



**КЫРГЫЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ ИМ.И.К.АХУНБАЕВА**

**АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ С РЕКОМЕНДАЦИЯМИ
ПО ПРИОРИТЕТНЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ НАУЧНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ И ПОТРЕБНОСТЕЙ ОБЩЕСТВА В
НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ
(2024 г.)**

Бишкек – 2024 г.

Введение

В настоящее время системообразующим фактором, детерминирующим все сферы жизнедеятельности общества, признано развитие медицинской науки, обеспечивающее повышение качества жизни населения, продуктивность функционирования трудовых ресурсов и увеличение общего индекса реализации человеческого потенциала.

Как известно, научная политика формируется в основном с учетом интересов и реальных возможностей научного сообщества, но предусматривает и множество социально-экономических и политических факторов, внешних по отношению к науке, прежде всего бюджетные ограничения.

В разработку технологической и инновационной политики вовлекается еще большее число социально-экономических факторов и действующих лиц: представители бизнеса, гражданского сообщества, практически все органы государственной власти — от муниципальных и региональных до наднациональных. Поэтому не удивительно, что методике формулирования целей научной и инновационной политики уделяется особое внимание.

Широкое применение находят сравнительно новые алгоритмы обсуждения на основе междисциплинарного подхода, который позволяет максимально учесть множество аспектов, влияющих как на целеполагание научной и инновационной политики, так и на ее реализацию.

С нарастанием процессов экономической интеграции, развитием глобализации и появлением новых информационно-коммуникационных возможностей, прежде всего, интернета, происходит резкое увеличение объемов научно-технологического знания и сокращение сроков коммерциализации нового знания. Это, в свою очередь, сопровождается эволюцией процедур выбора и прогнозирования приоритетных научных направлений.

В результате выбор приоритетов развития науки и техники преобразуется в сложную политическую процедуру, в которую вовлекаются представители различных государственных и общественных институтов.

Ежегодно в странах ЕС публикуется так называемая Европейская шкала инноваций, которая на основании ряда индикаторов выделяет четыре группы стран — это «инновационные лидеры», «догоняющие инноваторы», «умеренные инноваторы» и «скромные инноваторы». На одном полюсе находятся три входящие в ЕС скандинавские страны и Германия, в которых уровень расходов на НИОКР уже превысил целевой показатель стратегии «Европа 2020» (3% ВВП) или вплотную к нему приблизился. На другом полюсе — Болгария, Румыния и Латвия, где на НИОКР тратится менее 1% ВВП. К «догоняющим инноваторам» относятся преимущественно страны старой Европы (хотя с недавнего времени в эту группу входит Эстония), к «умеренным» — большая часть стран Южной, Центральной и Восточной Европы. Такая неоднородность часто называется в числе главных причин отставания ЕС от мировых технологических лидеров — США и Японии.

Поэтому принятие каждой новой рамочной программы по развитию научных исследований и технологий сопровождалось дискуссиями относительно того, насколько эти программы соответствуют задаче построения в ЕС единого научно-исследовательского и инновационного пространства, а также задач развития инновационной экономики в отдельных странах-членах Евросоюза.

Анализ современных тенденций формирования научной и инновационной политики, представленных в научных исследованиях и ряде национальных и общеевропейских программ научно-технологического развития, показывает, что проблема разработки методов прогнозирования и определения перспективных направлений и трендов научных исследований является важнейшей составляющей процесса формирования национальной научной политики различных стран, как лидеров, так и аутсайдеров научно-технического развития.

Так, например, эксперты Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСД) отмечают, что практически во всех странах-членах этой организации при формировании национальной научной политики особое внимание обращается на обоснование научно-технологических приоритетов. Не являются исключением из этого и страны, использующие модель догоняющего развития при формировании экономических стратегий развития. Так процедура выделения приоритетных направлений рассматривается правительством КНР в качестве важной предпосылки при формировании национальной стратегической программы инновационного развития.

Акцентирование внимания на проблеме выбора приоритетных направлений в национальных научных политиках связано с тем, что в 2000-е годы в общественном сознании этих стран распространилось понимание, что определение приоритетов в преодолении научно-технологических проблем и, соответственно, стратегия приоритетного финансирования являются решающими факторами роста конкурентоспособности и благосостояния наций.

С нарастанием процессов экономической интеграции, развитием глобализации и появлением новых информационно-коммуникационных возможностей, прежде всего, интернета, происходит резкое увеличение объемов научно-технологического знания и сокращение сроков коммерциализации нового знания. Это, в свою очередь, сопровождается эволюцией процедур выбора и прогнозирования приоритетных научных направлений.

Данный аналитический отчет проведен отделом научно-инновационной и клинической работы совместно с отделом менеджмента качества образования.

1. Большие вызовы и угрозы

Появление нового вируса и активное распространение по всему миру коронавирусной инфекции COVID-19 заставило лидеров стран мира и ведущих ученых пересмотреть стратегии развития.

Как следует из опубликованного ежегодного доклада Всемирного экономического форума (ВЭФ), прошедшего в Женеве в январе 2021 года, угроза инфекционных заболеваний находится на первом месте. Действительно, согласно рейтингу основных угроз, составленному экспертами на основе «степени воздействия» на жизнь людей в 2021 году, инфекционные заболевания занимают лидирующее положение.

Как отметили в своих выступлениях Председатель Европейской комиссии Урсула фон дер Ляйен и вице-председатель Еврокомиссии Валдис Домбровскис, основной фокус проблем в 2021 году направлен на преодоление возможного «вакцинного национализма» и на обеспечение доступности вакцин, в том числе в наиболее бедных странах, как в рамках краткосрочной (вакцинация), так и долгосрочной стратегии противодействия пандемии.

Последствия пандемии COVID-19 затрагивают сразу целый ряд глобальных социальных и экономических процессов, одним из которых является дальнейшее развитие цифровизации и инновационных экосистем, в том числе и в здравоохранении.

Экосистема, как правило, состоит из совокупности нескольких платформ с предоставлением различных продуктов и услуг. Крупнейшие экосистемы развивают широкую линейку сервисов для удовлетворения большинства основных потребностей человека, например, услуги здравоохранения и образования.

Традиционно крупнейшими международными экосистемами считают четыре американские технологические компании: Google, Apple, Facebook и Amazon (так называемая GAFA) и две китайские: Alibaba и Tencent.

В здравоохранении появление цифровых платформ связано с внедрением технологий искусственного интеллекта (ИИ) и тотальной цифровизации процессов. Возможности для трансформации здравоохранения базируются на внедрении Интернета вещей (Internet of Things или IoT). Определено, что к факторам, которые серьезно повлияют на развитие медицины, относятся **урбанизация** – две трети населения Земли будут жить в городах; нехватка **сырьевых ресурсов** – природных ресурсов будет недостаточно, активное развитие получают альтернативные источники энергии, а основной проблемой станет опреснение и доступность воды; **технологичность и автоматизация** – активное применение роботов и автоматизированных процессов в экономике и промышленности позволит перераспределить человеческие ресурсы на иные, более творческие сферы деятельности.

Одним из приоритетных вопросов здравоохранения на 2021 год остается вопрос сохранения психического здоровья и благополучия, усугубленный пандемией.

Как отмечает научное сообщество, COVID-19 усугубил глобальный кризис психического здоровья. Фонд Commonwealth Fund и исследовательская компания SSRS опубликовали опрос по этой проблеме, в котором основное внимание уделяется ситуации в десяти странах с высоким уровнем дохода.

Около четверти респондентов в Канаде, Великобритании и Франции заявили, что исходом пандемии явились проблемы с психическим здоровьем, вдвое увеличилось количество лиц, задумывающихся о самоубийстве. Но даже до пандемии около 400 млн. человек страдали от тревоги или депрессии.

Одна из глобальных проблем, требующая нового мышления, – это стремительное старение населения и поддержка высокого качества жизни для него. Согласно данным World Population Ageing, в 2017 году в мире насчитывалось 962 млн. человек в возрасте 60 лет и старше.

Ожидается, что к 2030 году количество пожилых людей превысит количество детей в возрасте до 10 лет (1,41 млрд. к 1,35 млрд. соответственно), а к 2050 году численность пожилых людей в возрасте 60 лет и более превысит количество подростков и молодежи в возрасте от 10 до 24 лет (2,1 млрд. к 2,0 млрд. соответственно).

Согласно отчету ООН «Мировые демографические перспективы: пересмотренное издание 2019 года», к 2050 году каждый шестой человек в мире будет старше 65 лет (16 % населения), по сравнению с каждым 11-м в 2019 году (9 % населения), также к 2050 году возраст каждого четвертого жителя Европы и Северной Америки будет 65 лет и старше.

С целью формирования международных руководящих принципов по проблемам старения в XXI веке были приняты политическая декларация и Мадридский международный план действий по проблемам старения, требующие пересмотра подходов, политики и практики на всех уровнях.

Всемирная организация здравоохранения оценивает экологическое бремя болезней в европейском регионе в 15–20 % от общего числа летальных исходов.

Таким образом, необходимо признать, что здоровье окружающей среды и здоровье человека – это «единое» планетарное здоровье, которое требует пристального внимания работников здравоохранения, так как изменение климата повлекло за собой изменение экологии болезнетворных микроорганизмов. В целом мировая карта эндемических заболеваний быстро меняется по мере распространения субтропических патогенов (например, вируса Денге) на север.

Программа эпидемиологических исследований PREDICT, финансируемая Агентством международного развития США, сосредоточена на выявлении и борьбе с зоонозными заболеваниями. В результате исследования обнаружено более 217 вирусов, что позволило эпидемиологам

изучить видовое взаимодействие между людьми и животными. Эти взаимодействия только усиливаются, поскольку люди стремительно разрушают природные системы, затрагивая все аспекты здоровья человека.

Человеческая деятельность приближает людей и диких животных к более тесной близости, чем когда-либо. Сейчас 40 % поверхности суши используется под пахотные земли и пастбища, половина всех тропических и умеренных лесов вырублена, а домашний скот составляет 60 % от общей биомассы всех млекопитающих. Все это приводит к всплеску зоонозов.

Исследования показывают, что эти тенденции могут стать причиной большинства глобальных угроз здоровью в ближайшие годы. Исследование, опубликованное в *The Lancet*, смоделировало последствия для общественного здравоохранения стран, согласующихся с Парижским соглашением Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата 2015 года. В нем делается вывод о том, что хорошо продуманная политика смягчения последствий в ряде секторов, включая энергетику, антропогенную среду, продовольствие и сельское хозяйство, а также транспорт, приводит к меньшему загрязнению воздуха, улучшению жилищных условий, здоровому питанию, повышению физической активности и, следовательно, меньшему количеству смертей.

Данные другого исследования показали, что загрязнение воздуха может быть причиной одной из пяти смертей в мире, что почти вдвое превышает предыдущие оценки. Снижение уровня загрязнения воздуха является наиболее простым экологическим вмешательством со значительными преимуществами для здоровья населения.

Пандемия подчеркнула важность «единого здоровья» – трансдисциплинарного подхода в рамках планетарного здоровья, который признает взаимосвязь между людьми, животными, растениями и их общей средой обитания.

Эксперты утверждают, что такой подход позволяет обнаруживать зоонозные заболевания у источника и разрабатывать программы по их сдерживанию. Мы можем предотвратить будущие пандемии только с помощью интегрированного подхода «единое здоровье» к общественному здоровью.

Всемирный экономический форум подготовил свой прогноз и видение здравоохранения будущего. Он базируется на нескольких принципах:

- повсеместное развитие превентивной медицины;

- повсеместное распространение мобильных устройств и бытовых датчиков для диагностики здоровья и аналитической оценки состояния человека;

- развитие робототехники и беспилотников;

- отсутствие донорства;

- лекарства можно будет напечатать на биопринтере из дома по электронному рецепту;

- нейроинтерфейсы вместо основного медицинского персонала будут следить за индивидуальным здоровьем человека.

2. Глобальные исследовательские фронты для развития медицины

Глобальный исследовательский фронт представляет собой группу (кластер) статей, объединенных фактом совместного цитирования в других статьях в определенный момент времени. С помощью методологии выделения направлений (topic) и кластеров направлений (topic cluster) SciVal (по состоянию на 05.05.2021) нами были выделены три предметные области: клиническая медицина, управление здравоохранением и общественное здравоохранение.

Topic формировался при наличии в группе отобранных работ не менее одной входящей в топ 1% самых цитируемых либо одного grant acknowledgement за последние три года.

Базовое представление о месте страны в научном мире можно определить по общему числу публикаций, проиндексированных международными базами научных статей.

3. Научные программы и проекты в мире

Развитие науки в мире все больше приобретает черты трансграничности. Научные коллективы объединяют свои усилия для получения системных результатов.

На сегодня в мире реализуется более десяти масштабных научных программ, направленных на познание человека и его здоровья.

Глобальные исследования мозга человека по картированию, мониторингу и модуляции мозговой активности приведут к созданию множества клинических приложений, но на первый план выходят проекты нейросканирования.

Знания о том, как деятельность мозга вызывает сложное поведение и как он адаптируется к внешним и внутренним изменениям, ограничены.

Понимание различных чувств, эмоций и когнитивных функций – мышления, выбора и даже сознания – обещает новаторские решения в таких областях, как здравоохранение, образование и экономика XXI века.

В связи с растущим бременем основных заболеваний головного мозга во всем мире ученым необходимо найти наиболее эффективные средства для всестороннего применения современной биотехнологии и решения проблем клинической медицины.

Нейробиология и визуализация вступают в новую эру сотрудничества, в которой новые успешные технологии, порожденные крупными научными проектами по всему миру, окажут огромное влияние не только на медицинскую науку, но и на экономику и общество.

В США в 2013 году приступили к реализации инициативы «Исследование мозга через продвижение инновационных нейротехнологий» (BRAIN). Инициатива BRAIN была направлена в помощь исследователям для

поиска новых способов лечения и предотвращения заболеваний мозга. Чтобы помочь сформировать новую инициативу, National Institutes of Health (NIH) учредил рабочую группу в составе Консультативного комитета – директора NIH (ACD) для изучения новаторских начинаний под сопредседательством доктора Корнелии «Кори» Баргманн (Рокфеллеровский университет) и доктора Уильяма Ньюсома (Стэнфордский университет). В их отчете «BRAIN 2025: A Scientific Vision»²³ сформулированы научные инициативные цели: выявление и экспериментальный доступ к различным типам клеток мозга для определения их роли в здоровье и развитии болезней.

В задачах проекта предполагается:

1) провести интегрированную систематическую перепись типов нейрональных и глиальных клеток, выявить новые генетические и негенетические инструменты для доставки генов, белков и химических веществ к интересующим клеткам у животных и людей;

2) составить карты головного мозга в нескольких масштабах с возможностью отображать связанные нейроны в локальных цепях и распределенных системах мозга, что позволит понять взаимосвязь между нейрональной структурой и функцией для анатомической реконструкции нейронных цепей на всех уровнях, от неинвазивной визуализации всего человеческого мозга до плотной реконструкции синаптических входов и выходов на субклеточном уровне;

3) зарегистрировать динамическую нейронную активность из полных нейронных сетей в течение длительных периодов времени во всех областях мозга, что предоставит многообещающие возможности как для улучшения существующих технологий, так и для разработки совершенно новых технологий нейронной записи, включая методы, основанные на оптике, молекулярной генетике и нанонауке, охватывающие различные аспекты активности мозга;

4) выявить причинно-следственную взаимосвязь между активностью мозга и поведением для последующего изменения динамики нервной цепи;

5) изучить поведение человека с помощью объединения передовых генетических и оптических методов с использованием световых импульсов для выявления мозговых клеток, влияющих на поведение, для разработки нового поколения инструментов для оптогенетики, хемогенетики, а также биохимической и электромагнитной модуляции;

6) разработать концептуальный фундамент для понимания биологических основ психических процессов посредством разработки новых теоретических инструментов и инструментов анализа данных.

Задачами исследовательской группы **National science foundation (NSF)** является создание набора физических и концептуальных инструментов, необходимых для определения функционирования здорового мозга на протяжении жизни человека. Основная цель работы – выйти за пределы картирования мозга и найти взаимосвязь между поведением, деятельностью мозга в целом, его функциями, единичными клетками и субклеточными структурами. Эта инициатива имеет большие перспективы для решения

фундаментальных нейробиологических вопросов о здоровом функционировании мозга, создаст основы для усовершенствования методов лечения расстройств нервной системы или черепно-мозговых травм, направлена на многомасштабную интеграцию динамической активности и структуры мозга, нейротехнологии, количественную теорию и моделирование функций мозга.

Группа **Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA)** разработала ряд программ, включая «Электрические рецепты» (ElectRx), направленных на помощь человеческому телу исцелить себя за счет нейромодуляции с помощью сверхминиатюрных устройств. Программа **Neuro-Function, Activity, Structure and Technology (Neuro-FAST)** ориентирована на обеспечение визуализации и декодирования активности мозга. Программа восстановления активной памяти (RAM) ориентирована на разработку и тестирование беспроводного, полностью имплантируемого медицинского устройства с нейронным интерфейсом для клинического использования человеком. Устройство будет способствовать формированию новых воспоминаний и восстановлению существующих, у людей, утративших эти способности в результате черепно-мозговой травмы или неврологического заболевания. Программа «Системная нейротехнология для новых методов лечения» (SUBNETS) направлена на создание имплантированных диагностических и терапевтических систем для лечения нейропсихологических заболеваний.

European Commission's Human Brain Project реализует проект «Человеческий мозг» (HBP), являющийся флагманом Европейской комиссии по вопросам будущего и новых технологий, его цель – ускорить понимание человеческого мозга, добиться прогресса в определении и диагностике заболеваний мозга и разработать новые технологии. HBP имеет более 100 партнеров в 24 странах Европы и по всему миру. Основная цель HBP – представить к 2023 году совместную разработку первого проекта «каркаса» модели и симуляции человеческого мозга.

Параллельно с проектами в США и Европе в 2014 году Япония запустила собственный проект **Japan's Brain Mapping by Integrated Neurotechnologies for Disease Studies (Brain/MINDS)**, преследующий три цели: сосредоточить внимание на исследованиях мозга приматов, установить нейронные сети, участвующие в таких нарушениях мозга, как деменция и депрессия, и способствовать тесному сотрудничеству между фундаментальными и клиническими исследованиями, связанными с мозгом.

Декларация о намерениях по созданию Международной инициативы в области изучения мозга была принята 8 декабря 2017 года на встрече представителей крупных мировых исследовательских проектов в области мозга, проводимой при поддержке Фонда Кавли и организованной Австралийской академией наук в Канберре.

Декларация между представителями Японии, Кореи, Европы, Соединенных Штатов Америки и Австралии, Китая и Канады предназначена для ускорения прогресса во «взломе кода мозга».

Министр здравоохранения Австралии объявил, что Австралийский национальный совет по здравоохранению и медицинским исследованиям предоставит дополнительные инвестиции в исследования функций и структуры мозга в сотрудничестве с BRAIN – основы неинвазивных методов визуализации человеческого мозга и нейрозаписей.

Некоммерческая организация **Israel Brain Technologies (IBT)** поставила перед собой задачу ускорить коммерциализацию израильских инноваций, связанных с мозгом, и сделать Израиль ведущим международным центром технологий мозга.

Проект **Brainnetome** в Китае вплотную занимается идентификацией мозговой нейронной сети с помощью метода мультимодальной нейровизуализации. Одними из последних открытий проекта являются установление взаимосвязи между нарушением тормозного контроля и многочисленными психиатрическими и поведенческими расстройствами, разработка 3D-сети (3DAN), визуализирующей пребиомаркеры, приводящие к развитию болезни Альцгеймера.

Проект **Human Connectome (USC Mark and Mary Stevens Neuroimaging and Informatics Institute, USC University of Southern California, США)** призван обеспечить беспрецедентную компиляцию нейронных данных – интерфейс для графической навигации.

В лаборатории нейровизуализации исследователи LONI занимаются разработкой алгоритмов деформации и количественного анализа данных для создания набора атласов мозга, которые характеризуют нормальный мозг в процессе развития, в зрелом и пожилом возрасте, работают над пониманием и картированием мозга при болезни Альцгеймера, а также мозга других популяций пациентов.

Проект **БРАНМА** (Индия) предполагает определение морфологических различий головного мозга между группами населения, что требует создания популяционных шаблонов мозга для интерпретации данных нейровизуализации, а вариации нейроанатомии в генетически гетерогенной популяции делают необходимым создание популяционно-специфического шаблона мозга. Глобальные усилия по исследованию мозга предпринимает и **American Brain Coalition (США)**, занимающаяся высокоточной реконструкцией морфологии нейрона³⁵. Развитие иммунологии в последние десятилетия позволило выявить ключевую роль иммунологических нарушений в патогенезе ряда заболеваний. Угрозы инфекционных заболеваний в XXI веке, разработка новых вакцин усилили серьезные ответные меры глобальной иммунологической обсерватории и связанные с ней разработки в области системной иммунологии.

National Institute of Allergy and Infectious Diseases (NIAID, США) запланировал серию фундаментальных иммунологических исследований для предотвращения инфекционных, иммунологических и аллергических заболеваний в Восточной Азии и Тихоокеанском регионе.

Европейские исследователи являются частью **Immune Tolerance Network**, международного консорциума, спонсируемого NIAID, который

занимается оценкой новых методов лечения аутоиммунных заболеваний, астмы и аллергических заболеваний, а также вопросами отторжения трансплантата на эпигеномы иммунных клеток. Эти эпигенетические модификации, особенно если они приобретены в молодом возрасте, могут иметь долговременные и пожизненные последствия для функциональности иммунной системы, что требует дальнейшего исследования.

Программа **Innate Lymphoid Cells** (Германия) направлена на идентификацию и функциональную характеристику генов эпигенетической сигнатуры в клонах врожденных лимфоидных клеток. Проводимое под эгидой **CORDIS** (European Commission) европейское исследование по изучению количественной Т-клеточной иммунологии и терапии для понимания механизмов, контролирующего количество различных субпопуляций лимфоцитов, станет ключом в терапевтической цели иммунных ответов, скорости клеточной пролиферации, дифференциации, выживания и гибели клеток. Данное иммунологическое исследование будет сочетать экспериментальные подходы с математическим анализом для количественной оценки иммунной динамики.

Проводимые в сотрудничестве с **University of Birmingham** (Великобритания) при поддержке UK Coronavirus Immunology Consortium исследования **Protective Immunity from T-cells to COVID-19 in Health workers' study (PITCH)** изучают возможности иммунного Т-клеточного ответа после вакцинации⁴⁶. UK Coronavirus Immunology Consortium также занимается поисками иммунного ответа на SARS-CoV-2, что будет иметь решающее значение для способности человечества контролировать пандемию коронавируса.

Иммунология онкологических заболеваний представляет собой сильный и развивающийся научный кластер. **American Association for Cancer Research (AACR21)** (США) работает над изучением роли активации CD40 для стимуляции Т-клеточного ответа молекулами иммунных контрольных точек, которые станут новой клинической возможностью для иммунотерапии рака.

International Trained Immunity Consortium (INTRIM) – крупномасштабное международное исследование, направленное на изучение механизмов адаптации врожденного иммунитета, также называемого тренированным иммунитетом. INTRIM стремится изучить процесс выработки иммунитета де-факто – врожденной иммунной памятью, чтобы улучшить понимание иммунного ответа и определить новые стратегии для улучшения вакцинации, а также диагностики и лечения иммунных заболеваний. Один из исследовательских проектов INTRIM изучает влияние вакцинации БЦЖ на иммунологические характеристики стволовых клеток гемопоэза, в другом проекте исследуется Toll-подобный рецептор 10 (TLR10) – рецептор распознавания сигнала воспаления, запускающий противовоспалительные механизмы. Кроме того, TLR10 способен индуцировать антагонист рецептора IL-1, противовоспалительный цитокин,

который продуцируется моноцитами. Цель этого проекта – изучить роль TLR10 в «тренированном» иммунитете.

Harvard T. H. Chan School of Public Health (США) и **Human Vaccines Project** (США) объявили о совместном проекте по изучению иммунной системы человека, целью которого является революция в понимании иммунной системы человека и ускорение создания эффективных вакцин, средств диагностики и лечения. Исследование объединит экспертов Гарвардской школы Чана в области эпидемиологии, а конечной его целью станет установление причинно-следственной связи, иммунологических реакций, вычислительной и системной биологии с ресурсами и наработками **Human Vaccines Project**. Планируется разрабатывать модели иммунитета, основанные на ИИ, которые в последующем можно будет использовать для ускорения разработки и тестирования вакцин и лекарственных средств.

Инициатива в изучении иммунологии человека объединит новые методы тестирования с передовой биологической и вычислительной наукой для моделирования иммунитета среди населения. Изучение иммунологической памяти после перенесенных инфекций является актуальным вопросом 2021 года. Продолжительность иммунологической памяти после заражения острым респираторным синдромом, вызванным коронавирусом 2 (SARS-CoV-2) и COVID-19, неизвестна. Исследование иммунной памяти к SARS-CoV-2 имеет значение для понимания защитного иммунитета против COVID-19 и оценки вероятного будущего течения пандемии COVID-19 и является приоритетным научным направлением.

4. Переход к новой парадигме медицины

Становление новой парадигмы здравоохранения характерно для всех государств мира. В XX веке в развитых странах стратегия здравоохранения неоднократно пересматривалась.

В наши дни центр внимания переносится не только на пациента или человека из группы риска, но и на воспроизводство здорового населения, заботу о рождении здорового ребенка. В последние годы на государственном уровне в развитых странах стали признавать межотраслевой характер охраны здоровья граждан.

Становление новой парадигмы всегда происходит в рамках старой благодаря появлению новых альтернативных теорий и идей, когда существовавший ранее консенсус относительно старой парадигмы нарушен, а новые факторы внешней и внутренней среды обуславливают необходимость новой парадигмы.

Таким образом, смена парадигмы представляет собой качественный скачок в мировоззрении, который требует научного осмысления. До недавнего времени в здравоохранении преобладала «биомедицинская модель». Это казалось очень полезным, но в этой парадигме тело – это механизм, и задача системы «здравоохранения» в значительной степени

состояла в том, чтобы «починить» его, когда механизм поврежден или сломан.

Однако биомедицинская модель и связанный с ней подход к здравоохранению не оправдал себя в качестве основы для понимания и вмешательства в очень сложные системы, которые включают психологические и социальные факторы.

Рост числа заболеваний, связанных с образом жизни, подчеркивает дополнительную необходимость в превентивных стратегиях. По данным Всемирной организации здравоохранения, на пять основных заболеваний – сердечнососудистые, сахарный диабет, рак, хронические респираторные заболевания и расстройства психического здоровья – приходится примерно 86 % смертей в Европейском регионе.

По оценкам ВОЗ, 80 % сердечно-сосудистых заболеваний, 90% случаев сахарного диабета 2-го типа и треть случаев онкологических заболеваний можно предотвратить, прежде всего, за счет улучшения диеты и образа жизни¹⁰⁴. В июле этого года Глобальный институт McKinsey, США сообщил, что с помощью технологий, которые уже существуют сегодня, глобальное бремя болезней может быть уменьшено примерно на 40 % и активный средний возраст продлен на 10 % в течение следующих десятилетий и более чем на 70 % – за счет устранения, социальных факторов, расширения доступа к вакцинам и профилактической медицине, создания более чистой и безопасной окружающей среды, поощрения здорового образа жизни.

США в 2021 году приняли на национальном уровне решение о необходимости восстановления общественного здоровья. Здоровый образ жизни, здоровые люди являются стратегической целью общественного здравоохранения и в Англии. Опубликованный там документ «**PHE Strategy 2020 to 2025**» содержит дорожную карту к достижению поставленной цели.

Кроме этого, исполнительный директор **NHS England** Саймон Стивенс запустил долгосрочный план NHS, который предусматривает действия по обеспечению быстрой и необходимой помощи пациентам с уменьшением нагрузки на медицинские учреждения – «новая модель обслуживания для XXI века», что существенно изменит порядок оказания первичной медико-санитарной помощи.

Новыми направлениями обслуживания пациентов станут центры неотложной помощи, которые будут работать по принципу «неотложной помощи в тот же день» без необходимости госпитализации. Эта модель будет внедрена во всех больницах неотложной помощи, увеличивая долю неотложных госпитализаций и выписывая пациентов в день обращения.

Новые клинические стандарты гарантируют, что пациенты с самыми серьезными неотложными состояниями получат наилучшую возможную специализированную помощь, при этом загрузка больничных коек снизится. В эксклюзивном интервью доктор медицинских наук, генеральный директор **Johns Hopkins Medicine** Пол Ротман предположил, что прогностическая и точная медицина, как и ИИ, изменят будущее медицины.

Национальная служба здравоохранения (NHS) Англии предложила цифровой вариант первичной медико-санитарной помощи, который позволит проводить более длительные и существенные консультации с врачами там, где пациенты хотят или нуждаются в этом. Первичная помощь и амбулаторные услуги будут изменены на модель многоуровневой эскалации в зависимости от потребностей больного. Врачи будут получать поддержку с помощью цифровых инструментов. В случае заболевания пациенты смогут находиться в собственном доме, а их физиологические параметры будут легко контролироваться с помощью носимых устройств. Такая система поможет своевременно обращаться к врачам, что позволит на раннем этапе диагностировать заболевания, сохранить и укрепить здоровье, и тем самым продлит годы жизни с помощью цифровых инструментов.

Развитие иммерсивной виртуальной реальности (IVR) вызывает большой интерес к ее возможному использованию в хирургии, трансплантологии, психиатрии, а также в качестве нефармакологической адьювантной анальгезии. По мере того, как технологии и обмен данными становятся более распространенными, здравоохранение переходит на более прогнозирующий характер, а цифровизация здравоохранения развивается, что приводит к появлению новых методов оказания медицинской помощи.

По данным консалтинговой компании Frost&Sullivan, к 2025 году выручка мировой индустрии здравоохранения превысит 2,6 трлн. долларов по сравнению с 2 трлн. долларов в 2020 году, причем большая часть этого роста будет обеспечена за счет ИИ и телездоровья.

По словам Томаса Кизау, директора и лидера в области цифрового здравоохранения консалтинговой фирмы **Chartis Group**, наряду с увеличением количества носимых устройств ИИ будет ключевым аспектом этого изменения. Подключенные устройства, как потребительского, так и клинического уровня, станут более распространенными, помогая врачам получать данные от пациентов в режиме реального времени для объективной оценки их состояния здоровья.

Эксперты считают, что в 2021 году повысится спрос на виртуальную медицинскую помощь, поскольку возможности виртуального ухода расширяются при дальнейшей интеграции с персональным уходом для всех областей медицины.

С развитием технологий «hospital at home» больница на дому станет реальностью. По данным Chartis Group, скоро появятся новые неклинические пункты оказания помощи, которые станут насущной необходимостью в период пандемии COVID-19.

2 ноября 2020 года в рамках подготовки консультации стран – членов Европейской комиссии для финансируемого Европейского партнерства по персонализированной медицине, ICPeMed вместе с ERA PerMed разработали концептуальный документ, который был официально передан Европейской комиссии по персонализированной медицине – EP PerMed. В этом документе стороны подчеркнули необходимость создания Европейского партнерства по персонализированной медицине и предложили свое видение

EP PerMed, его целей, деятельности и ожидаемого воздействия. В постпандемическую эпоху персонализированное медицинское решение приобретет все большее значение, поскольку медицинские эксперты видят, что технологические достижения приводят к изменению парадигмы в медицинской сфере для обеспечения эффективного лечения.

Как было отмечено на международной конференции «Health Next 2021 Global Health and Innovation Conference», организованной IHMR (Джайпур, Индия), персонализированное медицинское обслуживание – это необходимость времени, и права на данные действия будут предоставлены развивающейся индустрии «precision medicine» – точной медицине.

Индустрия точной медицины сочетает молекулярную и системную биологию для поиска способов предотвращения и лечения заболеваний. Она позволяет врачам выбирать методы лечения на основе генетического понимания болезни пациента, а также различий в окружающей среде и образе жизни, чтобы назначать лечение на их индивидуальных особенностях. Такой подход сведет к минимуму последствия непредвиденных побочных эффектов и сэкономит затраты на лечение. Это особенно важно для поиска методов лечения неврологических заболеваний, число которых, как ожидается, будет расти с увеличением продолжительности жизни и ростом населения.

В 2015 году в США была создана Инициатива точной медицины (PMI), целью которой является внедрение концепции точной медицины в традиционную медицину. PMI объединилась с Департаментом по делам ветеранов и FDA для наращивания потенциала исследований и сбора данных, а также для расширения использования индивидуальной медицины в лечении заболеваний. Благодаря прогрессу, достигнутому в рамках проекта Human Genome Project в понимании генетического кода человека, который определяет его предрасположенность к определенным заболеваниям, теперь применяются индивидуальные методы лечения, подходящие для каждого пациента, что делает их более безопасными и эффективными. Точная медицина учитывает не только генетический состав популяции, но также их предпочтения, убеждения, отношения, знания и социальный контекст. С другой стороны, точная медицина использует ориентированность на пациента, приложения цифрового здравоохранения, геномику, молекулярные технологии и обмен данными при оказании медицинской помощи.

В настоящее время рынок точной медицины не является конкурентным, что благоприятно для распространения достижений в области точной медицины.

Научно-технический прогресс в изучении генов снизил затраты и время, связанные с внедрением методов точной медицины, что позволило медицинскому сообществу собрать более обширную выборку данных, которые помогут ускорить исследования в области точной медицины. Компании, работающие с большими данными, такие как IBM, получают больше информации о том, как функционируют генетические и хронические

заболевания. Это поможет найти дальнейшее применение точной медицины в клинической области. Сбор большего количества геномных данных, интегрированных с традиционными данными, ускорит темпы обучения в точной медицине.

Медицинское сообщество может ожидать увеличения количества доступных геномных данных в ближайшие годы и развития геномной медицины.

Новые научные методы, такие как секвенирование генома, дают огромное количество биологических данных на следующие десятилетия, которые приведут научное сообщество к научным открытиям благодаря тщательному изучению и интерпретации генома.

В соответствии с новыми задачами Всемирная экономическая платформа форума для формирования будущего здоровья и здравоохранения инициировала развитие прецизионной медицины и запустила проект интеллектуального лидерства «Принципы готовности».

Новый проект начинается с разработки документа, в котором главы государств, стремящиеся продвинуть геномную медицину, могут предложить свои разработки.

Геномная медицина предлагает более индивидуальный и целевой подход для профилактики заболеваний и скрининга, диагностики, лечения пациентов, учитывая их уникальные генетические, биологические и экологические факторы, а также образ жизни, что приведет к «генетической паспортизации населения с учетом правовых основ, защиты данных о персональном геноме человека и формированию генетического профиля населения».

Система здравоохранения **NorthShore University HealthSystem**, США запустила реализацию общесистемной программы геномики – прогностическую модель медицины, которая использует прогностную аналитику для диагностики, предотвращения и лечения заболеваний на ранней стадии.

В отношении многих острых и хронических заболеваний текущие результаты здравоохранения считаются неутешительными: глобальные цифры требуют профилактических мер и индивидуального лечения. К сожалению, до сих пор тяжелые хронические патологии, такие как сердечно-сосудистые заболевания, диабет и рак, начинают лечить уже после начала заболевания, зачастую на поздних стадиях. Пессимистический прогноз рассматривает в отношении пандемии сахарного диабета 2-го типа, нейродегенеративных расстройств и некоторых видов рака в течение следующих 10–20 лет, за которыми последует экономическая катастрофа систем здравоохранения в глобальном масштабе.

Таким образом, Европейская ассоциация прогнозной, превентивной и персонализированной медицины (EPMA) усилила продвижение интегративного подхода, основанного на междисциплинарном опыте, для проведения исследований и управления ими в сфере здравоохранения.

Инновационная прогнозирующая, превентивная и персонализированная медицина (PPPM) становится центром усилий в области здравоохранения, направленных на ограничение распространенности как инфекционных, так и неинфекционных заболеваний.

Ученые Predictive Health Institute (США) разрабатывают новую модель здравоохранения, основанную на достижениях науки, технологий и трансляционных исследований в сочетании с экономикой здравоохранения и индивидуализированного прогнозирования здоровья, – одного из самых инновационных и многообещающих решений в области здравоохранения¹²⁸.

Исследователи Institute for Predictive Medicine (США) в свою очередь специализируются на разработках аналитики здоровья и прогнозной медицины. Команда управляет и анализирует Cerner Health Facts®, одну из крупнейших реляционных баз данных, совместимых с законом о защите данных HIPAA, чтобы лучше понять медицинскую практику, использовать множество данных о пациентах для улучшения результатов и построить модели прогнозирования здоровья.