными врачами-тьюторами в тесном партнёрстве с пациентами. Базовая структура бизнеса – сеть кабинетов личных врачей-тьюторов, российская и международная франшиза.

В Skychain.global (Геннадий Попов, WSS-Consulting, CEO) предлагаются прикладные возможности системы Skychain.Alfa для диагностики искусственным интеллектом. Skychain объединит врачей и пациентов, владельцев медицинских данных, разработчиков нейронных сетей, владельцев вычислительных ресурсов. Это своеобразная площадка для обучения нейронных сетей, будущее искусственного интеллекта в медицине. Используя единый marketplace, миллионы врачей по всему миру смогут получить доступ к нейронным сетям, оплатив вознаграждение за каждое использование конкретной нейронной сети.

Развивают комплексные системы поддержки принятия клинических решений в компании «Комплексные медицинские информационные системы» (Александр Гусев, зам. директора по развитию компании). Основной программный продукт «Карельская медицинская информационная система» (КМИС) – первая российская система, прошедшая сертификацию в США, что особенно важно, поскольку ключевым направлением цифрового здравоохранения является применение систем поддержки принятия врачебных решений, которые будут функционировать на основе медицинской информации в электронном виде в рамках ЕГИСЗ и медицинских информационных систем медицинских организаций.

Платформа диагностики онкологических заболеваний с использованием machinelearning/deeplearning (TeleMD) создана в ООО «Интеллоджик» (гендиректор Сергей Сорокин).

Отечественное программное обеспечение анализа больших данных в здравоохранении (PolyAnalyst) разработано в НИИ неотложной детской хирургии и травматологии (Сергей Арсеньев) и ООО «МегапьютерИнтеллидженс» (Михаил Киселев). PolyAnalyst превосходит по функционалу зарубежные аналоги, имеется большой опыт



использования этого программного обеспечения в медицине, бизнесе, производстве за рубежом, осуществляется достаточная техподдержка, помощь в решении задач клиентов (М. Киселев, С. Арсеньев, 2017).

Для поддержки здорового образа жизни и мотивации клиентов успешно используется ФОРСом (А. Антипов, 2018) швейцарская программа DACADOO на основе искусственного интеллекта и больших пользовательских данных. Сохранение здоровья зависит от образа жизни на 40%, экологии – на 5%, медицинского обслуживания – 10%, социальных факторов – 15%, генетики – 30% (D. McInnis, 2002).

В России 28 июня 2018 г. на площадке Всероссийского консилиума заслуженных врачей (Москва, 26–28 июня 2018 г.) создана Ассоциация разработчиков и пользователей систем искусственного интеллекта в медицине "Национальная база медицинских знаний" при поддержке Российской венчурной компании – РВК (Пресс-служба РВК, 2018). Главная задача Ассоциации – объединение участников рынка для решения вопросов, связанных с созданием и развитием национального сегмента базы медицинских знаний. Ассоциация предполагает способствовать внедрению передовых технологий в клиническую практику и развития продуктов рынков "Нейронет" и "Хелснет" Национальной технологической инициативы (НТИ) (пресс-служба РВК).

В частности, организация федеральной сети сбора первичных биомедицинских данных, обеспечение доступа для российских разработчиков систем поддержки принятия решений, быстрого доступа медиков к биомедицинским данным, поддержка развития рынка инструментов СППР и прочее.

## 3.7. СТРАТЕГИЯ И ТАКТИКА РАЗВИТИЯ МЕДИЦИНСКИХ IT-ИНСТРУМЕНТОВ НА ОСНОВЕ AI

Системы поддержки принятия решений на основе искусственного интеллекта – постоянно развивающиеся информационные системы. Идеальной и полностью законченной модели не может существовать теоретически. В рамках государственной системы общественного здравоохранения Российской Федерации подобные инструменты должны бы быть частью сервисов «Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения» РФ или крупных систем регионального уровня, например, «Единой медицинской информационно-аналитической системы» г. Москвы.

Задача текущего момента – сформировать маркетплейс для экосистемы индустрии здоровья дизайна экономики знаний континентального или глобального масштаба (Евразийский экономический союз, ШОС, БРИКС), для субъектов биомедицинского рынка любой формы собственности. «Законодателем мод» и технологических стандартов, норм обслуживания становятся саморегулируемые организации и/или объединения бизнес-структур, сообщества биомедицинских, научных институтов и организаций.



# 4.

## ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В БИОМЕДИЦИНЕ

### 4.1. РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТА ПО СОЗДАНИЮ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ КЛИНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

#### 4.1.1. в первичном звене медико-санитарной помощи

Искусственный интеллект и СППР изменяют модель первичного звена медико-санитарной помощи в рамках реактивной и предиктивной медицины. Привычный медицинский цикл (профилактика, диагностика, лечение, реабилитация) стал пятитактным: ПРОГНОЗ, профилактика, диагностика, лечение и реабилитация. Доля прогноза как этапа в биомедицинском обслуживании человека (патологии) с каждым годом и даже месяцем возрастает, что быстро меняет функционал и квалификационные требования к медикам.

Наиболее ощутимые метаморфозы происходят в первичном звене медико-санитарной помощи на основе принципов 4P-медицины. В период восходящей фазы экономического уклада, основанного на знаниях, то есть на интеграции естественного и искусственного интеллекта, к 2020 году основной поток финансовых средств сформируют

услуги, обеспечивающие потребности здоровых и работающих (учащихся) людей. Дистанционное обслуживание индивида в рамках управляемой медиками самопомощи на основе предсказательной медицины – основной биомедицинский сервис по количеству случаев и объёму финансовых средств, получаемый через мобильные устройства. Вполне понятен интерес крупных IT-корпораций и ритейла к этому сегменту рынка индустрии здоровья.



Рис. 4.1. Общая схема взаимодействия участников в рамках модели управляемой медиками самопомощи учащихся и работающих.



## 4.1.2. при оказании специализированной (высокотехнологичной), реабилитационной и паллиативной медицинской помощи в амбулаторных и госпитальных условиях

Личный врач-тьютор в интересах пациента онлайн и офлайн сопровождает пациента на всех этапах организации и оказания медицинской помощи, действуя как медицинский навигатор и адвокат (при необходимости по доверенности пациента).

### Эволюция услуги (продукта)

«Врачебно-цифровая система персонального управления человеческим капиталом»

Услуга личного врача-тьютора (семейного, офисного, школьного, спортивного и проч.)

Формирование базы данных о персоне из разнообразных источников в «Life Long eHealth History» или «Единого цифрового окна здоровья» (mHealth, IoT, IoMT)

3D-визуализация «Электронного офиса здоровья» на носимых устройствах в игровом варианте (аналог «Тамагочи») с биологической обратной связью.

Формирование индивидуального тактического и стратегического плана биомедицинских мероприятий и жизненной траектории с фактической и прогностической оценкой человеческого капитала пациента (сотрудника).

Формирование офлайн- и онлайн-системы оказания трансграничных медицинских услуг с учётом принципов 4P и бота-навигатора в носимых устройствах по биосоциальному циклу (аналог «ОК-Google», «Алиса-Яндекс»).

### Составляющие продукта:

Медико-технологическая платформа работы офисных (личных) врачей-тьюторов по управлению жизненным циклом индивида на принципах 4P.

Навигатор в носимом устройстве по жизненному (образовательному, профессиональному) пути индивида на основе врачебно-цифровой системы мониторинга и коррекции биомедицинских показателей персональным врачом.

Биосоциальный тайм-менеджмент при поддержке врачебно-цифровой системы.

Управляемое биосоциальное самопроектирование при поддержке персонального врача (врачебно-цифровой системы).

## Общее видение комплекса услуг

- **Медико-технологическая платформа, включающая**
  - расширяющийся комплекс навигационных услуг по физическому, образовательному и профессиональному развитию личности для любой половозрастной и социальной группы,
  - информационную систему, обслуживания развития физического лица, в том числе в игровом виде,
- **врачебно-цифровая система, осуществляющая биосоциальный тайминг, работающая на основе инновационного контакт-центра с CRM-системой и IT-платформенным решением, обеспечивающего потребителям доступ к услуге комплексной диагностики и персонализированного ведения здоровья с учётом принципов 4P-медицины,**
- **персональный навигатор** в смартфоне (программное приложение) по жизненному пути пользователя с участием личного врача (семейного врача с навыками IT-медика и психолога) и контакт-центра (CRM-системы и IT-платформы) на основании биомедицинских данных с учетом биосоциального рейтингования,
- **комплексная услуга врачебно-цифровой системы по тайм-менеджменту** (управлению расписанием действий клиента через носимые устройства) как услуга навигатора по жизненному (биомедицинскому, образовательному и профессиональному) циклу индивида на основе данных мониторинга биомедицинских показателей.

## Базовая услуга для физического лица

Комплекс услуг навигатора в носимом устройстве в форме врачебно-цифровой системы (медико-технологической платформы), работающей на основе модели управления жизненным циклом клиента:

- модель биосоциального цикла персоны,
- персональный менеджер здоровья (офисный врач, работающий на принципах 4P),
- комплекс IT-платформ с машинным обучением.

## Характер коммуникаций и услуг при взаимодействии с потребителем

- **Срочные** (разовые)
- **Плановые** периодические (тайм-менеджмент)
- **Пожизненные** (моделирование и коррекция профессионального и жизненного пути персоны)

### Типы сервисов

- Медицинские (офлайн и онлайн)
- Психологические (офлайн и онлайн)
- IT-услуги (программные приложения)
- Социальные (ролевые, статусные)
- Развлекательные (игровые)

### 4.1.3. в системах профессиональной, цеховой и офисной медицины

#### Корпоративная социальная ответственность

- Развитие индивидуального потенциала и человеческого капитала – базовая общественная ценность в условиях экономики знаний.
- Использование инновационных технологий для управления человеческим капиталом.
- Создание для работников условий достойного труда и профессиональной самореализации.

#### Меры по оптимизации работы (здоровья) сотрудника

- Описание «траектории здоровья» личности для повышения ответственности сотрудника за своё здоровье перед работодателем, семьей и обществом в целом.
- Переход к предиктивной (предсказательной) медицине.
- Персонализация страхового покрытия биомедицинских рисков.
- Телемедицинские сервисы.
- Автоматизация анализа данных и навигации по провайдерам медицинской помощи.

### Тренды управления персоналом:

- модель управления персоналом корпорации без учёта состояния здоровья уходит в прошлое,
- государственные системы охраны здоровья, формирование общественных фондов потребления персонализируются на принципах 4P,
- корпоративный социальный пакет на основе индивидуального счёта должен быть
  - максимально эффективным (персонализированным),
  - учитывать использование средств государственных общественных фондов потребления (ФОМС, ФСС) и негосударственных средств (ДМС, личные средства).

## Предпосылки

«Цифровизация» жизни физического лица (работника): развитие «умного» города, «умного» дома, интернета вещей, медицинского оборудования, увеличение количества и удешевление источников цифровых данных о здоровье и поведении персоны.

Прогрессивное развитие инструментов AI, ML, DL, блокчейн-коммуникаций: совершенствование алгоритмов, развитие новых, снижение стоимости и доступность вычислительных мощностей и платформенных решений.

Рост потребности физических лиц, работодателей и государств, международных организаций в высоком уровне персонального человеческого капитала, в том числе в высоком уровне здоровья (болеть становится невыгодно) и активном трудовом долголетии при одновременном нежелании прилагать значительные усилия для удовлетворения этих потребностей.

## ЗАДАЧИ

управления персоналом



Рис. 4.3. Задачи офисного врача как составной части службы управления персоналом.

Модель управления жизненным циклом пациента (повышения человеческого капитала) разумно применять с момента планирования ребёнка, в системах развития здорового образа жизни с раннего детского возраста, а также для повышения качества обучения на всех этапах непрерывного образования, включая комплекс антивозрастных и даже паллиативных мероприятий.



В особенности модель может быть востребована

- в системах образовательных организаций всех видов и уровней,
- в системах поддержки принятия решений в физкультуре и спорте,
- в системах поддержки семейной медицины, здорового питания и активного долголетия, навигации персоны любого возраста по жизненному пути,
- оценки и повышения качества медицинских услуг и защиты прав пациентов (в страховых организациях),
- в системах поддержки принятия решений в правоохранительных органах и силовых ведомствах.

**Почему система важна для РФ, и как она уже сегодня могла бы помочь сократить количество ошибочных диагнозов и неправильного лечения?**

**Почему не можем избавиться полностью от ошибок «человеческого фактора», но можем их существенно сократить при помощи системы?**

Доминирование системы государственного медицинского обеспечения на рынке услуг индустрии здоровья – существенная предпосылка для повсеместного внедрения СППР. Экономический эффект от внедрения системы выражается прежде всего в эффектах, наиболее ощущаемых в национальном масштабе.

Как показывает зарубежная практика, коммерциализация на уровне частных врачебных практик – существенный барьер для быстрого повсеместного распространения СППР в силу дороговизны использования сервиса для отдельно взятого практикующего врача.

Внедрение СППР в Российской Федерации могло бы быстро решить острые вопросы дефицита и низкой квалификации медицинского персонала, с одной стороны, являясь инструментом контроля деятельности врачей, с другой стороны, обеспечивая непрерывный процесс обучения врачей и самой системы поддержки принятия решений в ходе практической работы.

Повсеместное внедрение СППР позволило бы существенно сократить количество врачебных ошибок, что способствовало бы сокращению смертности. Новые технологии создают условия для прорыва в организации общественной системы охраны и укрепления здоровья (предиктивной и реактивной медицины) и, в конечном счете, приведут к повышению качества и продолжительности жизни нового поколения.

Прямой экономический эффект от создания СППР будет выражаться от внедрения в медицинскую практику сначала русскоязычных индивидов.

Создание и внедрение СППР позволит осуществить технологический прорыв и стать мировым лидером в разработке технологических стандартов опережающего развития.

Предпосылки для развития СППР в России – наличие накопленных серьёзных компетенций в медицинской сфере, доступных на сегодняшний момент времени небольшому количеству граждан, наличие передовых компетенций мирового уровня в IT

сфере. По данным Bloomdberg, Российские ВУЗы на третьем месте по качеству подготовки специалистов в области искусственного интеллекта, уступая лидерство Сингапuru и Южной Корее.

Модель информационного обслуживания врача и пациента меняется быстрее, чем можно было ожидать. Система организации медицинского обслуживания поколения digitalnative меняется на глазах. Вместо «медицинской помощи по необходимости» приходит «текущее медицинское обслуживание на основании актуальной и полной информации о состоянии здоровья пациента».

Сформирован и развивается с ускорением иной информационный ландшафт индустрии здоровья. Пожизненное медицинское обслуживание на основе точной, полной и актуальной информации о здоровье пациента, с одной стороны, и возможностях глобальной биомедицины, с другой. Это катализатор быстрых технологических трансформаций системы общественного здравоохранения. Для успешной деятельности в среде пациентов и врачей поколения digitalnative медицинским организациям потребуется провести фундаментальные преобразования организации процессов.

В этих условиях требуется взглянуть далеко за пределы традиционных электронных медицинских документов (electronic health record – EHR).

Требования к медицинским организациям любой формы собственности для работы в переходный период:

- готовность быть интегрированными с любыми источниками информации о пациенте, биомедицинских технологиях, товарах и услугах индустрии здоровья (интероперабельность),
- готовность к партнёрству (договороспособность) с другими медицинскими организациями, IT-компаниями, хранилищами баз данных о состоянии здоровья пациента,
- готовность быть «более аналитическими» (оценивать свою позицию на рынках индустрии здоровья),
- готовность быть более мобильными (оперативно принимать рыночные решения),
- готовность к интеграции с общественными организациями (в том числе саморегулируемыми) и объединениями медицинских работников, страховщиков, IT-специалистов и др.,
- готовность поддерживать клинические технологии (системы поддержки медицинских решений),
- готовность развивать проектное управление,
- готовность постоянно повышать эффективность и производительность труда (KPI), поддерживать бизнес-процессы медицинской организации.

В будущем медицинские организации уже не смогут эффективно использовать традиционный набор стандартных информационных систем, чтобы обеспечить доступ к необходимой информации о пациенте и/или о медицинских технологиях.

В «старой» информационной модели фиксируются болезни и проведенное лечение с отдельным документированием лабораторных исследований, выписанных лекарств, указаний и рекомендацией пациентам, инструкций и выставления счетов.

Модель «новая» должна предусматривать интеграцию систем на основе стандартов, использование облачных технологий, интероперабельность, «инструменты мобильной медицины» (mHealth), виртуальную и дистанционную медицину, аналитику, управление бизнес-процессами и даже использование социальных сетей.

Задача – обеспечить не просто ориентированное на пациента медицинское обслуживание (patient-centered care), а лично-ориентированное обслуживание (person-centered care) на основе предикции (прогноза):

- в системах развития здорового образа жизни с раннего возраста для повышения качества образования,
- в системах образовательных организаций всех видов и уровней,
- в системах поддержки принятия решений в физкультуре и спорте,
- в системах поддержки семейной медицины, здорового питания и активного долголетия,
- в системах профессиональной, цеховой и офисной медицины,
- для навигации по жизненному пути персоны,
- для оценки и повышения качества медицинских услуг,
- в системах поддержки принятия решений в правоохранительных органах и силовых ведомствах.

# 5.

## ПОТРЕБНОСТЬ В РАЗВИТИИ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА

В активную экономическую жизнь вступают поколения, отличающиеся типом использования информации и мышления от предыдущих поколений людей.

Личный врач-тьютор (персональный менеджер здоровья) должен рассматривать и прогнозировать здоровье такого «нового» пациента в комплексе со здоровьем его близких как состояние полного физического, психического (душевного) и социального благополучия (ВОЗ).

Отсутствие хорошо подготовленных личных врачей-тьюторов сегодня – «узкое горлышко» в процессе построения системы персонализированной предиктивной медицины, основанной на принципах 4P.

### 5.1. Кадровая работа

Искусственный интеллект незаменим в поиске подходящих специалистов для любой, в том числе медицинской организации. Поиск нужных медиков в интересах пациента необходим для эффективного решения вопросов 4P-медицины: нужно подобрать нужного специалиста для конкретного пациента (реализация принципа партисипативности). Поиск с каждым годом становится более «умным» и цифровым. Новые коммуникационные и IT-технологии делают поиск нужных медиков в интересах пациента и медицинской организации более быстрым и прозрачным (Кочергина О., 2018). Рекрутинг как часть работы CRM-системы медицинского контакт-центра также становится более «умным» и цифровым. Для автоматизации массового подбора нужных людей (и медиков в том числе) используют чат-боты, работающие в режиме машинного и глубинного обучения.

Голосовые роботы общаются с соискателями в любых удобных для них мессенджерах – в Viber, Telegram, Facebook. Контакт-центр или управление персоналом фиксирует и может видеть весь процесс поиска, подходит ли интервьюируемый специалист для решения поставленных задач или для работы в нужной модели. Web-собеседование уже к 2020 году заменит традиционное интервью при приёме на работу.

Для поиска нужных молодых специалистов менеджеры-управляющие персоналом все активнее используют многочисленные игровые механики на основе искусственного интеллекта. Кандидатам для работы теперь часто предлагают пройти онлайн-игру. Оценка производится на основании решения, принимаемого ими в той или иной виртуальной ситуации.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ВОВЛЕЧЕНИЯ НОВЫХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

**Ключевая задача** – на начальных этапах работы необходимо предусмотреть возможность быстрого масштабирования бизнес-технологии: интеграции новых заказчиков (юридических лиц) и пользователей (физических лиц) для увеличения общего количества подключенных к услугам «МедИнЛайф»

### За что начисляются «монеты здоровья»?

- Достижение поставленной цели.
- Использование гаджетов партнеров.
- Мотивация «Стань лучше» – соревновательная мотивация в коллективе (семье).
- Рейтингование по учёту прилагаемых к укреплению здоровья усилий и по приверженности врачебным рекомендациям (KPI).
- Активность в мобильном приложении.
- Количество приглашенных друзей.



### На что потратить «монеты здоровья»?

- Покупка продуктов партнеров, сервисов, телеконсультаций и носимых устройств со скидками
- Конвертация в иные валюты.
- Частичная оплата продуктов, сервисов, дистанционных консультаций и носимых устройств/персональных анализаторов.

Искусственный интеллект изменил общую модель работы по подбору персонала и квалификационные характеристики самих рекрутеров и управляющих персоналом. Избавившись от рутинной работы по выпуску кадровых документов, они постепенно превращаются в универсальных специалистов по маркетингу. В новых цифровых условиях управляющий персоналом должен обладать навыками маркетолога, аналитика, психолога и дипломата в одном лице.

Процесс будущего – это точечный поиск наиболее подходящих персон (рекрутинг), а навык будущего – быть максимально гибким с широким кругом клиентов и кандидатов. Эффект дает даже то, какой стиль общения выбирает управляющий персоналом с кандидатом.

**Чем выше человеческий капитал ТОП-менеджеров, чем больше разница в человеческом капитале управляющих и исполнителей – тем эффективнее система управления корпорацией.**

Специальные программы на основе работы искусственного интеллекта облегчают работу специалистов по управлению персоналом от формирования и описания позиций, размещения информации на сайтах, сбора откликов, от холодных и горячих звонков

кандидатам, от ведения базы данных и проведения собеседований. Сегодня все это делают саморазвивающиеся чат-боты на основе машинного, глубинного обучения. «Человеческий фактор» в виде управляющего персоналом или рекрутера подключается лишь на этапе финальной оценки ситуации: когда людей, прошедших отбор, надо оценить вживую. Также существуют программы искусственного интеллекта, которые помогают выстраивать аналитику. В рекрутинговых агентствах, использующих искусственный интеллект, многие позиции закрываются в считанные дни.

### **Выгода для сотрудника**

- Удобство и доступность медицинских услуг
- Запись к врачу онлайн
- Интегрированная электронная карта здоровья
- «Консьерж в смартфоне»
- Телемедицина
- Дополнительные сервисы (чек-апы, велнес, фитнес и т. д.)

В работе с людьми будет преуспевать тот, у кого зашкаливает коэффициент любознательности. Более глубокое проникновение искусственного интеллекта в предметную область и более длительная экспозиция машинного и глубинного обучения в бизнес-подтекст биомедицины позволяют составить хорошее предложение пациенту и кандидату на должность личного врача.

### **Выгода для работодателя:**


- Сокращение времени нетрудоспособности сотрудников в среднем на 10%\*
- на 1 вложенный рубль – 7 рублей дохода от снижения потерь от нетрудоспособности
- Снижение затрат на ДМС
- Повышение эффективности инвестиций в здоровье сотрудников
- Повышение KPI сотрудника
- Нематериальная мотивация сотрудников
- Прозрачность взаимоотношений со всеми участниками медицинского рынка
- Своевременное выявление технологических рисков, связанных со здоровьем
- Продвижение корпоративных ценностей («здоровый образ жизни»)

\* RAND Health - Analysis of HEALTHCARE.  
Interventions that changes Patient Trajectories

\*\* Статистика СОГАЗ – 1 кв. 2017 г.

То же касается поиска новых специалистов: фундаментальное образование в этом вопросе вряд ли поможет. Человеческие качества и любознательность, амбициозность натуры всё чаще становятся более важными, чем образование и профессиональное мастерство. Теоретическая «подложка» ВУЗов не успевает за технологиями, запрашиваемыми рынком. В своей работе мы должны ориентироваться и опираться на знания, которые человек приобретает каждый день. [<http://www.forbes.ru/karera-i-svoy-biznes/365757-rekruting-bez-galstukov-kak-budut-iskat-sotrudnikov-cherez-10-let>]

### Защита прав сотрудников (пациентов)

- Информирование
- Контроль и экспертиза медицинской помощи
-  Управление и контроль выполнения индивидуального плана биомедицинских мероприятий

Личный врач как персональный менеджер здоровья составляет и контролирует выполнение пожизненного плана укрепления здоровья при поддержке контакт-центра 4P-медицины. Его работа основана на программном комплексе (CRM-системе на основе платформенного решения). Он поддерживает обратную онлайн-связь с пациентом и его окружением (и его медиками),

- донося новую и уточняющую информацию,
- организуя консультации, лечение «в нужном месте в нужное время нужным способом за оптимальные средства»,

используя возможности трансграничного медицинского обслуживания онлайн («второе» мнение, виртуальная помощь) и офлайн («медицинский туризм»).

Телемедицинские технологии, являясь универсальным трансграничным инструментом, оптимизируют контакты специалистов и пациентов. Их развитие постоянно совершенствуется в геометрической прогрессии. До 30% ежегодно нарастает глобальный объём дистанционного (трансграничного) медицинского обслуживания по числу случаев (онлайн и офлайн) и в денежном выражении. В России также возрастает потребность в экспорте и в импорте медицинских услуг (онлайн и офлайн).

Для эффективной работы по этому сегменту экономики («взлетающему» рынку персонализированных услуг «социального» характера) необходимо постоянно развивать и повышать качество процессов (включая разработки и/или применение стандартов биосоциальной информации и её доставки) в коммуникационных каналах (включая блокчейн в системе отношений врач-врач-пациент – B2B2C).



### Потребители продукта B2B2C:

- Крупные и средние предприятия (управления кадровыми службами, офисные врачи).
- Кадровые агентства.
- Государственные и силовые ведомства (кабинеты врачей).
- Образовательные организации всех уровней (медицинские кабинеты).
- Спортивные и оздоровительные организации (фитнес, кабинеты врачей).
- Физические лица всех половозрастных групп.

Врачебно-цифровая система могла бы разрабатывать для пациента оптимальные алгоритмы реализации персонального плана медицинских мероприятий (под контролем и при участии личного врача). Это работа в виде

- активности виртуальных навигаторов-ассистентов через смартфон (боты),
- помощи в формировании «второго» мнения (онлайн и офлайн) персональным менеджером здоровья,
- подбора персональным менеджером здоровья инструментов дистанционного мониторинга здоровья mHealth (каналов получения информации через интернет вещей – IoT, интернет медицинского оборудования – IoMT) и проч.

Расширяя свой профессиональный функционал за счет инструментов на основе искусственного интеллекта, дистанционной (виртуальной) медицины и IT-ресурсов, такой специалист (при поддержке фельдшера-помощника или личного консьержа) становится персональным IT-менеджером здоровья и коучем-психологом для самого пациента, членов его семьи, группы воспитанников, учащихся, трудового коллектива (одна из функций управления персоналом), советником по жизни и деловой активности (личным психологом или психотерапевтом).

Такой врач-тьютор должен обладать навыками IT-медика, семейного или офисного психолога (психотерапевта), клинического физиолога (специалиста по биоритмам). Для развития новой модели обслуживания личности и семьи необходима специальная профессиональная подготовка.

Личный врач – главное звено и основа врачебно-цифровой системы управления индивидуальным здоровьем (человеческим капиталом) с учётом «траектории» жизни клиента:

- биологической,
- образовательной (культурной),
- профессиональной (карьерной),

Отсутствие подготовленных личных врачей – «узкое горлышко» в процессе построения системы персонализированной предиктивной медицины, основанной на принципах 4P.

## 4P-принципы в медицине, образовании и культуре



Рис. 5.1. 4P- принципы в социальной сфере.

Личный врач должен быть способен

- помочь пациенту решить текущие проблемы здоровья (в рамках «реактивной» медицины),
- владеть инструментами профилактики заболеваний для взрослых и детей (в рамках «профилактической» медицины),
- прогнозировать состояние здоровья (в рамках «предиктивной» медицины).

Для эффективной работы личному врачу необходимы **личностные качества**:

- высокий уровень личной культуры (soft-skills)
- широкий набор профессиональных знаний и навыков по основным разделам биомедицины (hard-skills):
- достаточная широта мышления,
- знания клинического физиолога,
- знания и навыки для выполнения функций IT-медика,
- знания и навыки для выполнения функций семейного врача, семейного (социального, офисного) психолога и психотерапевта.

Продукт – мобильное приложение

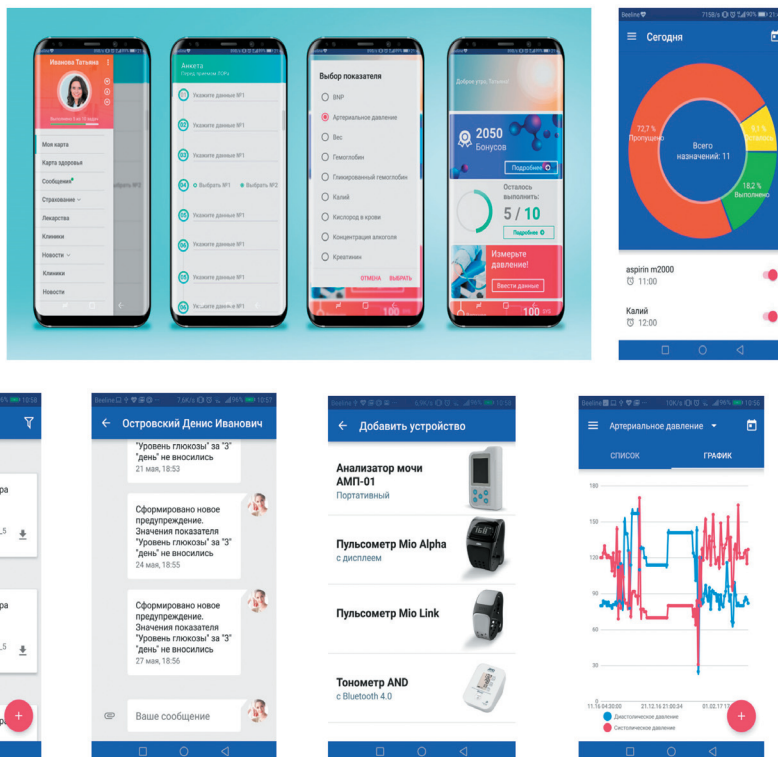


Рис. 5.2. Мобильные приложения с использованием AI.

Личные врачи (при поддержке искусственного интеллекта в виде голосовых «роботов» и навигационных систем контакт-центра) смогут и будут работать на основе принципов предсказательной персонифицированной 4P-медицины. Они могли бы быть способны:

- быстро решать медицинские проблемы пациента и его семьи с учётом возможностей глобальной биомедицины и дистанционных технологий (консультаций),
- прогнозировать состояние здоровья пациента и его микроокружения (семьи) с применением методов «горизонта науки» биомедицинских и IT-технологий,
- организовывать комплекс профилактических мероприятий для взрослых и детей с использованием адекватных инструментов мотивации,
- выбирать источник финансирования помощи:
  - социальное медицинское страхование,
  - актуарное медицинское страхование,
  - накопительный медицинский счёт,
  - смешанное страхование жизни (на случай финансирования критических заболеваний),
  - страхование от несчастного случая,
  - средства работодателя (включая прямую оплату осмотров),
  - средства пациента и его близких,
  - благотворительные фонды.

Особенности профессионального мастерства персональных врачей с расширенной профессиональной компетенцией:

- хорошее владение информационно-коммуникационными технологиями (функции IT-медика),
- владение основами психоаналитики (психологии и психотерапии),
- высокий культурно-образовательный уровень и широкий кругозор,
- умение пользоваться международной нормативно-справочной информацией биомедицинского профиля на английском языке.
- Личному врачу необходимо
- постоянно повышать образовательный, профессиональный и культурный уровень (Всегда быть образцом для подражания и воспитывать личным примером!),
- повышать эффективность персональной работы с пациентом и его семьей (социальным микроокружением),
- применять инструменты дистанционной медицины, mHealth, IoT, IoMT.

### Схема взаимодействия участников системы управления здоровьем B2B2C



Рис. 5.3. Взаимодействие участников системы управления здоровьем B2B2C.

Личный врач-тьютор, вооруженный IT-системой, может стать индивидуальным менеджером здоровья и коучем для социальной группы (семьи, воспитанников, учащихся, офисных работников, трудового коллектива, служб управления персоналом, служащих в силовых ведомствах, для спортсменов, застрахованных).

Участник	Приобретает	Отдает Оказывает
Силловые ведомства. Корпорации и предприятия. Образовательные и спортивные организации, и проч.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Систему управления здоровьем каждого военнослужащего, сотрудника, учащегося, спортсмена и т.п.</li> <li>▪ Организацию предсменных, предварительных и профилактических осмотров, диспансеризацию, экспертизу трудоспособности (оформление листов нетрудоспособности).</li> <li>▪ Эффективность управления персоналом, учащимися и их здоровьем на рабочем месте.</li> </ul>	Ресурсы, Р
Физические лица (военнослужащие, работники, учащиеся, спортсмены, и т.п.).	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Прогноз состояния здоровья на всю жизнь и навигатор по жизненному пути с искусственным интеллектом.</li> <li>▪ Медицинские услуги по плану на всю жизнь</li> <li>▪ Личный кабинет пациента «Единое цифровое окно здоровья».</li> <li>▪ Хранение данных.</li> <li>▪ ИТ-сервисы, подключение гаджетов.</li> </ul>	Персональную информацию, Р
Медицинские организации (онлайн и офлайн услуги)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Агентскую сеть и новых клиентов.</li> <li>▪ Более детальную информацию о здоровье потенциального клиента с собранным анамнезом, общую и детальную информацию о здоровье клиента в целом.</li> <li>▪ Личный цифровой кабинет врача</li> <li>▪ Аналитику (средний чек)</li> <li>▪ Управление потоком пациентов</li> <li>▪ Облачные медицинские информационные системы - МИС</li> </ul>	Медицинские услуги, Р
Страховые компании	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Личный цифровой кабинет страховщика/застрахованного</li> <li>▪ Аналитика</li> <li>▪ Прогнозирование и управление стоимостью (убыточностью страховых операций)</li> <li>▪ Канал привлечения клиентов</li> </ul>	Пользователи, страховые услуги, Р
e-Commerce	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Канал сбыта для:</li> <li>▪ Фарм. компаний</li> <li>▪ Производителей гаджетов</li> <li>▪ Провайдеров услуг по здоровью (SPA)</li> <li>▪ Фитнес-организаций</li> <li>▪ Здоровое питание</li> </ul>	Информация о товарах и услугах, Р
Потребители информации	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Обезличенные данные для исследовательских целей, планирования развития собственных продуктов</li> </ul>	Р

Главный инструмент личного врача – индивидуальный план биомедицинских мероприятий – план сохранения и укрепления здоровья пациента, включающий

- прогностические (включая психологический и геномный прогноз),
- профилактические (первичная, вторичная и третичная профилактика),
- диагностические (включая мониторинг онлайн средствами mHealth (интернета вещей)),
- лечебные (амбулаторные и госпитальные),
- реабилитационные мероприятия (санаторно-курортное лечение) по каждой нозологии.

С информационной задачей такой сложности может справиться только врачбно-цифровая система на основе платформенного решения с голосовыми и текстовыми роботами (ботами) через смартфон.

#### «Врачебно-машинная система повышения индивидуального человеческого капитала»

Необходимо готовить шаблонные продукты универсального пользования с применением искусственного интеллекта. Об эффективности этого пути свидетельствует

международный опыт внедрения IT-технологий в медицинской сфере последних десятилетий. Совместно с личным врачом (персональным менеджером здоровья) информационная система (искусственный интеллект) поможет пациенту сформировать оптимальный набор IT-продуктов для конкретного человека с учётом его психологической и квалификационной готовности. Подобный выбор возможен, если врач в достаточной степени владеет современными IT-технологиями, то есть навыками IT-медика.

Главный инструмент личного врача – персональный план сохранения и укрепления здоровья пациента, который включает прогностические, профилактические, диагностические, лечебные и реабилитационные мероприятия по каждой морфофункциональной системе организма в реальном времени. Такой инструмент может быть создан только при поддержке искусственного интеллекта.

Семейный или офисный врач как персональный менеджер здоровья контролирует выполнение плана пожизненного укрепления здоровья и с помощью специального искусственного интеллекта (CRM-системы и контакт-центра) поддерживает обратную связь с пациентом, обеспечивая его новой и уточняющей информацией в онлайн и офлайн режимах.

Искусственный интеллект под контролем семейного врача разрабатывает для пациента оптимальные алгоритмы решения задач воплощения персонального плана медицинских мероприятий, будь то «второе мнение» или различные инструменты мониторинга здоровья mHealth.

В кабинетах личных врачей или семейной медицины все шире начинают использоваться технологии искусственного интеллекта дистанционной медицины, возможности трансграничного онлайн и офлайн обслуживания пациентов (медицинского туризма). В этих условиях пациент в тесном взаимодействии через искусственный интеллект может получить дистанционную консультацию или непосредственно медицинские услуги лучших врачей и клиник в любой точке мира.

Благодаря искусственному интеллекту активно развиваются дистанционные консультации морфологических препаратов и лучевых изображений, совершенствуются системы постоянного консультативного взаимодействия с медицинским персоналом через мессенджеры.

Кабинет личного (семейного, школьного) врача – информационная точка входа в 4P-медицину и «цифровое здоровье». Личный врач (на основе информационной системы) помогает пациенту

- составить тактические и стратегические планы био-медико-социальных мероприятий расширения активной жизнедеятельности (долголетия),
- эффективно сочетать принципы предиктивной, профилактической и реактивной медицины, в том числе с применением дистанционных технологий.



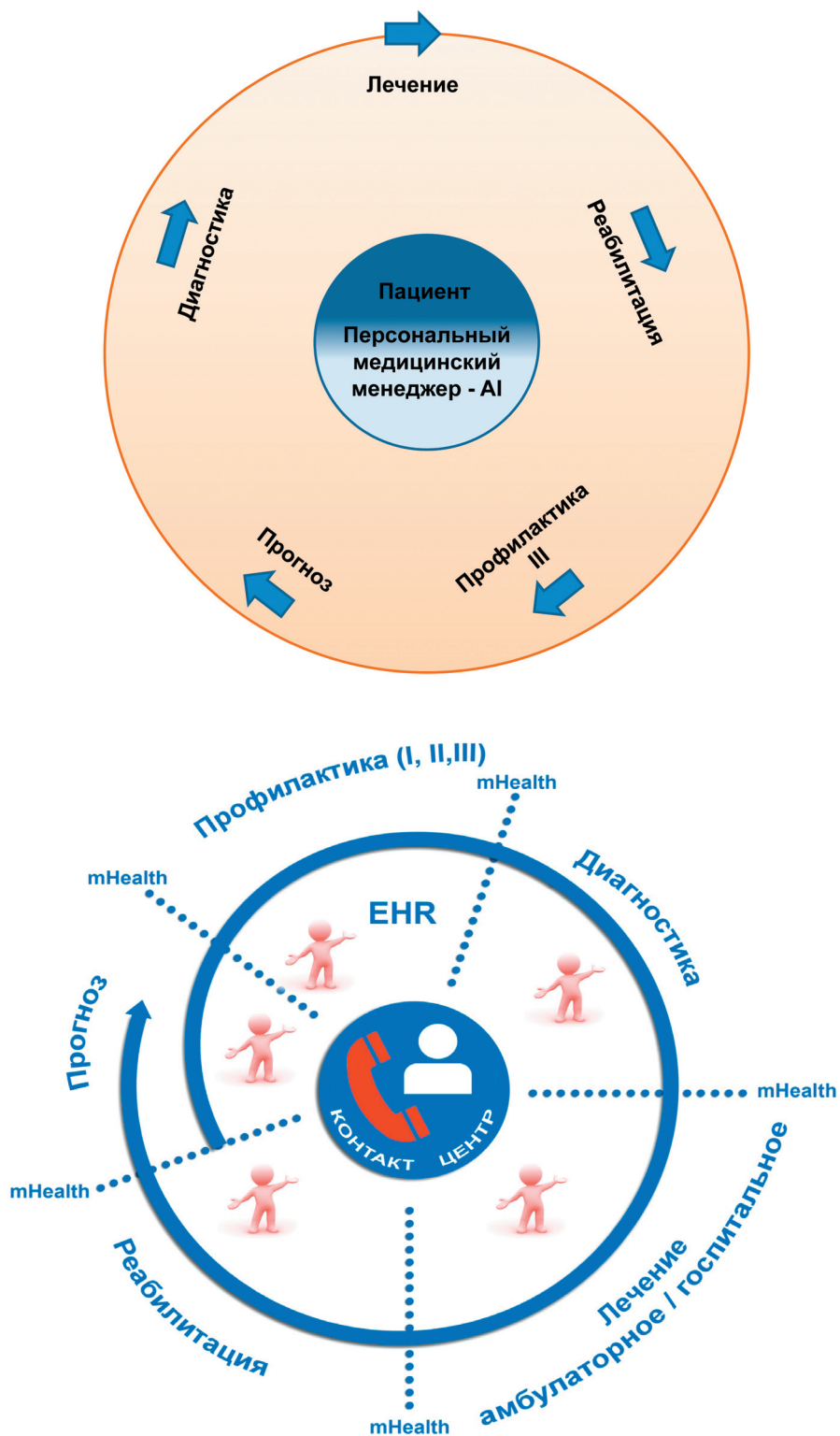


Рис. 5.4. Общая схема мониторинга показателей здоровья AI и медицинским контакт-центром.



# 6.

## ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРСОНАЛУ

Искусственный интеллект через контакт-центр 4P-медицины (человеко-машинную или врачебно-цифровую систему) может стать универсальным инструментом управления кадровыми ресурсами предприятий на основе:

- оценки коэффициента персональной эффективности (КПЭ) реализации индивидуального плана биосоциальных (медицинских, образовательных и профессиональных) мероприятий,
- рейтингования внутри профессиональных и социальных групп на корпоративном или государственном уровне.

Система управления жизненным циклом индивида с применением искусственного интеллекта востребована управлениями персоналом средних и крупных организаций, силовых ведомств и образовательных организаций всех направлений и видов собственности. Система важна для учета коэффициентов персональной эффективности сотрудников.



Рис. 6.1. Управление жизненным циклом индивида.

Особый и возрастающий интерес к этой модели работы с персоналом будет возникать у служб, заинтересованных в развитии индивидуального человеческого капитала (силовые ведомства, образовательные организации всех уровней, спортивная, профессиональная, цеховая, офисная медицина, службы рейтингования физических и юридических лиц, как в Китае). Необходимо учитывать, что прогрессивно нарастает офлайн и онлайн трудовая миграция.

### Тренды управления персоналом

- модель управления персоналом корпорации без учёта состояния здоровья уходит в прошлое,
- государственные системы охраны здоровья, формирование общественных фондов потребления персонифицируются на принципах 4P,
- корпоративный социальный пакет на основе индивидуального счёта должен быть
  - максимально эффективным (персонифицированным),
  - учитывать использование средств государственных общественных фондов потребления (ФОМС, ФСС) и негосударственных средств (ДМС, личные средства).

# 7.

## ПОВЫШЕНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ (ВРАЧЕЙ И ПАЦИЕНТОВ)

- Любая национальная идея в своей основе имеет повышение уровня человеческого капитала
- на групповом (популяционном),
- на семейном (династическом),
- на индивидуальном (персональном) уровне.

### **Врачебно-цифровая система повышения индивидуального человеческого капитала на основе искусственного интеллекта**

Комплекс услуг

- предполагает виртуальное моделирование личной врачом-тьютором траектории жизненного пути с последующим применением робота-навигатора (под управлением искусственного интеллекта), планирующего текущие практические действия (биосоциальный тайминг) в игровом варианте для обеспечения полного физического, душевного и социального (профессионального, семейного) благополучия и для повышения индивидуального человеческого капитала, эффективности жизни в целом;
- IT-проект на основе мультиплатформенного решения;
- выполняет функции «маркет-плейс», являясь междисциплинарной (медицинской и образовательной) технологической базовой площадкой (платформой) для офлайн- и онлайн-услуг, работающей на принципах 4P (Personalized. Predictive Preventive Participatory- Персоналифицированная. Предсказательная. Профилактическая. Партнерская);
- анализирует большие пользовательские данные о поведении и здоровье физического лица, получаемые из всевозможных источников (mHealth. IoT. IoMT и проч.);
- составляет биомедицинскую, образовательную и профессиональную траекторию жизненного пути потребителя с учетом развития семьи (династии), микро- и макросоциума;
- предлагает управляемый искусственным интеллектом и врачом ежедневный тайминг с учетом показателей/ здоровья, консультаций врача (в офлайн- и онлайн-режим), бота- навигатора в смартфоне и услуг контакт-центра;
- учитывает состояние ресурсов индивида (физических и финансовых);
- обеспечивает потребителям доступ к комплексной офлайн- и онлайн-услуге врача при поддержке систем принятия медицинских и организационных решений, а также трансграничного медицинского обслуживания.

Уровень человеческого капитала определяет конкурентоспособность каждого человека, семьи и народа (ООН). Персонифицированные биомедицинские и образовательные услуги – ресурсная основа и точка роста будущей экономики знаний.



Рис. 7.1. Стартовый индивидуальный потенциал, или человеческий капитал от предыдущих поколений.

Для решения важнейшей задачи системного повышения группового и индивидуального человеческого капитала необходимо:

- создать модели навигации физического лица по ресурсам индустрии здоровья и образования, по своему жизненному пути в соответствии со стартовыми и биологическими возможностями организма и социально-экономическими условиями семьи,
- создать инструменты доказательного IT-менеджмента (Джеффри Пфеддер) жизненного пути пациента путём поддержки принятия медицинских решений с применением искусственного интеллекта.

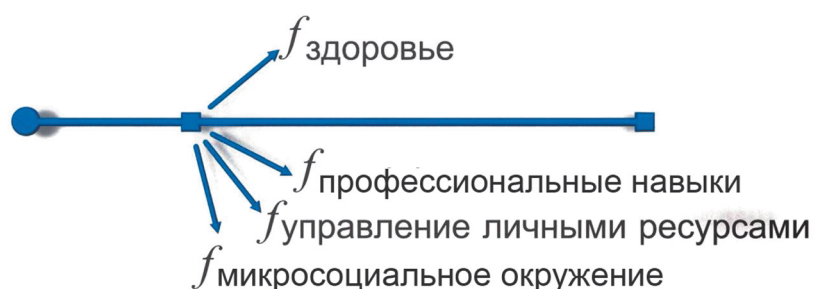


Рис. 7.2. Компоненты индивидуального человеческого капитала.

Человеческий капитал – основа устойчивого развития любого общества.

Здоровье каждого – основа человеческого и группового, семейного или династического капитала.

**Династический капитал.  
Человеческий капитал. Семья. Функции**

- Биологическая
- Социальная
- Финансово-экономическая (материальная)
- Духовная
- Развлекательная (игровая)

**Схема «семейного» микроокружения  
на примере жизненного пути одного сотрудника**

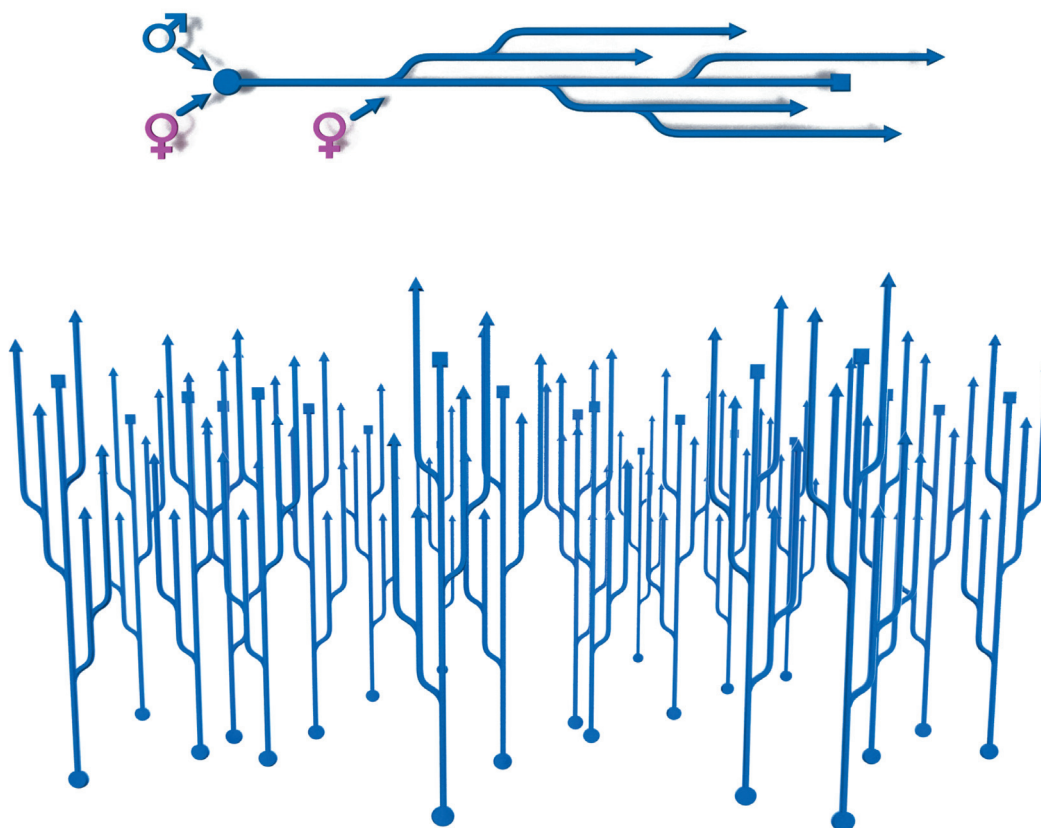
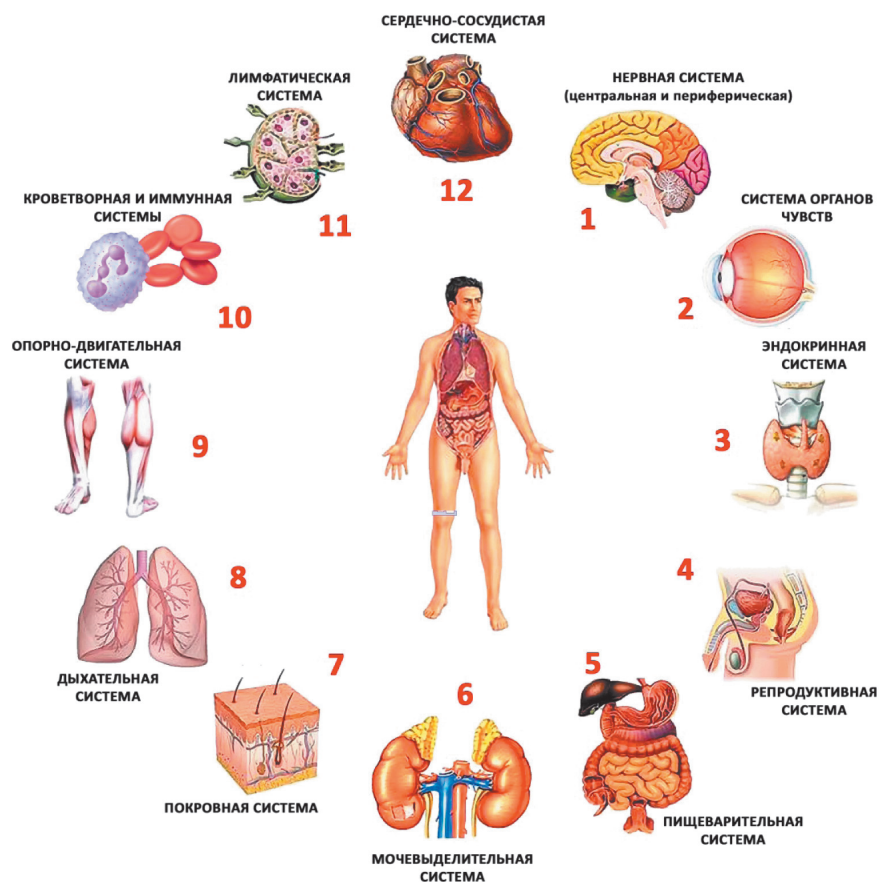


Рис. 7.3.–7.5. Управление ресурсами человеческого капитала на индивидуальном, династическом и корпоративном уровне.

Это – измеряемые ресурсы, которыми можно и нужно эффективно управлять:

- для повышения потенциала личной и групповой состязательности (конкурентоспособности),
- для эффективного решения образовательных и профессиональных задач (реализации персональной траектории непрерывного развития),
- для успешного решения задач и достижения жизненной (социальной) цели – сделать жизнь эффективной путём рационального использования эволюционно обусловленных реакций человека как биологического объекта, в том числе с технологиями «управляемого биохакинга».

### Функциональные системы мужчины и разделы учёта показателей здоровья



Паспортные данные 13	Лекарственные назначения 16			Бактерии 24	
Анамнез жизни 14	Назначенные процедуры 17	Посещения 19		Вирусы 25	
Анамнез заболеваний 15	Назначенные диеты 18	Дневники 20	Геном 22	Паразиты 26	Зубы 29
		Вакцинации 21	Гомеостаз 23	Грибки 27	Аллергии 30
				Простейшие 28	Прочие данные 31

Рис. 7.6. Общая схема формирования «Электронного офиса здоровья».



# 8.

## ВНЕДРЕНИЕ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГИЙ



Рис. 8.1. Пример блокчейн-инфраструктуры, интегрирующей ключевых игроков рынка, формирующей среду для оптимального внедрения ИИ в биомедицину.

Единая инфраструктура обеспечения достоверной информацией создаёт новые благоприятные условия для развития индустрии здоровья и образования

- Формирование единой экосреды
  - ✓ Упрощение взаимодействия участников
  - ✓ Создание условий эргономичности и простоты использования
  - ✓ Формирование широчайших возможностей для независимых разработчиков



- Решение проблемы дефицита данных – ключевой проблемы на начальных этапах строительства системы
  - ✓ Форсированное формирование спроса на медицинские данные внутри единой экосреды обеспечит подготовку данных среди огромного количества владельцев разрозненных данных, прежде всего крупных многопрофильных и специализированных медицинских организаций.
  
- Внедрение блокчейна и смарт-контрактов
  - ✓ исключит утечку персональных медицинских данных,
  - ✓ исключит выгрузку данных нейросети для использования в других проектах,
  - ✓ обеспечит справедливое распределение прибыли согласно предварительным договорённостям. Единая экосреда создаст комфортные условия для конкуренции между участниками рынка, а следовательно, неуклонного повышения качества нейросетей и снижения стоимости для потребителей.



Рис. 8.2. Пример формирования среды для оптимального внедрения ИИ в медицину.

# 9.

## РИСКИ

*«С новейшими технологиями приходят совершенно новые риски»  
(N. Bostrom).*

Системы искусственного интеллекта незаменимы для создания и использования СППР. Процесс находится в стадии становления и масштабирования. Новые продукты и услуги внедряются в развивающиеся рынки. Они сталкиваются с продолжительным циклом полного внедрения, адаптируются и улучшаются. Неспособность достичь или поддерживать рентабельность скорее всего негативно скажется на стоимости услуг компаний, занимающихся развитием инструментов искусственного интеллекта в биомедицине.

Эта деятельность зависит от ключевых сотрудников и консультантов, в значительной степени – от веры в успех, энергии, энтузиазма, активности участия нынешних «упёртых» руководителей и ключевых сотрудников, от квалифицированных консультантов. Утрата услуг одного или нескольких из этих лиц может оказать существенное неблагоприятное воздействие на результаты деятельности или финансовое состояние организации. Платформы и вся система искусственного интеллекта разрабатываются высококвалифицированным и подготовленным персоналом, который не может быть быстро или легко нанят или заменен.

Успех требует принятия разработок конечными пользователями – поставщиками медицинских услуг и потребителями. Принятие может зависеть от исследований и испытаний создаваемых продуктов и заключения о том, что они эффективны, безопасны и используют приемлемый метод диагностики. Даже если эффективность будет установлена, участники отрасли здравоохранения могут отказаться от использования конечного продукта по непредвиденным причинам.

Возможно, разработчики не смогут адекватно улучшить свои разработки. Рынок характеризуется быстро меняющейся технологией, изменяющимися отраслевыми стандартами и частым внедрением новых разработок. Дальнейшие успехи могут частично зависеть от способности улучшать существующий продукт, создавать синергизм между ним и стратегическими партнерами и внедрять новые разработки и функции для удовлетворения изменяющихся требований клиентов, технологических достижений и новых отраслевых стандартов. Не может быть никакой уверенности в том, что успешно завершится разработка будущих инструментов искусственного интеллекта или, если они будут разработаны, то будут приняты на рынке.

# 10.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Врачебно-цифровая система становится очень важным инструментом для жизни и развития личности, «мотиватором-навигатором» или советником пациента с эффектом постоянного присутствия онлайн-медика: врача или фельдшера-консьержа.

**«Личный врач с консьерж-сервисом – CRM-система – контакт-центр 4P-медицины – кроссплатформенное решение – боты в смартфоне на основе искусственного интеллекта»**

Личным врачом-тьютором как персональным менеджером здоровья наиболее подготовлен выступать семейный психотерапевт или ВОП-семейный врач (с точки зрения действующего профессионального стандарта).

**К 2020 году возрастёт острота конкурентной борьбы крупных транснациональных корпораций, ритейлерских сетей и IT-гигантов за провайдеров первичной медико-санитарной помощи.**

Система управления жизненным циклом индивида с применением искусственного интеллекта востребована управляющими персоналом средних и крупных организаций, силовых ведомств и образовательных организаций всех направлений и видов собственности. Система важна для учета коэффициентов персональной эффективности сотрудников. Особый и возрастающий интерес к этой модели работы с персоналом будет возникать у служб, заинтересованных в развитии индивидуального человеческого капитала (силовые ведомства, образовательные организации всех уровней, спортивная, профессиональная, цеховая, офисная медицина, службы рейтингования физических и юридических лиц, как в Китае).

Искусственный интеллект уже в настоящее время может работать в интересах пациентов и врачей с наращиваемым биомедицинским и IT-функционалом в режиме постоянного и интенсивного расширения рабочих опций.

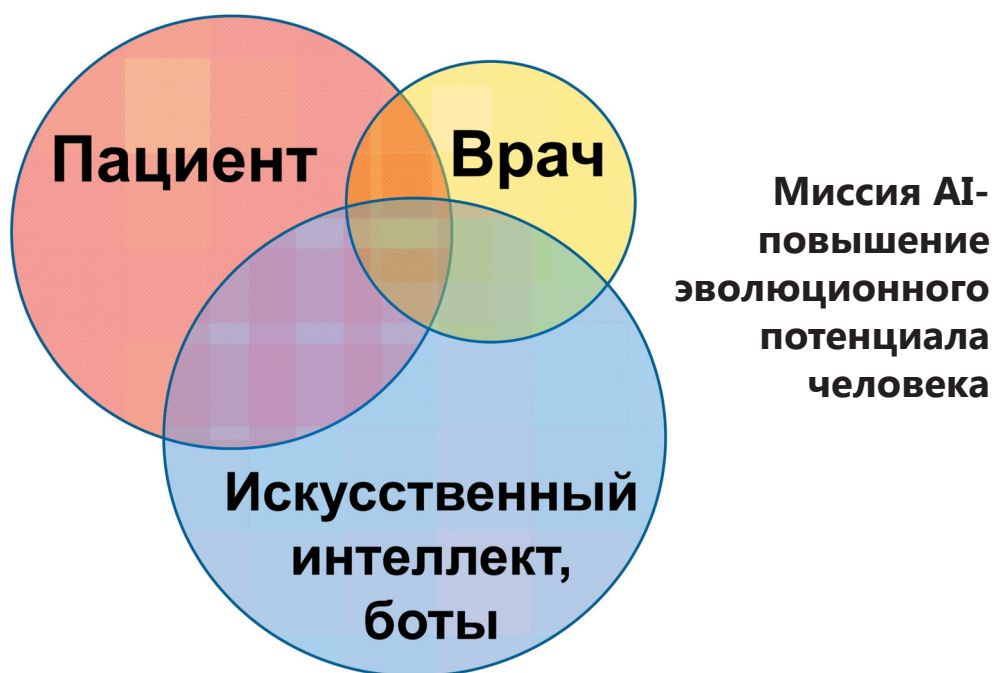


Рис. 10.1. Только взаимодействие пациента с личным врачом-тьютором может привести к успешному использованию AI.

Информационная система на основе искусственного интеллекта (контакт-центр 4Р-медицины, масштабная CRM-система с контакт-центром на основе платформенного решения) может помочь пациенту и личному врачу находить нужное решение «на сейчас» и подобрать нужного специалиста (консультанта) и медицинскую организацию в России и за рубежом на перспективу.

Для медицинских организаций IT-система с искусственным интеллектом может служить мощным маркетинговым инструментом. Сеть кабинетов личных врачей или семейной 4Р-медицины может играть роль и трансграничного медицинского маркетингового агентства для медицинских организаций (провайдеров помощи) в России и за рубежом.

Врачебно-цифровая система самоуправления персоной уже сегодня имеет выраженные признаки к саморазвитию и структурированию в глобальном масштабе (на основе рейтингования – главного и самого масштабного инструмента повышения уровня человеческого капитала на индивидуальном уровне в рамках национальной политики).

**Формируется экосистема для развития инструментов на основе AI и спрос на СППР:**

- система социального рейтингования в Китае,
- в России с июля 2018 года в Ростехе формируется регистр биометрических данных населения,
- развиваются сервисы государственных услуг, ЕМИАС в Москве, ЕГИСЗ в России,
- в США, в Европе, в Японии, в Эмиратах, в Сингапуре, в других странах формируется база геномной информации о жителях,

- создаются прочие базы персонифицированных данных,
- гиганты IT-индустрии борются за поликлинические услуги.

Информационно-технологическая (машинная) часть искусственного интеллекта развивается с нарастающей скоростью (в прогрессии), объединяя кроссплатформенные решения, что снижает во времени издержки на содержание системы и стоимость доставки информации потребителям (паре «личный врач-пациент»).

Эффективность «новомодных» инструментов базируется на правильном (адекватном) подборе отдельных элементов (сервисов, устройств, «гаджетов» мобильного мониторинга здоровья), на комплексных продуктах (на IT-платформах обработки биомедицинских данных), обеспечивающих оптимальную функциональность, сочетаемость, интероперабельность, взаимозаменяемость, безопасность а также эффективность работы этих элементов в конфигурации IT-платформы. Постановка задач для неё осуществляется с учётом потребностей конечных пользователей, в том числе персональных врачей.

### **Ожидается «девятый вал» биомедицинской информации**

- Период «полураспада» актуальной научной информации – 8 месяцев. Каждые два года объем информации увеличивается в 2 раза.
- «Полураспад» биомедицинской информации по оценкам экспертов в 2018 году составил 5 месяцев.

### **В 2017 году расходы на интернет вещей превысили \$2 трлн.**

- К 2020 году более 30 млрд. устройств будут подключены к интернету из 200 млрд. потенциально подключаемых.

### **К 2020 году информация, поступающая от IoT, составит 10% от всей информации.**

- Подлежащей анализу цифровой информации к 2020 году будет 35%.

### **Значимая «target reach» информация к 2020 году достигнет более 10% и будет удваиваться каждые 5 и менее лет с развитием технологий анализа Big Data, AI.**

### **О миссии 4P-медицины**

Только мощная IT-система на основе кроссплатформенного решения с функциями машинного и глубинного обучения (с искусственным интеллектом) позволит внедрить в полном объёме СППР для реализации принципов 4P-медицины. Это будет способствовать формированию IT-нейронной сети (основы для массовых игр с биологической обратной связью) врачей, пациентов, сотрудников предприятий и организаций как биомедицинских объектов – главных носителей информации.

Активного использования разработок в области предиктивно-превентивной и персонализированной медицины можно ожидать уже к 2020 году, при том что уже сегодняшний ежегодный оборот медицинских товаров и услуг только в США превышает 1 трлн. долларов, а общемировой валовый продукт биомедицинских услуг оценивается в 4 трлн. долларов.

Коррекция такого рынка только на 5% в пользу предиктивно-профилактического сегмента создаст свой инновационный рынок предположительно с годовым оборотом в 50–150 млрд. долларов, где только лицензионные платежи могут составить 5–10 млрд. долларов. При этом уже сегодня рынок технологий в сфере СППР оценивается в 500–750 млрд. долларов, и уже сегодня в развитых странах целенаправленно работают над развитием и улучшением технологий, позволяющих осуществлять биомониторинг.

Поэтому уже сейчас, достигнув договоренности с отечественными и зарубежными партнерами и используя фактор внезапности, можно в течение 5–6 лет создать транснациональный технопарк принципиально нового поколения и со значительной капитализацией (С. Сучков, 2013).

Искусственный интеллект, информационная система (платформенное решение, контакт-центр 4Р-медицины) формируют общую картину состояния здоровья пациента (и населения!) по всем морфофункциональным системам из различных источников сведений с учётом:

- результатов обработки больших пользовательских данных (Big Data),
- ресурсных возможностей персоны (финансы, страхование, время как ресурс) в «Едином цифровом окне здоровья».

## Эффекты от массового внедрения AI и СППР

### Развитие национальной технологии опережающего развития.

- Формирование интеграционной экосистемы платформ с возможностью прогнозирования траектории развития биологических циклов групп индивидов.
- Маркетинговая сеть на основе системы саморейтингования физических лиц.

### Разработка стандартов процессов.

- Создание стандартов на формирующемся рынке дистанционных биомедицинских и социальных услуг.
- Стандарт врачебно-цифровой (человеко-машинной) системы управления биосоциальным циклом.
- Стандарт квалификационных характеристик провайдеров услуг.
- Профессиональный стандарт новых специалистов (личных врачей) на стыке клинической медицины, IT-технологий и семейной психологии.
- Стандарт CRM-системы и контакт-центра на основе платформенного решения. Квалификационные стандарты разработчиков.

С учётом опыта Сингапура, Китая наиболее эффективный инструмент сочетанного использования государственных и негосударственных общественных фондов потребления, личных и корпоративных средств – **персональный накопительный медицинский** (или социальный) счет индивида.

Широкое внедрение различных инструментов мониторинга показателей здоровья в норме и при различных заболеваниях, совмещённое с системой контроля пограничных и экстренных ситуаций вокруг пациента, оптимизирует время принятия искусственным интеллектом жизненно важных решений по сохранению и укреплению здоровья, поддержанию желаемого уровня физического, психического и социального благополучия и уровня коммуникаций (лингвистические каналы, IT-компетенции и навыки).

## Образ будущего Биосоциальный цикл



Рис. 10.2. Планируемые этапы биосоциального цикла человека.

Искусственный интеллект через контакт-центр 4Р-медицины (врачебно-цифровую систему) может стать универсальным инструментом управления кадровыми ресурсами предприятий на основе

- оценки коэффициента персональной эффективности (KPI) реализации индивидуального плана биосоциальных (медицинских, образовательных и профессиональных) мероприятий,
- рейтингования внутри профессиональных и социальных групп на корпоративном или государственном уровне.

Кабинет личного (семейного, школьного или офисного) врача с инструментами искусственного интеллекта – информационная точка входа для пары «личный врач-пациент» в глобальную индустрию здоровья и образования. Искусственный интеллект анализирует и фокусирует внимание врача и пациента на данных о здоровье, мерах



по его укреплению, формирует текущие, тактические и стратегические планы мероприятий продления активной жизнедеятельности («здоровье здоровых» или здоровье работающих) и профессиональной карьеры.

Эффективность работы личного врача зависит от профессионального стандарта, в который должны быть включены вопросы:

- развития междисциплинарных компетенций в области медицины, информатики и психологии, использования IT-технологий,
- формирования компетенций по mHealth, дистанционной, мобильной и
- виртуальной медицине.

Широкое внедрение разнообразных инструментов мониторинга показателей здоровья в норме и при заболеваниях, совмещенное с системой контроля пограничных и экстренных ситуаций, позволяет искусственному интеллекту оптимизировать для врача и пациента время принятия жизненно важных решений по сохранению и укреплению здоровья.

Высокий интеллектуальный потенциал (человеческий капитал) исполнителей в совокупности с возможностями искусственного интеллекта позволит технологически и ментально лидировать в конкурентной среде нового экономического дизайна, обеспечить групповое выживание на основе ускоренного развития государства.

**Миссия искусственного интеллекта – повышение эволюционного потенциала (капитала) человека.**

## **ПОДДЕРЖКА И РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ**

С целью улучшения системы квалифицированных клинических решений с помощью искусственного интеллекта рекомендуется создать и внедрить

- собственную национальную базу цифровых изображений,
- графическую визуализацию симптомов,
- специальные мобильные приложения.

Для улучшения базы данных системы и ее развития необходимо ежегодно проверять и пополнять перечень утвержденных медицинских источников, а также обновлять базы заболеваний, симптомов и остальных медицинских находок.

Особое внимание необходимо уделить безопасности системы. Из-за одного неверного обновления можно разрушить весь алгоритм и двигатель системы, в связи с чем необходимо жестко ограничить доступ к технической части системы, создать отдельную рабочую группу, следящую за сохранением ключевых функций системы.

Предварительная стоимость неизвестна и будет зависеть от наличия необходимых человеческих ресурсов, уровня их квалификации и прочих ресурсов.

# 11.

## РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ

### принятия медицинских решений

- ускорить разработку национальной государственной системы поддержки принятия медицинских решений для врачей первичного звена и специализированной помощи и проч.,
- выводить на национальный рынок лучшие (разработанные в мире) технологии, например: использование искусственного интеллекта на основе обработки больших пользовательских данных, глубинного и машинного обучения, передача информации с использованием технологий блокчейн, рейтингование индивида,
- провести тестирование модели системы поддержки принятия врачебных решений в пилотных территориях,
- тиражировать на национальном рынке эффективные зарубежные технологии: использование искусственного интеллекта на основе обработки больших пользовательских данных, цифровых нейросетей, машинного и глубинного обучения, передачи информации с использованием технологий блокчейн, рейтингование индивида,

### человеческого капитала

- совершенствовать методологию расчёта индивидуального и династического человеческого капитала,
- наращивать производительность труда, то есть индивидуальный человеческий капитал лиц, принимающих решения, пациентов, медиков, офисных сотрудников (и династический, с учётом капитала членов их семей!) с применением искусственного интеллекта (человеко-машинных навигаторов и врачебно-цифровых систем поддержки принятия решений),
- составить рекомендации для управления персоналом по повышению производительности труда врачей, то есть индивидуального человеческого капитала

- медиков (и членов их семей!) с применением искусственного интеллекта (цифровых навигаторов),
- ускорить разработку, утверждение и внедрение профессиональных стандартов личных врачей-тьюторов (общего профиля), IT-медиков, клинических психологов, клинических физиологов,

### Ресурсы человека

- Биомедицинские
  - Физическое состояние
  - Душевное состояние
  - Социальное благополучие
    - Микросоциум
    - Макросоциум
- Материальные
- Финансовые
- Квалификационные (информационные)

### образования

- готовить специалистов с «двойным» образованием: IT и биомедицинским, личных врачей-тьюторов, доверенных врачей, персональных менеджеров здоровья, специалистов биомедицины и образовательной сферы с учётом потребностей и технологий Шестого технологического этапа развития глобальной экономики,
- широко использовать лингвистический фактор как важный коммуникативный канал, язык как средство международного общения,
- шире применять в обучении персонала английский язык как инструмент технологического развития и глобальной интеграции,

### научно-методических разработок

- стимулировать НИОКР в области поддержки принятия врачебных решений на межгосударственном уровне,
- расширить формы научно-практической кооперации участников экосистемы проекта (в том числе в опытно-конструкторских разработках в рамках организации ОЭСР) на всех уровнях с учётом международных норм и стандартов (финансовой отчетности, систем контроля качества услуг, продуктов, методов маркетинга, логистики, менеджмента),

### нормативно-правовой базы

- ускоренно развивать («Скорость важнее качества!») нормативно-правовую базу на основе документов, уже разработанных странами организации ОЭСР: адаптация международных номенклатур, клинических и образовательных рекомендаций, медицинских порядков, стандартов, протоколов, систем сертификации и регулирования рынков, дистанционных услуг и проч.,

- использовать модели нормативно-правового регулирования лучших практик стран-участниц Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР),
- использовать международную правовую базу, нормативы, уже разработанные странами ОЭСР: системы сертификации и регулирования рынков, дистанционных услуг и проч.,
- разрабатывать профессиональные стандарты специалистов биомедицины и образовательной сферы с учётом потребностей и технологий Шестого технологического уклада развития глобальной экономики (Индустрии 4.0), на основе соответствующих образовательных стандартов и принципов 4Р,
- устранить барьеры для использования инструментария и технологий, уже разрешенных для применения в странах ОЭСР,
- учитывать при развитии нормативно-правовой базы:
  - ускоряющееся развитие коммуникативных IT-технологий (block chain), смартфонов и других мобильных устройств и умных девайсов,
  - прогрессивно возрастающие возможности искусственного интеллекта с формированием систем с биологической обратной связью,
  - ускоряющееся развитие коммуникативных IT-технологий (блокчейн-технологий передачи биомедицинских данных), смартфонов,
  - расширение числа пользователей (в том числе при смене экономически активных поколений) дистанционных (виртуальных) биомедицинских услуг,
  - возрастающие возможности трансграничного медицинского обслуживания в режиме онлайн и офлайн,
  - ускоренное развитие международных классификаторов, номенклатур, протоколов, клинических рекомендаций и других форм нормативно-справочной информации, в том числе в рамках Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР),
  - внедрение систем поддержки принятия медицинских (врачебных, сестринских) и организационных решений (международной, национальной методической и нормативно-правовой базы),
- сформировать справочную базу данных о IT-платформенных решениях, способных интегрировать показатели с различных инструментов и систем мониторинга показателей здоровья,
- подготовить справочники и базы данных (цифровые каталоги) для медицинских работников и потребителей о мобильных инструментах мониторинга показателей здоровья (mHealth) по морфофункциональным системам,
- сформировать единую справочную базу данных об инструментах мониторинга показателей деятельности по органам и системам человека,
- подготовить или актуализировать квалификационные стандарты и образовательные траектории специалистов, в том числе «Врач общей практики (семейный врач) как персональный менеджер здоровья»,

### инструментов финансирования услуг

- персонализация формирования и расходования общественных фондов потребления (персональные накопительные счета) на социальные (в т.ч. биомедицинские) потребности индивида с учётом оптимизации использования (технологии блокчейн) любых источников финансирования,
- начать создание персонализированной модели формирования и расходования общественных фондов потребления на социальные (в т.ч. биомедицинские) потребности индивида с учётом оптимизации использования технологий блокчейн любых источников финансирования на основе персональных накопительных счетов.

### РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ В РОССИИ

- Для создания федерального сервиса как системы поддержки принятия решений в рамках «Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения» могли бы быть сформированы **три основные рабочие группы**.
- **Первая** – после детального изучения международных практик совместно с передовыми научными центрами и математиками России могла бы создать двигатель системы в целом – классификатор и номенклатуры с дополнительными развивающимися опциями для получения максимально точных результатов.
- **Вторая** – могла бы развивать «кириллический» сегмент контента – базы данных заболеваний, синдромов, симптомов и т.д. Она могла бы разработать перечень доверенных источников, основанных на принципах доказательной медицины. Он мог бы состоять из учебников, журналов, статей, сайтов и другого. Источники должны быть авторитетными, аккредитованными, точными. Данные из надёжных источников, фактические знания и опыт врачей формируют основы базы данных, с учётом особенностей страны и регионов для развития системы. Группа могла бы быть ответственна за предоставление графического или визуального контента.
- **Третья** – могла бы состоять из технических разработчиков, специалистов по работе с большими пользовательскими данными и программистов. Группа могла бы сформировать единую IT-платформу для первой и второй группы. Она могла бы заниматься технической частью проекта и обеспечивать адаптацию, взаимодействие системы с другими существующими IT-системам в России.
- Предварительная стоимость работ будет зависеть от кадрового потенциала, уровня квалификации исполнителей и прочих ресурсов.

# 12.

## ТРЕБОВАНИЯ ВРЕМЕНИ К МЕДИЦИНСКИМ ОРГАНИЗАЦИЯМ ЛЮБОЙ ФОРМЫ СОБСТВЕННОСТИ

- готовность быть интегрированными с любыми IT-источниками информации (интероперабельность),
- готовность к сотрудничеству (договороспособность) с прочими медицинскими организациями, IT-компаниями, хранилищами баз данных о состоянии здоровья пациента (для России – ЕГИСЗ, ЕМИАС и проч.),
- готовность быть более аналитическими (оценивать свою позицию на рынках индустрии здоровья),
- готовность быть более мобильными (оперативно принимать рыночные решения),
- готовность к интеграции с общественными организациями (в том числе саморегулируемыми) и объединениями медицинских работников, страховщиков, IT-специалистов и др.,
- готовность поддерживать клинические технологии (системы поддержки принятия медицинских решений),
- готовность постоянно повышать эффективность и производительность труда исполнителей (KPI), поддерживать деловые рабочие процессы на высоком уровне качества.



Рис. 12.1. Общее видение глобальной сети врачебных практик и медицинских контакт-центров, работающих на основе AI и СППР.

# 13.

## ИСТОЧНИКИ

1. Указ Президента РФ от 07.05.2012 № 599 «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки».
2. Указ Президента РФ от 01.12.2016 № 642 «О стратегии научно-технологического развития Российской Федерации».
3. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».
4. Федеральный закон РФ от 9.07.2006 Ф3-152 «О защите персональных данных».
5. Федеральный закон РФ от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации».
6. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года (утв. распоряжением Правительства РФ от 17.11.2008 г. № 1662-р).
7. Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года (утв. Распоряжением Правительства РФ от 08.12.2011 № 2227-р).
8. Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года (утв. Председателем Правительства РФ от 03.01.2014 г.).
9. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации до 2035 года – документ стратегического планирования, разработанная по поручению Президента Российской Федерации по итогам заседания Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию 24.06.2015 г. (от 14.07.2015 Пр-1369).
10. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации (утв. Указом Президента РФ от 31.12.2015 г. № 683).
11. Приказ Министра здравоохранения Российской Федерации от 24.04.2018 № 186 «Об утверждении Концепции предиктивной, превентивной и персонализированной медицины».



12. Дорожная карта «Хелснет» Национальной технологической инициативы. Одобрена решением президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России 20.12.2016. Протокол № 6.
13. Актуализация приоритетов научно-технологического развития России: проблемы и решения/ Куракова Н.Г., Цветкова Л.А., Ерёмченко О.А., Голомысов В.С. – М.: Издательский дом «Дело». РАНХиГС, 2013. – 77 С. – (Научные доклады: образование).
14. Антипов А.И. (ФОРС). Технологии Big Data для здравоохранения. Доклад на рабочей группе ВШЭ. 24.11.2015. [www.fors.ru](http://www.fors.ru)  
<http://www.portalramn.ru/it-technology/meropriatiia/russia/rabochie-gruppy/24112015/prezentacii/>
15. Антипов А.И. (ФОРС). Платформа DACADOO от компании DACADOO AG (iFORS – ФОРС). Конференция «Будущее здравоохранения», Швейцария, май-2018. «DACADOO – Ваш навигатор здорового образа жизни». <https://www.dacadoo.com/?lang=ru>
16. Антипов А.И. (ФОРС). Применение технологий искусственного интеллекта в платформе поддержки здорового образа жизни DACADOO. Доклад на рабочей группе ВШЭ 23.08.2018. [www.fors.ru](http://www.fors.ru)
17. Вариченко Ф. (Чеченская Республика). Предложение по созданию «Системы квалифицированных клинических решений с помощью искусственного интеллекта» в Российской Федерации. Доклад на 80 рабочей группе ВШЭ 26.07.2018.
18. Взаимодействие лекарственных средств. Сервис Минздрава России. [<http://www.primpharma.ru/news/minzdrav-sozdal-elektronnyj-servis-dlja-vrachej-vzaimodejstvie-lekarstvennyh-sredstv>].
19. Глазьев С.Ю. и соавт. Нанотехнологии как ключевой фактор нового технологического уклада в экономике. Монография под. Ред. С.Ю. Глазьева и В.В. Харитонова. М.: «Трабант»-2009. 304 С.).
20. Гусев А.В. (КМИС). О развитии систем поддержки принятия врачебных решений и регистрации их как медицинских изделий. Хайтек. 28.08.2018.
21. Девятков А.П. Разведка будущего в условиях глобализма. Изд-во «ИП Жигульская». М.: – 2017.
22. Добридюк С.Л., («Диасофт Системы», резидент ИЦ «Сколково»). BigData и BI в медицине «5-я волна». Доклад на 69 рабочей группе ВШЭ. 30.03.2017.  
<https://drive.google.com/drive/folders/0B0kDOiQ4I1m1R1Zrd21reUdyaW8>
23. Единая государственная информационная система в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ) [<http://portal.egisz.rosminzdrav.ru>].
24. Журнал «Интенсивная терапия». «Медицинские новости». Искусственный интеллект заменит в Японии врачей-диагностов, 24.07.2017.

25. Здоровое здравоохранение: шаг в будущее для российской медицины. TheBoston-ConsultingGroup (BCG). М., 2018. 48 С.
26. *Иванов С.* О создании центра Samsung в Сколтехе. Хайтек. 2018.
27. *Ефимов А.Р.* Выступление на панельной дискуссии ММСО (Moscow International Education Fair). М., 19.04.2018.
28. *Кочергина О.* Рекрутинг без галстуков. Как будут искать сотрудников через 10 лет. Forbes Contributor. 14.08.2018. <http://www.forbes.ru/karera-i-svoy-biznes/365757-rekruting-bez-galstukov-kak-budut-iskat-sotrudnikov-cherez-10-let>
29. *Каку Митио.* Будущее разума. ООО «Альпина нон-фикшн», 2015.
30. *Киселев М.В.* (ООО «МегапьютерИнтеллидженс»), *Арсеньев С.Б.* (НИИ неотложной детской хирургии и травматологии). Отечественное программное обеспечение анализа больших данных в здравоохранении. Доклад на 69 рабочей группе 30.03.2017 г. <https://drive.google.com/drive/folders/0B0kDOiQ4I1m1R1Zrd21reUdyaW8>
31. *Кондратьев Н.Д.* Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. М.: Экономика, 2002. 768 С.
32. *Кузнецов П.П., Бондаренко С.С., Узденов Б.И. и соавт.* «Контакт-центр в индустрии здоровья: инструмент реализации модели персонцентрированной помощи». Учебно-методическое пособие //Изд-во «Менеджер здравоохранения». М., 2016. 68 С.
33. *Кузнецов П.П., Узденов Б.И., Владимирский А.В. и соавт.* «Виртуальный госпиталь». Учебно-методическое пособие // Изд-во «Менеджер здравоохранения». М., 2016. 64 С.
34. *Кулешов А.П.* Искусственный интеллект приведет к сознательной архаизации жизни. Доклад в Роснано. 27. 11.2016.
35. *Кулешов А.П.* У нас в стране путают образование с социализацией, это опасно. Интервью в журнале «Кот Шредингера», 2018. – № 1–2(39–40).
36. *Куракова Н.Г., Арефьев П.Г., Цветкова Л.А.* Оценка уровня национальных медицинских исследований с использованием новых инструментов прогнозирования научно-технического развития//Вестник РГМУ, 2012. – № 2. – С. 69–76.
37. *Курцвейл Р., Гроссман Т.* Transcend: девять шагов на пути к вечной жизни. М.: Манн, Иванов и Фарбер, 2016. – 384 с.
38. *Ларченко И.* (DOC+). Как ИИ меняет медицину: личный помощник дл врачей, маршрутизатор в клиниках и разработчик лекарств. Хайтек. 13.08.2018.
39. *Малинецкий Г.Г.* Проектирование будущего. Роль нанотехнологий в новой реальности. Выступление на конференции Нанотехнологического общества России «Развитие нанотехнологического проекта в России: состояние и перспективы», Москва. Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ».

40. *Морозов С. П.* Виртуальный доктор. Как будет работать искусственный интеллект в медицине. ForbesContributor. Технологии. Медицина. 29.01.2018.
41. *Московская А. А.* Электронные «фабрики знаний» и микросреда инноваций: кто кого? Журнал ФОРСАЙТ 2016 т. 10 № 2: С. 81–91.
42. Национальная база медицинских знаний (Ассоциация разработчиков и пользователей систем искусственного интеллекта в медицине). Пресс-служба РБК, 06.2018. <http://tass.ru/nauka/5340195>
43. *Окашин Р. Д.* В британской больнице ИИ помогает врачам делать УЗИ плода. 15.02.2018. Хайтек [https://hightech.fm/2018/02/15/ai\\_ultrasound](https://hightech.fm/2018/02/15/ai_ultrasound)
44. *Паперный Е. В.* Опыт и аналитика дистанционных медицинских консультаций на MAIL.ru. Доклад на 60-й рабочей группе «Виртуальная медицина и mHealth». 29.09.2015.
45. *Паркер Д.* Революция платформ. Как сетевые рынки меняют экономику – и как заставить их работать на вас. М.: Манн, Иванов и Фарбер, 2017. – 304 с.
46. *Перри Гленн, Бутинца Оскар, Вендрелл-Эрреро Фернан, О`Риган Николас.* Интернационализация систем «продукт-услуга»: глобальная, региональная или национальная стратегия?/ Журнал ФОРСАЙТ 2016 т. 10 № 1: С. 16–29.
47. *Пономарев А. К., Дежина И. Г.* Подходы к формированию приоритетов технологического развития России/ Журнал ФОРСАЙТ 2016 т. 10 № 1: С. 7–15.
48. *Попов Г. В.* (SkyChain). Инфраструктура для размещения, обучения и применения искусственного интеллекта в области медицины. Доклад на 80 рабочей группе ВШЭ 26.07.2018. <http://skychain.globalhttp://portalramn.ru/it-technology/meropriatiia/russia/rabochie-gruppy/26072018/>.
49. Программа создания системы социального кредита(2014–2020)/Госсовет КНР, 2016.
50. Проект COBRAIN. Национальный исследовательский проект по расширению ресурсов мозга человека в рамках НТИ «НЕЙРОНЕТ» (<http://rusneuro.net>). Сколковский институт науки и технологий (<https://www.skoltech.ru>).
51. *Пфедфер Д., Самтон Р.* Доказательный менеджмент: новейшая концепция управления от Гарвардской школы бизнеса. М.: Эксмо. 2008. – 384 с.
52. Рейтинг регионов РФ по качеству жизни – 2017. Москва, 2018. РИА Рейтинг. Россия сегодня.
53. *Сорокин С. Ю.* (ООО «Интеллоджик»). Платформа диагностики онкологических заболеваний с использованием machinelearning /deeplearning (TeleMed). Доклад на 69 рабочей группе ВШЭ. 30.03.2017 г. S. Sorokin@intellogic.ru
54. *Стародубов В. И., Кузнецов С. Л., Куракова Н. Г. и соавт.* Анализ публикационного потока РАМН за 2011 год и перспективы увеличения его объемов и авторитетности в соответствии с индикаторами.

55. *Суворова Н.* Интервью со специалистом по лучевой диагностике Сергеем Морозовым: искусственный интеллект возьмет на себя 30% функций врача и до 60% функций лаборантов. 31 мая 2017. Хайтек.
56. *Сучков С.В.* Введение в предиктивно-превентивную и персонализированную медицину (ПППМ): опыт прошлого и реальности для завтрашнего. Из учебно-дидактического курса ЕРМА, Брюссель, Евросоюз, 2013.
57. *Тавровский В.М.* Автоматизация лечебно-диагностического процесса. Монография: ООО «Вектор Бук». Тюмень. 2009. – 464 стр. <http://vmtavr2.narod.ru/kniga.htm>
58. ТАСС. Samsung открыла первый в России центр разработки ИИ. 29.05.2018. <http://incrossia.ru/news/samsung-ii/>
59. *Тополь Э.Д.* Будущее медицины: Ваше здоровье в ваших руках. М.: Альпина нон-фикшн. 2016. – 491 с.
60. «Третье Мнение». Интернет издания vademecum (<https://vademec.ru>), COMNEWS (<https://comnews.ru>), 2017.
61. *Угаров И.В.* Разработка комплексной информационно-диагностической программы «НЕЙ-РОГЕН» для наследственных болезней нервной системы. Вестник РГМУ. Периодический медицинский журнал. – М.: РГМУ. –2002, № 1(22). – С. 157–158.
62. *И.В. Угаров.* Биоинформатика и геном. Доклад на рабочей группе Портала РАМН 31.10.2013. (<https://www.portalramn.ru>).
63. *Филина Ф.Н.* (Межд. медкластер, НЦ Сколково). 7 медицинских технологий, которые скоро придут в российские больницы.
64. *Фурсов К.С., Рощина Я.М., Балмуш О.С.* Факторы результативности научной деятельности: микроуровневый анализ/ Журнал ФОРСАЙТ 2016 т. 10 № 2: С. 44–56.
65. *Хаваш А.* Социальные и бизнес-инновации: возможны ли единые подходы к измерению? / Журнал ФОРСАЙТ 2016 т. 10 № 2: С. 58–80.
66. *Черниговская Т.В.* Лекция «Зачем мы мозгу». Изд-во Лекторий «Прямая речь». Серия: Цикл лекций, 2013.
67. *Черниговская Т.В.* Лекция «Мозг и свобода воли». Изд-во Лекторий «Прямая речь», Серия: Цикл лекций, 2015.
68. *Чудаков С.Ю.* 1. Основные стратегии развития общественного здравоохранении превентивной медицины в рамках реализации дорожной карты HealthNet Национальной Технологической Инициативы на период 2017–2035 гг. Доклад в рамках открытия проектного офиса Профессионального сообщества практик «Превентивная медицина» 01.02.2017 г.
69. *Шишкин С.В., Власов В.В., Колосницина М.В. и др.* Здравоохранение: необходимые ответы на вызовы времени. Доклад ЦСР. М., 2018. 56 С.

70. AharonovYakir, Rohrlich Daniel. Quantum paradoxes. Quantum theory for the perplexed. Wiley-VCH, 2005. ISBN3-527-40391-4, ISBN978-3-527-40391-2.
71. *Barbi Elisabetta, Lagona Francesco, Marsili Marco et al.* The plateau of human mortality: Demography of longevity pioneers. *Science*, 29 Jun 2018: Vol. 360, Issue 6396, pp. 1459–1461.
72. *Bostrom Nick.* The Future of Humanity. Oxford University New York: Palgrave MacMillan, 2009): 186–216 [www.nickbostrom.com](http://www.nickbostrom.com).
73. *Dragusin R., Petcu P., Lioma C. et al.* FindZebra: a search engine for rare diseases. *Int J Med Inform* 2013;82:528–38.
74. *Farion K., Wilk S., Michalowski W. et al.* Comparing predictions made by a prediction model, clinical score, and physicians: pediatric asthma exacerbations in the emergency department. *ApplClinInform* 2013;4:376–91.
75. *Greenes RA.* Clinical decision support: the road ahead. Amsterdam, Boston: Elsevier Academic Press, 2007.
76. Health Level Seven International, 2014. [www.hl7.org](http://www.hl7.org) [Accessed 24 June 2014].
77. *Hoffman K., Dempsey J., Levett-Jones T. et al.* The design and implementation of an interactive computerised decision support framework (ICDSF) as a strategy to improve nursing students' clinical reasoning skills. *NursEduc Today* 2011;31:587–94.
78. *Hood L., Friend S.H.* Predictive, personalized, preventive, participatory (P4) cancer medicine. *NatRevClinOncol*. 2011 Mar; 8(3):184–7.
79. IBM's Watson [<http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/ibmwatson/>].
80. *Jaspers M.W., Smeulers M., Vermeulen H., Peute L.W.* Effects of clinical decision-support systems on practitioner performance and patient outcomes: a synthesis of high-quality systematic review findings. *J Am Med Inform Assoc* 2011;18:327–34.
81. *Kaplan B., Harris-Salamone K.D.* Health IT success and failure: recommendations from literature and an AMIA workshop. *J Am Med Inform Assoc* 2009;16:291–9.
82. *Kawamoto K., Del Fiol G., Lobach D.F., Jenders R.A.* Standards for scalable clinical decision support: need, current and emerging standards, gaps, and proposal for progress. *OpenMedInform J* 2010; 4:235–44.
83. *Kawamoto K., Lobach D.F., Willard H.F., Ginsburg G.S.* A national clinical decision support infrastructure to enable the widespread and consistent practice of genomic and personalized medicine. *BMC Med Inform DecisMak* 2009;9:17.
84. *Kogan Valeria, Molodtsov Ivan,, Menshikov Leonid I., Shmookler Robert J., FedichevReis& Peter.* Stability analysis of a model gene network links aging, stress resistance, and negligible senescence. *ScientificReports* volume5, Articlenumber: 13589 (2015).

85. *Kulikowski C.A., Weiss S.M.* Representation of expert knowledge for consultation: the CASNET and EXPERT projects. Boulder: Westview Press, 1982.
86. *Kushniruk A.W., Bates D.W., Bainbridge M. et al.* National efforts to improve health information system safety in Canada, the United States of America and England. *Int J Med Inform* 2013; 82:149–60.
87. *Laporta R., Anandam A., El-Solh A.A.* Screening for obstructive sleep apnea in veterans with ischemic heart disease using a computer-based clinical decision-support system. *Clin Res Cardiol* 2012; 101: 737–44.
88. *Lee H.J., Hwang S.I., Han S.M. et al.* Image-based clinical decision support for transrectal ultrasound in the diagnosis of prostate cancer: comparison of multiple logistic regression, artificial neural network, and support vector machine. *EurRadiol* 2010; 20:1476–84.
89. *Lyman J.A., Cohn W.F., Bloomrosen M., Detmer D.E.* Clinical decision support: progress and opportunities. *J Am Med Inform Assoc* 2010; 17:487–92.
90. *McCracken M., Godin S., Dalandan S.* Quality assurance assessment of downloadable applications in health promotion and preventive healthcare. Poster presented at the 141st annual meeting and exposition of the American Public Health Association, 2–6 November 2013, Boston, MA, USA (Poster 282584).
91. *McInnis, D.O.* 2002. Mating and remating of medflies (Diptera, Tephritidae) in Guatemala: individual fly marking in field cages. *Florida Entomologist*.85: 126–137.
92. *Michaelsen S.R., Christensen J., Grunnet K. et al.* Clinical variables serve as prognostic factors in a model for survival from glioblastoma multiforme: an observational study of a cohort of consecutive non-selected patients from a single institution. *BMC Cancer* 2013; 13:402.
93. NHS Choices. Symptom Checker, 2014. [www.nhs.uk/symptomcheckers/pages/symptoms.aspx](http://www.nhs.uk/symptomcheckers/pages/symptoms.aspx) [Accessed 24 June 2014].
94. *Osheroff J.A., Teich J., Levick D. et al.* Improving Outcomes with Clinical Decision Support: An Implementer's Guide, 2nd edn. Chicago: Healthcare Information and Management Systems Society (HIMSS), 2005.
95. *O'Sullivan Dympna, Fraccaro Paolo, CarsoncEwart and Weller Peter.* Decision time for clinical decision support systems. *Professional issues. Clinical Medicine* 2014 Vol 14, No 4: 338–41.
96. *Peleg M.* Computer-interpretable clinical guidelines: a methodological review. *J Biomed Inform* 2013; 46:744–63.
97. *Rai A., Chen L., Pye J., Baird A.* Understanding determinants of consumer mobile health usage intentions, assimilation, and channel preferences. *J Med Internet Res* 2013;15: e149.
98. *Saverno K.R., Hines L.E., Warholak T.L. et al.* Ability of pharmacy clinical decision-support software to alert users about clinically important drug-drug interactions. *J Am Med Inform Assoc* 2011;18:32–7.

99. *Serge Faguet*. I'm 32 and spent \$200k on biohacking. Became calmer, thinner, extroverted, healthier & happier, 2017. <https://t.co/fSWKfy1YXO>
100. *Seung, Sebastian (2012)*. Connectome: How the Brain's Wiring Makes Us Who We Are (1 ed.). New York, New York: Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company. ISBN9780547678597.
101. *Shariff S.Z., Bejaimal S. A., Sontrop J. M. et al.* Retrieving clinical evidence: a comparison of PubMed and Google Scholar for quick clinical searches. *J Med Internet Res* 2013;15: e164.
102. *Shibl R., Lawley M, Debuse J.* Factors influencing decision support system acceptance. *Decis Support Syst* 2013;54:953–61.
103. *Schmittdiel J., Grumbach K., Selby J. V.* Effect of physician and patient gender concordance on patient satisfaction and preventive care practices. *J Gen Intern Med.* 2000;15:761–9.
104. *Shina H., Markey M. K.* A machine learning perspective on the development of clinical decision support systems utilizing mass spectra of blood samples. *J Biomed Inform* 2006;39:227–48.
105. *Shortliffe E.H, Cimino J.J.* Biomedical Informatics. Computer Applications in Health Care and Biomedicine. Springer-Verlag London. 965 page. 2014.
106. *Sittig D.F., Wright A., Osheroff J.A. et al.* Grand challenges in clinical decision support. *J Biomed inform* 2008;41:387–92.
107. SNOMED Clinical Terms® (SNOMED CT®), 2014. [www.nlm.nih.gov/research/umls/Snomed/snomed\\_main.html](http://www.nlm.nih.gov/research/umls/Snomed/snomed_main.html) [Accessed 28 February 2014].
108. *Suhasini A., Palanivel P., Ramalingam V.* Multimodel decision support system for psychiatry problems. *Expert SystAppl* 2011;38:4990–7.
109. *Stacey D., Macartney G., Carley M., Harrison M.B.* Development and evaluation of evidence-informed clinical nursing protocols for remote assessment, triage and support of cancer treatment-induced symptoms. *Nurs Res Pract* 2013;2013:171872.
110. *Wright A., Sittig D.F, Ash J.S. et al.* Clinical decision support capabilities of commercially-available clinical information systems. *J Am Med Inform Assoc* 2009;16:637–44.
111. *Younger P.* Internet-based information-seeking behaviour amongst doctors and nurses: a short review of the literature. *Health Info Libr J* 2010;7:2–10.
112. *Zhavoronkov Alex.* The Ageless Generation – How Advances in Biomedicine Will Transform the Global Economy/ Macmillan. Library Thing Review 02.07.2013. 256 P.



# 14.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### 14.1. ПРИМЕРЫ

*Сеть кабинетов личных врачей ориентирована на формирование системы управления жизненным (биосоциальным) циклом персоны. В основе функционала деятельности кабинетов офлайн- и онлайн-мониторинг показателей здоровья (включая когнитивные системы) и онлайн-консультации врачей-специалистов в России и за рубежом с учётом индивидуального плана биомедицинских мероприятий.*

*Личным (семейным, школьным) врачом широко используются технологии дистанционной (mHealth и виртуальной медицины), возможности трансграничного обслуживания онлайн и офлайн пациентов («**медицинского туризма**»). В этих условиях пациент может получить дистанционную консультацию или непосредственно медицинские услуги лучших врачей и клиник в любой точке мира без неэффективных затрат денег и времени на транспортные и гостиничные услуги.*

*В глобальном масштабе, в том числе среди резидентов инновационного центра «Сколково», активно развиваются дистанционные консультации морфологических препаратов и лучевых изображений, совершенствуются системы круглосуточного консультативного взаимодействия с медицинским персоналом через мессенджеры, развивается виртуальная медицинская помощь (в том числе хирургия).*

### 14.2. О ПОЛЬЗЕ ПРИМЕНЕНИЯ AI В СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЕ

1. AI – фактор, влияющий на сокращение административных расходов в медицине и экономику затрат.

<https://venturebeat.com/2018/04/08/ai-could-help-reduce-the-administrative-costs-of-health-care/>

2. AI изменяет методы и формы обучения, организации физической культуры и здорового образа жизни при массовом применении web-технологий.

<http://www.wseas.us/e-library/conferences/2011/Cambridge/AIKED/AIKED-53.pdf>

3. AI – часть технологий силовых и правоохранительных органов в сервисе общения с клиентами и оптимизации полицейских операций.

[https://www.researchgate.net/publication/309917812\\_Knowledge-Based\\_Management\\_Systems\\_for\\_the\\_Police\\_Force](https://www.researchgate.net/publication/309917812_Knowledge-Based_Management_Systems_for_the_Police_Force)

[https://www.securityworldmarket.com/int/News/Business-News/new-decision-support-system-improves-police-response#.W5IFXqNh0\\_M](https://www.securityworldmarket.com/int/News/Business-News/new-decision-support-system-improves-police-response#.W5IFXqNh0_M)

4. AI – способен обрабатывать данные по природным, антропогенным катастрофам, что способствует повышению эффективности принятия управленческих, организационных и оперативных решений, действий, определению цели, задач и оптимальных ресурсов для минимизации ущерба при обеспечении безопасности граждан.

[https://www.researchgate.net/publication/317688691\\_DECIDE\\_-\\_Decision\\_Support\\_System\\_for\\_Disaster\\_Emergency\\_Management\\_Final\\_Report](https://www.researchgate.net/publication/317688691_DECIDE_-_Decision_Support_System_for_Disaster_Emergency_Management_Final_Report)

## 14.3. НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

### Приказ Минздрава России

Приказ Минздрава России от 24.04.2018 г. № 186 «Об утверждении Концепции предиктивной, превентивной и персонализированной медицины»



**МИНИСТЕРСТВО  
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Минздрав России

Концепция предиктивной, превентивной и персонализированной медицины (далее – Концепция) представляет собой систему взглядов на базовые принципы, приоритетные направления, цели и задачи и основные направления государственной политики Российской Федерации по развитию индивидуальных подходов к пациенту, в том числе до развития у него заболеваний, основанных на:

анализе генетических особенностей и иных биомаркеров с целью выявления предрасположенностей к развитию заболеваний и влияния на риски развития таких заболеваний факторов окружающей среды, применении соответствующих профилактических мер, минимизирующих такие риски;

применении персонализированных методов лечения заболеваний и коррекции состояний, включая персонализированное применение лекарственных препаратов и биомедицинских клеточных продуктов, в том числе таргетных (мишень-специфических), основанное на анализе генетических особенностей и иных биомаркеров;

использовании биомаркеров для мониторинга эффективности лечения.

Основные положения Концепции соотносятся с положениями Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации», государственной программы Российской Федерации «Развитие здравоохранения», утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 26 декабря 2017 г. № 1640 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие здравоохранения», и государственной программы Российской Федерации «Развитие фармацевтической и медицинской промышленности» на 2013–2020 годы, утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. № 305 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие фармацевтической и медицинской промышленности» на 2013–2020 годы», Стратегии развития медицинской науки в Российской Федерации на период до 2025 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 декабря 2012 г. № 2580-р.

Настоящая Концепция дополняет и развивает план мероприятий («дорожную карту») Национальной технологической инициативы по направлению «Хелснет».

## Приложение. Концепция предиктивной, превентивной и персонализированной медицины

Приложение  
к приказу Министерства здравоохранения  
Российской Федерации от 24 апреля 2018 года № 186

### I. Общие положения

Концепция предиктивной, превентивной и персонализированной медицины (далее – Концепция) представляет собой систему взглядов на базовые принципы, приоритетные направления, цели и задачи и основные направления государственной политики Российской Федерации по развитию индивидуальных подходов к пациенту, в том числе до развития у него заболеваний, основанных на:

анализе генетических особенностей и иных биомаркеров с целью выявления предрасположенностей к развитию заболеваний и влияния на риски развития таких заболеваний факторов окружающей среды, применении соответствующих профилактических мер, минимизирующих такие риски;

применении персонализированных методов лечения заболеваний и коррекции состояний, включая персонализированное применение лекарственных препаратов и биомедицинских клеточных продуктов, в том числе таргетных (мишень-специфических), основанное на анализе генетических особенностей и иных биомаркеров;

использовании биомаркеров для мониторинга эффективности лечения.

Основные положения Концепции соотносятся с положениями Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации», государственной программы Российской Федерации «Развитие здравоохранения», утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 26 декабря 2017 г. № 1640 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие здравоохранения», и государственной программы Российской Федерации «Развитие фармацевтической и медицинской промышленности» на 2013–2020 годы, утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. № 305 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие фармацевтической и медицинской промышленности» на 2013–2020 годы», Стратегии развития медицинской науки в Российской Федерации на период до 2025 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 декабря 2012 г. № 2580-р.

Настоящая Концепция дополняет и развивает план мероприятий («дорожную карту») Национальной технологической инициативы по направлению «Хелснет».

## **II. Современное состояние предиктивной, превентивной и персонализированной медицины**

Под персонализированной медициной понимают медицину, в основе которой лежит анализ характеристик, которые можно объективно измерить и которые могут служить в качестве индикатора физиологических и патологических биологических процессов или фармакологических ответов на проводимое лечение, называемых биомаркерами, а также применение персонализированных методов и способов лечения заболеваний и коррекции состояний.

Результаты определения состояния биомаркеров используются в качестве предикторов в целях реализации принципов предиктивной медицины – индивидуального прогноза развития заболеваний и (или) выбора методов и способов их лечения при их наступлении, подобранных в соответствии с индивидуальными особенностями пациента, отражаемых состоянием биомаркеров.

Выявление риска наступления заболевания на основании результатов определения состояния биомаркеров позволяет предотвратить наступление заболевания путем принятия соответствующих индивидуальных, также определяемых состоянием биомаркеров, профилактических мер, составляя основу превентивной медицины, нацеленной на предотвращение наступления заболевания или раннюю, досимптоматическую и доклиническую минимизацию его проявления, в отличие от конвенциональной медицины, сфокусированной на лечении заболеваний.

В основе персонализированной медицины лежат биомаркеры, выявление которых и связь с практически значимыми факторами, такими как риск наступления заболевания, эффективность действия лекарственного препарата и иное, являются результатами научных исследований в области молекулярной и клеточной биологии, молекулярной генетики, биологии развития, физиологии и иных смежных отраслей науки. Второй составляющей, определяющей развитие персонализированной медицины,

является технологическое развитие, уровень которого должен обеспечивать возможность определения значимых биомаркеров в практическом здравоохранении.

Персонализированные подходы, основанные на анализе биомаркеров, находят все большее применение в практическом здравоохранении. В качестве примеров можно привести неонатальный скрининг на наличие ряда моногенных наследственных заболеваний, выбор для лечения онкологических заболеваний таргетных лекарственных препаратов с учетом молекулярных особенностей опухоли, а именно наличия в опухолевых клетках специфической мишени для воздействия, выявляемой с применением так называемых сопутствующих диагностикомов, оценку риска развития рака молочной железы и яичника при наличии мутаций в генах *BRCA1/2*, определение чувствительности опухоли к химиотерапевтическим препаратам на основе анализа определенных панелей биомаркеров.

Это направление сегодня активно развивается в мире, большое число исследований направлено на выявление значимых биомаркеров и их сочетаний, позволяющих определять риски развития заболеваний, прогнозировать эффективность действия лекарственных препаратов, проводить ранний (до появления клинически выявляемых признаков) мониторинг эффективности лечения. Важной для клинической практики технологией персонализации лечения является фармакогенетика, направленная на выявление связи между индивидуальными генетическими особенностями и вариабельностью эффектов лекарственных препаратов, позволяющая предсказывать степень проявления возможных побочных эффектов действия лекарственного препарата. Имплементация фармакогенетических подходов позволит существенно снизить вероятность проявления побочных эффектов применения лекарственных препаратов, повысить эффективность их применения за счет персонализации назначения лекарственных препаратов.

Важным для персонализированной медицины направлением научных исследований является выявление не только генетической предрасположенности к развитию заболеваний, но и модификаторов риска их развития, являющихся факторами окружающей среды, что особенно существенно для полигенно обусловленных предрасположенностей. Так, например, при наличии витилиго, предрасположенность к развитию которого имеет сложный полигенный характер, у одного из однояйцевых (то есть генетически идентичных) близнецов, у второго близнеца витилиго отмечается только в 23% случаев. Поэтому знание о факторах окружающей среды, способствующих реализации генетически обусловленной предрасположенности, является критичным для практической реализации принципов персонализированной профилактической медицины, позволяя сформировать индивидуализированный план профилактических мероприятий, направленный на минимизацию рисков наступления заболевания. Отдельным направлением персонализированной медицины является применение индивидуализированных продуктов для лечения заболеваний и коррекции состояний. Развитие этого направления основано на достижениях биомедицинской науки. Примерами таких индивидуализированных средств для лечения заболеваний являются некоторые зарегистрированные в США препараты для лечения рака простаты и терапии лимфомы, которые производятся с использованием собственных клеток пациента. В настоящее время в ряде зарубежных стран разработаны и проходят клинические испытания новые методы лечения ряда тяжелых социально значимых заболеваний,

основанные на применении различных биомедицинских технологий, включая терапию стволовыми клетками и клеточными продуктами (лечение аутоиммунных заболеваний, диабета второго типа, инфаркта миокарда, травм спинного мозга), генную терапию (лечение иммунодефицитов, муковисцидоза, болезни Гоше, некоторых форм рака и СПИДа). В Российской Федерации применение индивидуальных клеточных продуктов, классифицируемых как аутологичные биомедицинские клеточные продукты, регулируется Федеральным законом от 23 июня 2016 г. N180-ФЗ «О биомедицинских клеточных продуктах», а обращение генотерапевтических лекарственных препаратов регулируется Федеральным законом от 12 апреля 2010 г. N61-ФЗ «Об обращении лекарственных средств», что создает необходимую законодательную базу для обращения таких продуктов (препаратов) и условия для развития персонализированной медицины в части применения индивидуализированных продуктов для лечения заболеваний и коррекции состояний.

### **III. Цель и задачи Концепции**

Целью Концепции является обеспечение доступности персонализированной медицинской помощи с целью досимптоматического прогнозирования развития заболеваний и их профилактики, повышения эффективности традиционных методов лечения путем персонализации их применения, а также применения в практическом здравоохранении индивидуально производимых персонализированных продуктов (препаратов) для лечения.

Достижение указанных целей Концепции предусматривается осуществить путем решения следующих задач:

определение индивидуального риска развития неинфекционных заболеваний на основе идентификации молекулярно-генетических (основанных на определении особенностей нуклеиновых кислот) маркеров и иных биомаркеров и профилактика таких заболеваний выявление и коррекция моногенных наследственных заболеваний;

персонализация лечения онкологических заболеваний на основе статуса биомаркеров, включая соматические генетические изменения в опухолевых клетках;

персонализация медикаментозной терапии и применения немедикаментозных методов лечения заболеваний на основе мониторинга и анализа биомаркеров, включая мониторинг лечения на основе биомаркеров для досимптоматической оценки его эффективности;

применение индивидуально изготавливаемых и производимых персонализированных продуктов для лечения;

развитие научных основ предиктивной, превентивной и персонализированной медицины, включая разработку новых методов профилактики, диагностики, лечения и реабилитации, основанных на индивидуализированном подходе;

этапы разработки и внедрения методов предиктивной, превентивной и персонализированной медицины.



#### **IV. Основные направления решения задач**

##### **Определение индивидуального риска развития неинфекционных заболеваний на основе идентификации молекулярно-генетических маркеров и иных биомаркеров и профилактика таких заболеваний**

Определение индивидуального риска развития неинфекционных заболеваний на основе идентификации молекулярно-генетических маркеров и иных биомаркеров является одной из основных задач персонализированной медицины. Первоочередной задачей в этом направлении является выявление значимых генетических вариаций, определяющих риски развития неинфекционных заболеваний. При этом следует учитывать полигенную природу таких рисков с умеренным вкладом каждого компонента. Решение этой задачи требует проведения масштабных популяционных исследований, в которых определяющими являются технологическая возможность анализа геномов (секвенирования), сбор качественной и достаточной анамнестической информации и надлежащий биоинформатический анализ полученных данных. Важно отметить, что генетическая предрасположенность к развитию неинфекционных заболеваний имеет этническую специфичность. Поэтому выявление генетических предрасположенностей к развитию заболеваний требует проведения исследований на российской популяции или, в случае основания на данных, полученных для генетически близких популяциях, валидации таких данных применительно к населению Российской Федерации.

Выявленные генетически определенные риски развития неинфекционных заболеваний должны иметь практическую значимость, что предполагает их существенность и возможность разработки конкретных мер профилактики для снижения рисков развития заболевания.

Необходимо учитывать, что, как правило, полигенно обусловленные риски статистически незначительны и подвержены модификациям факторами окружающей среды, которые могут определять реализацию таких рисков. Поэтому выявление факторов окружающей среды – модификаторов генетически определенных рисков развития неинфекционных заболеваний является первоочередной задачей для практической реализации персонализированной медицины в этом направлении, создавая основу для формирования профилактических программ, направленных на минимизацию реализации рисков, включающих, при необходимости, как фармакотерапевтические мероприятия, так и исключение неблагоприятных факторов окружающей среды.

Важным фактором в реализации индивидуальных профилактических программ, направленных на минимизацию рисков развития неинфекционных заболеваний, является популяризация среди населения ответственного отношения к собственному здоровью, в том числе важности выявления таких рисков и модифицирующих их факторов, и партисипативности в практическом осуществлении профилактических мер, направленных на минимизацию рисков при выявлении предрасположенности к развитию заболеваний.



## **Выявление и коррекция моногенных наследственных заболеваний**

Проявления моногенно детерминированных заболеваний, в отличие от полигенно обусловленных, в меньшей степени зависят от факторов окружающей среды. Поэтому основными направлениями решения этой задачи являются научные исследования, направленные на выявление молекулярных основ моногенных заболеваний, обеспечение их своевременной диагностики, разработка методов их коррекции и лечения. Необходимо дальнейшее развитие пренатальной диагностики наследственных заболеваний, развитие репродуктивных и предимплантационных технологий, позволяющих предотвращать рождение детей с наследственными нарушениями. При этом следует отметить, что моногенные заболевания в подавляющем большинстве относятся к редким (орфанным), что делает нецелесообразным их скрининговую диагностику с применением специфических диагностических тестов. Тотальное выявление моногенных заболеваний зависит от возможности применения в практическом здравоохранении технологий полногеномного секвенирования как с точки зрения технологической готовности и доступности технологий, так и стоимости анализа, которые в настоящий момент не позволяют их широко применять. Альтернативным подходом является скрининг на наиболее распространенные моногенные наследственные заболевания и индивидуальный анализ на основании симптоматических признаков, однако в этом случае «окно возможностей» по профилактике проявления заболевания и снижению тяжести последствий сужается.

Коррекция некоторых моногенных наследственных заболеваний может осуществляться с применением лекарственных препаратов, компенсирующих функциональные расстройства, связанные с заболеваниями. Это определяет необходимость разработки таких лекарственных препаратов, которые, как правило, относятся к орфанным из-за низкой частоты встречаемости таких заболеваний. Для некоторых наследственных заболеваний фармакологическая коррекция невозможна, однако достижения современной биомедицины могут позволять проводить эффективное лечение, в том числе с применением аутологичных биомедицинских клеточных продуктов, содержащих клетки пациента со скорректированным с применением технологий модификации генома генетическим дефектом, что определяет актуальность проведения соответствующих исследований и разработки таких продуктов.

## **Персонализация лечения онкологических заболеваний на основе статуса биомаркеров, включая соматические генетические изменения в опухолевых клетках**

Онкологические заболевания являются одной из основных причин смертности и с увеличением продолжительности жизни проблема лечения онкологических заболеваний будет нарастать. В силу механизма патогенеза онкологические заболевания являются одной из основных областей приложения подходов персонализированной медицины, которые состоят в:

молекулярном профилировании опухоли с целью подбора оптимальных схем лечения, лекарственных препаратов;

разработке и применении персонализированных методов лечения, включая применение индивидуальных терапевтических вакцин, модифицированных клеток пациента;

использовании биомаркеров для раннего мониторинга эффективности применяемого лечения, мониторинга минимальной остаточной болезни;

использовании биомаркеров с целью раннего досимптоматического выявления онкологических заболеваний.

### **Персонализация медикаментозной терапии и применения немедикаментозных методов лечения заболеваний на основе мониторинга и анализа биомаркеров, включая мониторинг лечения на основе биомаркеров для досимптоматической оценки его эффективности**

Как и в случае лечения онкологических заболеваний, актуальным направлением персонализированного лечения иных неинфекционных, а также инфекционных заболеваний является использование биомаркеров, в том числе генетических, для выбора оптимальных лекарственных препаратов и режимов их дозирования при лечении и (или) немедикаментозных методов лечения. Разработки в этом направлении должны быть основаны на понимании молекулярных механизмов патогенеза заболеваний, которые являются основой для выявления биомаркеров, включая молекулярно-генетические особенности. Такие биомаркеры являются предикторами эффективности действия лекарственных препаратов и (или) немедикаментозных методов лечения и позволяют, в зависимости от их статуса, проводить выбор оптимальных лекарственных препаратов, их режима дозирования и режимов лечения, оптимальных немедикаментозных методов лечения, проводить оценку рисков развития осложнений.

Понимание молекулярных механизмов патогенеза заболеваний, позволяющее выявлять биомаркеры, являющиеся индикаторами патологического процесса, служит основой для разработки скрининговых тестов, направленных на досимптоматическое выявление патологических процессов, что позволит начать лечение на ранней стадии заболевания, существенно снижая затраты и увеличивая эффективность лечения.

Природа биомаркеров, используемых в обозначенных целях, зависит от специфики патогенеза конкретного заболевания. В качестве таких биомаркеров могут выступать генетические особенности, протеомные, метаболомные параметры.

### **Применение индивидуально изготавливаемых и производимых персонализированных продуктов для лечения**

Индивидуально производимые продукты для лечения являются неотъемлемой составляющей персонализированной медицины. Сегодня наиболее актуальным является разработка и применение таких продуктов на основе собственных клеток пациента в форме аутологичных биомедицинских клеточных продуктов, предназначенных для лечения прежде всего наследственных и онкологических, а также иных заболеваний. Также актуальным трендом в изготовлении и производстве персонализированных продуктов для лечения является применение аддитивных технологий 3Д-печати, в том числе развитие 3Д-биопечати. С развитием науки и технологий перечень видов

персонализированных препаратов для лечения будет расширяться. В частности, перспективными в данном направлении являются персонализированные генотерапевтические лекарственные препараты.

### **Развитие научных основ предиктивной, превентивной и персонализированной медицины, включая разработку новых методов профилактики, диагностики, лечения и реабилитации, основанных на индивидуализированном подходе**

Развитие персонализированной медицины зависит от прогресса в области научных исследований, который позволяет создать рациональную основу для разработки новых методов профилактики, диагностики, лечения и реабилитации с учетом индивидуальных особенностей пациента и молекулярных основ патогенеза заболевания. Поэтому одним из факторов, определяющих развитие и практическую имплементацию технологий персонализированной медицины, а также разработку эффективных мер профилактики возникновения заболевания на индивидуальной основе, является проведение фундаментальных научных исследований, направленных на выявление молекулярных основ патогенеза заболеваний и идентификации значимых биомаркеров и их сочетаний, в том числе позволяющих прогнозировать эффективность медикаментозной терапии и немедикаментозных методов лечения, а также прикладных научных исследований, задачей которых является валидация практической значимости биомаркеров, разработка новых персонализированных методов профилактики, диагностики, лечения и реабилитации.

### **Этапы разработки и внедрения методов предиктивной, превентивной и персонализированной медицины**

На первом этапе разработки и внедрения методов предиктивной, превентивной и персонализированной медицины осуществляется формирование научных основ для развития методов персонализированной медицины и мер профилактики заболеваний на индивидуальной основе.

Второй этап должен обеспечивать трансляцию научных основ персонализированной медицины в практическое здравоохранение путем создания соответствующих диагностических тестов, персонализированных продуктов для лечения и технологий их производства, с получением разрешения к применению при оказании медицинской помощи.

Задачей третьего этапа является проведение оценки медико-экономической эффективности разработанных методов профилактики, диагностики, лечения и реабилитации при оказании медицинской помощи в рамках клинической апробации.

Положительные результаты оценки медико-экономической эффективности методов профилактики, диагностики, лечения и реабилитации, проведенной в рамках клинической апробации, являются основанием для их включения в программу государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи, что создает возможность для их широкого применения в практическом здравоохранении.

## V. Механизмы реализации Концепции

Реализация Концепции должна основываться на прогнозировании перспективных направлений развития медицинской науки и выявлении актуальных научных и технологических трендов с концентрацией исследований и разработок на таких направлениях.

Для реализации Концепции необходимым является организация проведения научных исследований, в том числе фундаментальных, направленных на выявление молекулярных механизмов патогенеза заболеваний, разработку способов их коррекции, определения значимых биомаркеров заболеваний и их динамики, практически значимых предикторов возникновения заболеваний и модифицирующих их факторов риска, и их эффективной трансляции в практическое здравоохранение. Эти задачи могут решаться в форме межведомственных комплексных научно-технических проектов и программ, с использованием инструментов Национальной технологической инициативы и при участии научных фондов.

Инструментами для эффективного развития персонализированной медицины должны стать научно-образовательные медицинские кластеры на базе научных и образовательных организаций медицинского профиля, национальные медицинские исследовательские центры, а также кластер направленного инновационного развития медицинской науки и здравоохранения, обеспечивающие координацию формирования системы интеграции медицинских научных исследований, инновационной клинической деятельности и высокотехнологичной медицинской помощи, трансляцию результатов инновационных разработок в практическое здравоохранение. Применение этих инструментов позволит создать условия для межведомственной интеграции научных исследований и разработок и внедрения их результатов в практическое здравоохранение, сократить процесс создания инновационной продукции от ее разработки до практического применения.

Важным механизмом реализации Концепции является развитие института клинической апробации как инструмента для подтверждения доказательств медико-экономической эффективности разработанных инновационных методов профилактики, диагностики, лечения и реабилитации.

Развитие персонализированной медицины также требует создания сети инфраструктурных объектов, в том числе центров коллективного пользования научным оборудованием, референс-лабораторий по инновационным медицинским технологиям, центров биоинформатики, центров доклинических трансляционных исследований. Существенное значение для решения задач персонализированной медицины имеет создание и использование коллекций биологических материалов с их соответствующим описанием (биобанков). Учитывая необходимые размеры выборок для получения статистически значимых результатов, для развития персонализированной медицины важным аспектом является развитие технологий анализа «больших данных».

В технологическом аспекте успешная реализация Концепции зависит от развития методов клеточной и тканевой терапии, технологий направленной модификации генома, а также методов анализа статуса биомаркеров, предпочтительно мало- или неинвазивных, включающих генетический анализ, предпочтительно полногеномный,

анализы биомаркеров иной природы, таких как протеомных и метаболомных. В связи с этим обеспечение механизмы реализации Концепции должны предусматривать мероприятия, направленные на развитие соответствующих передовых технологий и обеспечение технологической готовности.

Механизмы реализации Концепции также должны предусматривать совершенствование подготовки и повышения квалификации кадров по актуальным направлениям медицинской науки, смежных областей, таких как молекулярная биология и генетика, клеточная биология, биоинформатика, математическая статистика, а также других естественных наук, учитывая междисциплинарность современных исследований в интересах развития предиктивной, превентивной и персонализированной медицины.

Реализация Концепции также потребует совершенствования нормативного правового регулирования для применения новых методов профилактики, диагностики, лечения и реабилитации, включая применение персонализированных продуктов.

## **VI. Ожидаемые результаты**

Результатом развития методов и технологий предиктивной, превентивной и персонализированной медицины и их внедрения в практическое здравоохранение станет снижение заболеваемости по нозологиям, обусловленным наследственными факторами, в том числе полигенными, улучшение качества медицинской помощи при лечении неинфекционных заболеваний, а также снижения затрат на оказание медицинской помощи за счет оптимального выбора схем лечения и применяемых лекарственных препаратов.

Реализация Концепции стимулирует развитие и внедрение высокотехнологичных методов профилактики, диагностики, лечения и реабилитации, основанных на «омиксных», клеточных, тканевых и генно-инженерных технологиях, а также проведение фундаментальных и прикладных научных исследований в области молекулярной и клеточной биологии, молекулярной и популяционной генетики, создающих основу для развития предиктивной, превентивной и персонализированной медицины.

## Post scriptum или эпилог

Стабилизация экономической ситуации в 2017 году благоприятно отразилась на качестве жизни жителей большинства регионов, в том числе и Чеченской Республики. Субъект РФ вошёл в число лидеров по улучшению позиций, поднявшись на 6 пунктов в рейтинге регионов по качеству жизни (РИА Рейтинг. Россия сегодня. 2018).

В стране в целом необходимо создать условия для развития национальной IT-системы поддержки принятия медицинских решений на основе искусственного интеллекта. Информационная система может быть использована не только для принятия решений медицинским персоналом, но и для квалифицированной клинической аргументации врачами. Это позволит существенно сократить количество ошибочных диагнозов.

К числу основных факторов, приведших к неверному диагнозу, относятся отсутствие легкодоступной и обновляющейся медицинской информации для врачей, отсутствие у них опыта в диагностике заболеваний за границами своей специальности, отсутствие опыта в распознавании потенциального взаимодействия методов лекарственного лечения или неспособность собрать достаточное количество фактов и симптомов для точного диагноза.

Вашему вниманию представлен обзор международных и российских систем поддержки принятия медицинских решений. Миссия спасения жизни посредством более быстрой, более точной IT-диагностики и целевого лечения уже начала реализовываться во многих национальных системах общественного здравоохранения. Есть много моделей поддержки принятия решений: WebMDSymptom, Checker, IBM'sWatson, MayoClinicSymptomChecker, ePocratesEssentials, Isabel, DiagnosisPro, Gideon, DxPlain, VisualDX и так далее. Эти организации обладают большими техническими ресурсами, системами обработки и подготовки продуктов маркетинга, финансовыми возможностями и могут «похвастаться» длительными, яркими «историями успеха», имеют узнаваемый бренд и крупные клиентские базы. Но конкурировать с ними можно!

Основные факторы конкурентного преимущества систем ИИ

- **Масштабируемость** – способность тиражироваться до использования крупными национальными системами общественного здравоохранения, до международного и глобального масштаба.
- **Адаптивность** – способность адаптироваться к усложняющимся и изменяющимся системам общественного и частного здравоохранения.
- **Совместимость** – возможность бесперебойной работы с разнообразными устройствами ввода и системами бэк-энда.
- **Функциональность** – способность предлагать широкий спектр услуг для удовлетворения потребностей здравоохранения.

- **Производительность** – способность выполнять операции с быстрой скоростью, учитывая большую функциональность.
- **Безопасность** – способность защитить высокочувствительную информацию потребителя.
- **Надежность** – способность представлять информацию с высокой степенью предсказуемости и повторяемости о диагнозе и лечении.

Успешный и конкурентоспособный пример применения действующей системы поддержки принятия клинических решений – приложение RHealthAdviser/Nxopinion, созданное компанией Robertson LTD, США. Этот IT-инструмент наиболее эффективно конкурирует с системами, представляющими лишь статистический анализ данных. Приложение не ограничено вводом информации и знаниями пользователя. В него включены четыре подсистемы:

1. диагностика и лечение,
2. электронная медицинская карта,
3. обучающие советы для здоровья,
4. справочное руководство и база набора заболеваний.

Неоспоримое преимущество приложения – последующие шаги, в том числе обучение пациентов, включая предоставление медицинской информации о диагнозе, обмен медицинскими отчетами на различных платформах и возможность диагностики редких заболеваний. Это платформа медицинских знаний, которая включает набор медицинских приложений для глобальной доставки медицинских услуг.

Система состоит:

- из электронных медицинских записей,
- советов по здоровью,
- справочных руководств,
- программ диспансеризации,

предоставляет:

- новейшие варианты лечения,
- направляет на соответствующий уровень обслуживания,

ведёт учёт:

- симптомов параллельно анализу сведений о пациенте,
- данных истории болезни,
- уровня навыков пользователя,
- географического положения,
- доступных финансовых ресурсов.

Приложение предлагает диагностический механизм, основанный на симптомах и на вероятности причины заболевания (на основе использования Байесовского вывода). Это единственное IT-решение, позволяющее запрашивать у пользователя дополнительную информацию.



Приложение может внедряться в самых разных условиях: от сельских региональных систем здравоохранения до сложных систем городских больниц. Инновационный дизайн и гибкость позволяют быстро настраивать его для различных пользователей, включая работников здравоохранения, потребителей, медицинских сестер, врачей и других поставщиков медицинских услуг, может быть адаптировано для разных стран, регионов и языков.

Способность приложения к интерпретации данных решает сложный аспект постановки верного диагноза и соответствующего лечения. Вместо того, чтобы просто собирать факты для статистики, приложение использует их для постановки диагнозов и разработки алгоритмов лечения на основе введенных пользователями данных, побуждая пользователей вводить информацию, необходимую для подтверждения диагноза и ведения лечения.

Приложение выгодно конкурирует с другими IT-продуктами на рынке с учётом указанных факторов. Это системы поддержки принятия клинических решений: WebMD Symptom Checker, IBM's Watson, Mayo Clinic Symptom Checker, ePocrates Essentials, Isabel, DiagnosisPro, Gideon, DxPlain, VisualDX и так далее.

Система IBM Watson, другие традиционные системы поддержки принятия решений предоставляют статистический анализ собранных данных и ограничены вводом информации и знаниями пользователя, тогда как RHealthAdvisor даёт весомые преимущества:

предоставление последующих шагов и обучение пациентов, включая соответствующую информацию о медицинских данных в пределах диагноза,

обмен медицинскими отчетами на различных платформах,

возможность диагностики редких заболеваний.

Система отличается от конкурентных предложений из-за диагностического механизма. Он позволяет установить диагноз, основанный на симптомах, а также рассчитать вероятность и определить причину заболевания. Кроме того, это единственное решение, позволяющее запрашивать у пользователя дополнительную информацию для получения более высокого уровня достоверности для диагностики.

Приложение отличается от других программных или web-ориентированных сервисов с проверкой симптомов и справочных инструментов врача, как описано в таблице 1:

Решение перспективно для широкого применения:

- экономичный инструмент практикующих врачей и клиник, которые хотят проверить или подтвердить диагноз, тем самым снижая вероятность ошибочных диагнозов, минимизируя ненужные тесты или процедуры;
- инструмент для медицинского обучения и образования.

Система может стать неотъемлемой частью обучения студентов-медиков, позволяя учащимся быстро получить доступ к информации и самостоятельно проверить диагнозы.

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РАЗРАБОТКЕ И СОЗДАНИЮ СОБСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ КЛИНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Опираясь на опыт зарубежных IT-систем поддержки принятия клинических решений, предлагается создать национальную систему поддержки принятия квалифицированных клинических решений с применением искусственного интеллекта.

На начальном этапе проведения исследования возможности создания российской системы поддержки принятия клинических решений предлагается формирование 3-х рабочих групп:

Первая группа после детального изучения мировых практик совместно с передовыми научными центрами и математиками создает двигатель общей системы – классификатор с дополнительными совершенствованиями для максимально точных результатов.

Вторая группа разрабатывает собственный контент базы данных болезней, симптомов и т.д. Эта группа также сформирует перечень утвержденных медицинских источников, которые будут состоять из медицинских учебников, журналов, статей, сайтов и многого другого, которые, по их мнению, будут являться авторитетными, аккредитованными, точными и надежными источниками. Эти источники будут использоваться, наряду с опытом врачей-специалистов, чтобы создать собственные базы данных, учитывая локальные особенности республик и регионов для повышения точности системы. Эта группа также будет ответственна за предоставление графического / визуального контента.

Третья группа будет состоять из IT-разработчиков, специалистов по работе с большими данными и программистов. Она создаст единую платформу для первой и второй группы. Также эта группа будет заниматься всей технической частью проекта и обеспечит адаптацию (взаимодействие) присоединение данной системы ко всем уже существующим государственным системам.

### ПОДДЕРЖКА И РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ

В целях улучшения принятия квалифицированных клинических решений с помощью искусственного интеллекта рекомендуется создать и внедрить:

- собственную базу изображений,
- графическую визуализацию симптомов,
- отдельное мобильное приложение.

Для улучшения базы данных системы и её развития необходимо ежегодно проверять и пополнять перечень утвержденных (принятых профессиональным сообществом) медицинских источников, а также обновлять базы заболеваний, симптомов и т.п.

## SUMMARY

Homo Sapiens as a biological species quickly evolves under the influence of global changes in the communicative environment. What do we see?

- The increase in biological diversity of the species against the background of number growth.
- Functional and morphological changes in the brain of digitalnative generation.
- Changing of forms of group behavior (by the type of flash mobs).
- The quality improving of group management (personal rating).
- The change of forms and scales of intraspecific struggle and now it happens on the continental level.
- The increase in speed and expansion of ways of resources exchange.
- That the possibilities of man have expanded by information technologies.

However they have turned from an "assistant" of the brain into its "prosthesis" within one generation. It has led to the decrease in IQ by 10% on the average for those born after 1995.

And it gave an advantage in the speed of extracting and exchanging of information of doubtful quality (without immersion to the fundamental foundations? This process is accelerating more and more. The acceleration is facilitated by an avalanche-like increase in the volume of data. It helps to get the optimal organization of everyday life.

The half-life of new information is 8 months. It is especially important for those who every day take important decisions on the basis of actual data.

The generation of digitalnative needs new approaches for the organization of biomedical services. It also needs a new kind of education based on the 4P principles.

Now we see the transition of the global economy to the sixth technological stage (to the knowledge economy).

It is characterized \ by combining the potential \ of biological and artificial intelligence \ in all aspects of life of a human.

### The features of current phase of economic development

What do we see?

- The bioinformatization of all aspects of life and business.
- The toughening of competition in all sectors of the global market of services and goods, capital and labor resources.

- The increase in offline and online migration.
- The interdisciplinary integration of businesses.
- The concentration of capital.

What will allow to lead in the competitive development?

The answer is: only high intellectual potential of performers together with the potential of **artificial intelligence**.

It will ensure the group survival. The key economic players of today are users of mobile devices between ages of 16 to 50 years. They realize their needs remotely. Their request is the predictive biomedicine.

But the second place is taken by the reactive medicine based on the principles of "responding" to the disease.

Functions of physicians and teachers will be combined.

The **object of influence now is the brain of a man**. It has to be programmed in the right amount, at the right time of the life cycle and with high efficiency. It can be done by physician-digital systems. They will support a man to help himself on the basis of artificial intelligence.

#### **Recommendations:**

To increase the labor productivity, using artificial intelligence (human-machine navigators), that is, the individual human capital of employees (and their family members).

To widely use English as an instrument of technological development and integration,

To expand forms of cooperation at all levels, taking into account international norms and standards (financial reporting, quality control systems for services, products, marketing methods, logistics, management);

To rapidly develop \ the regulatory framework \ based on documents \ already developed by OECD countries:

Here is speed more important than quality!

To adapt the international nomenclatures, clinical and educational recommendations, medical procedures, standards, protocols, certification and regulation systems of markets, remote services and so on.

To train biomedicine and educational specialists taking into account the needs and technologies of the Sixth technological stage of global economy development.

To eliminate barriers to the use of tools and technologies already authorized for use in OECD countries.

To stimulate R & D at the interstate level.

To bring to the national market the best technologies developed up to now in the world.

For example:

- rating of an individual, using the artificial intelligence based on the processing of large user data,
- the transferring of information using the blockchain-technologies,
- personalization of formation and expenditure of public consumption funds\ for social needs of the individual.

We have to take into account the optimization of use of any sources of financing.

It will be done on the basis of blockchain-technologies on the basis of personal savings accounts.

Кузнецов П.,  
Вариченко Ф.

**ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ  
В РОССИЙСКОЙ МЕДИЦИНЕ:**  
СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Отпечатано в типографии ООО «П-Центр»

ISBN 978-5-903834-36-5



9 785903 834365