



НИИ  
ОРГАНИЗАЦИИ  
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
И МЕДИЦИНСКОГО  
МЕНЕДЖМЕНТА



А. В. Старшинин, Н. Н. Камынина, О. И. Нечаев

# **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВАКЦИНАЦИИ: АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНОГО И РОССИЙСКОГО ОПЫТА**

## **ЭКСПЕРТНЫЙ ОБЗОР**

МОСКВА  
2023

Государственное бюджетное учреждение города Москвы  
«Научно-исследовательский институт организации  
здравоохранения и медицинского менеджмента  
Департамента здравоохранения города Москвы»

А. В. Старшинин, Н. Н. Камынина, О. И. Нечаев

# **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВАКЦИНАЦИИ: АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНОГО И РОССИЙСКОГО ОПЫТА**

Экспертный обзор

*Научное электронное издание*

Москва  
ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ»  
2023

УДК 614.1  
ББК 51.1

*Рецензенты:*

*Гажева Анастасия Викторовна*, кандидат медицинских наук, доцент, начальник  
отдела координации организационно-методической работы в здравоохранении  
ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ»;

*Стасевич Наталья Юрьевна*, доктор медицинских наук, главный научный  
сотрудник отдела исследований общественного здоровья ФГБНУ «Национальный  
НИИ общественного здоровья имени Н. А. Семашко»

**Старшинин, А. В.**

Информационные технологии в вакцинации: анализ зарубежного и российского опыта: экспертный обзор [Электронный ресурс] / А. В. Старшинин, Н. Н. Камынина, О. И. Нечаев. – Электрон. текстовые дан. – М.: ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», 2023. – URL: <https://niioz.ru/moskovskaya-meditsina/izdaniya-nii/obzory/> – Загл. с экрана. – 40 с.

**ISBN 978-5-907717-31-2**

В экспертном обзоре «Информационные технологии в вакцинации: анализ зарубежного и российского опыта» представлен анализ эволюции и современного состояния информационно-телекоммуникационной поддержки системы иммунопрофилактики. В большинстве стран ранее обособленная система накопления данных о вакцинации в настоящее время интегрирована в медицинские информационные системы. Компьютерные системы контроля качества вакцин поддерживают весь путь от изготовления до введения пациенту, что повышает надежность и безопасность процесса. Пациент с помощью современных приложений для смартфона может получить напоминание и записаться на вакцинацию в удобное время. Информационные технологии адаптируют процесс вакцинации к реалиям сегодняшнего дня – делают его более комфортным для пациента, удобным для медицинских специалистов и управляемым для руководителей здравоохранения.

Экспертный обзор предназначен для специалистов по иммунопрофилактике, руководителей системы здравоохранения, практических врачей и студентов медицинских специальностей высшего профессионального образования.

**УДК 614.1  
ББК 51.1**

*Утверждено и рекомендовано к печати Научно-методическим советом ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ»  
(Протокол № 6 от 20 июня 2023 г.).*

*Самостоятельное электронное издание сетевого распространения*

Минимальные системные требования: браузер Internet Explorer/Safari и др.;  
скорость подключения к Сети 1 МБ/с и выше.

ISBN 978-5-907717-31-2



9 785907 717312 >

© Старшинин А. В., Камынина Н. Н., Нечаев О. И., 2023  
© ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», 2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|  |           |
|--|-----------|
| <b>СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ</b> .....   | <b>4</b>  |
| <b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....  | <b>6</b>  |
| <b>РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ</b> .....                                      | <b>7</b>  |
| <b>РОЛЬ МЕЖДУНАРОДНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ</b> .....                                      | <b>10</b> |
| <b>РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ВАКЦИНАЦИИ<br/>ПРОТИВ COVID-19</b> .....     | <b>11</b> |
| <b>ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ</b> .....   | <b>16</b> |
| <b>АВСТРИЯ</b> .....   | <b>16</b> |
| <b>БРАЗИЛИЯ</b> .....  | <b>18</b> |
| <b>ВЕЛИКОБРИТАНИЯ</b> .....  | <b>20</b> |
| <b>КИТАЙ</b> .....   | <b>22</b> |
| <b>СКАНДИНАВСКИЕ СТРАНЫ (ДАНИЯ, НОРВЕГИЯ,<br/>    НИДЕРЛАНДЫ И ШВЕЦИЯ)</b> ..... | <b>25</b> |
| <b>США</b> .....   | <b>26</b> |
| <b>ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ</b> .....  | <b>29</b> |
| <b>ОПЫТ Г. МОСКВЫ</b> .....  | <b>32</b> |
| <b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....  | <b>33</b> |
| <b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....   | <b>34</b> |

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

**AipNLP (Artificial intelligence processing Natural Language Processing)** – система искусственного интеллекта для обработки естественного языка

**AWS (Amazon Web Services)** – интернет-приложения компании Amazon

**COVID-19 (COronaVirus Disease)** – заболевание, вызванное коронавирусом

**DHI (Digital Health Intervention)** – интервенция цифрового здравоохранения

**DHP (Digital Health Passport)** – цифровой паспорт здоровья

**DVP (Digital Vaccine Passport)** – цифровой паспорт вакцины

**EHR (Electronic Health Record)** – электронная медицинская карта

**EVC (Electronic Vaccination Certificate)** – электронный сертификат вакцинации

**FDA (U.S. Food and Drug Administration)** – Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов

**GCP (good clinical practices)** – надлежащая клиническая практика

**IPFS (InterPlanetary File System)** – межпланетная файловая система

**NHS (National Health Service)** – Национальная служба здравоохранения Англии

**NHSX (United Kingdom Government unit with responsibility for setting national policy and developing best practice for National Health Service)** – правительственное подразделение Соединенного Королевства, отвечающее за определение национальной политики и разработку передового опыта для технологий Национальной службы здравоохранения, цифровых технологий и данных, включая обмен данными и прозрачность

**VADER (Valence Aware Dictionary and sEntiment Reasoner)** – лексикон и инструмент анализа настроений на основе правил

**ВОЗ** – Всемирная организация здравоохранения

**ВОУЗ** – всеобщий охват услугами здравоохранения

**ВПЧ** – вирус папилломы человека

**ДЗМ** – Департамент здравоохранения г. Москвы

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

**ИИС** – информационные системы поддержки иммунизации

**ИКТ** – информационные и коммуникационные технологии

**ИЛП** – иммунобиологический лекарственный препарат

**МИС** – медицинская информационная система

**МО** – медицинская организация

**НТКГИ** – Национальная техническая консультативная группа по иммунизации

**ПЦР** – полимеразная цепная реакция

**СПВР** – система поддержки принятия врачебного решения

**США** – Соединенные Штаты Америки

**ЮНИСЕФ** – Детский фонд Организации Объединенных Наций

*Связь, отладившая бизнес до автоматизма,  
продолжает движение в социальном направлении.  
Оно и правильно, и человеколюбиво.  
Н. Кий,  
главный редактор  
журнала «ИнформКурьер-Связь»*

## ВВЕДЕНИЕ

Вакцинация – комплекс мероприятий, направленных на введение в организм антиген-специфичных компонентов (в составе вакцин и анатоксинов) с целью формирования активного защитного иммунитета против определенного инфекционного агента или вырабатываемых ими экзотоксинов, реже – для лечения некоторых заболеваний.

Зародившись как эмпирическое знание, вакцинация в настоящее время стала одним из подтверждений доказательной медицины. Благодаря вакцинации была полностью ликвидирована натуральная оспа, полиомиелит в четырех регионах мира, многократно снижены осложнения и летальность при других инфекционных заболеваниях.

Вакцинопрофилактика детей и взрослых – это одно из наиболее эффективных направлений в превентивной модели здравоохранения.

Ежегодно в мире спасается не менее двух-трех миллионов жизней благодаря вакцинации: это один из величайших успехов в медицине<sup>1</sup>.

В настоящее время стандартные средства организации системы иммунизации практически исчерпали себя. Использование информационных технологий позволяет выстроить единую систему от получения вакцины, отбора контингента для вакцинации до собственно вакцинации и контроля поствакцинальных эффектов.

Информационные технологии наряду с геной инженерией и совершенствованием организационной структуры формируют новые возможности средств медицинской профилактики.

---

<sup>1</sup> WHO. Vaccines and immunization [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://www.who.int/health-topics/vaccines-and-immunization#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/vaccines-and-immunization#tab=tab_1). – Загл. с экрана (дата обращения: 15.04.2023).

## РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Информационные системы иммунизации представляют собой конфиденциальные компьютеризированные базы данных для хранения информации об истории вакцинации населения [1]. Они уже почти 25 лет делают информацию о здоровье пациентов доступной для поставщиков иммунизации.

В мире идея универсальной компьютеризированной системы для сбора, отслеживания и обмена информацией существовала с 1960-х годов. Развитие телекоммуникационных технологий позволило приступить к масштабной реализации централизованной системы вакцинации только в 1990-е годы. Комплекс информатизации, содействующий распространению вакцинации в различных программах, получил название «интервенция цифрового здравоохранения» (DHI).

Цифровое здоровье начинается с применения информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) в системе здравоохранения и продолжает меняться с развитием новых технологий. Сегодня цифровое здравоохранение объединяет ИКТ с искусственным интеллектом, машинным обучением и всеми другими технологиями, направленными на улучшение здоровья и благополучия отдельных людей и населения. Определение цифрового здоровья, данное Управлением по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США, включает мобильное здравоохранение, информационные технологии здравоохранения, носимые устройства, телемедицину, а также персонализированную медицину. Цифровое здравоохранение помогает повысить точность диагностики и лечения заболеваний, поддерживать клинические решения и улучшить предоставление медицинских услуг и управление ими. DHI использовались в различных стратегиях для улучшения охвата вакцинацией. Например, напоминание и отзыв доставляются с помощью сообщений автонабора, телефона, текстовых SMS-сообщений, электронной почты и мобильного приложения [2]. Обучение для сообщества или специальных групп также предоставляется на платформе веб-коммуникаций, видео и телевидения.

Помимо индивидуального ведения записей, были отработаны такие функции, как: поддержка принятия клинических решений и прогнозирования, практическое управление поставками вакцин, отзыв вакцин, распределение вакцин и обмен данными для общественного здравоохранения. Были включены: выполнение и документирование требований иммунизации школьников, инфекционный контроль и борьба со вспышками заболеваний, а также программы обеспечения качества. В программе был заложен инструментарий управления чрезвычайными ситуациями в области общественного здравоохранения, включая биотерроризм.

Внедрение вакцин против коронавируса (тяжелого острого респираторного синдрома) включает требование о том, чтобы все введенные дозы были незамедлительно введены в государственные информационные системы поддержки иммунизации (ИИС). Это требование процесса идеально демонстрирует полезность ИИС в качестве хранилища данных в режиме реаль-

ного времени, предоставляя текущую информацию о процессе иммунизации всей нации за короткий период времени.

В настоящее время возможности ИИС очень широки: создание или поддержка системы напоминаний и отзывов клиентов, оценка и обратная связь поставщиков, а также напоминания поставщикам; разработка и оценка ответных мер общественного здравоохранения на вспышки болезней, которые можно предотвратить с помощью вакцин; облегчение управления вакцинами и подотчетности; определение статуса вакцинации клиента для решений, принятых клиницистами, отделами здравоохранения и школами; содействие эпиднадзору и расследованиям уровней вакцинации, упущенных возможностей для вакцинации, введения неправильных доз и несоответствий в охвате вакцинацией.

О понимании важности проектов, обеспечивающих иммунопрофилактику инфекций, говорит разработка Единого цифрового паспорта консорциумом компаний Microsoft, Oracle и Salesforce с участием Mayo Clinic и других организаций. Они объявили о создании коалиции Vaccination Credential Initiative (VCI). Речь идет о цифровом паспорте прививок (и не только от коронавируса), который должен стать стандартом после окончания пандемии и обеспечить людям возвращение к нормальной жизни с путешествиями и работой в обычном, не удаленном формате. Паспорт будет представлять собой зашифрованную копию записей о вакцинации, которая будет храниться в цифровом кошельке на выбор пользователя – Apple Wallet, Google Pay или в других системах. При этом в наглядной форме документ будет представлять собой QR-код с зашифрованной информацией<sup>2</sup>.

Одной из задач современности становится исправление цифрового неравенства. Цифровое неравенство – это форма социального неравенства, глубоко укоренившаяся в социально-экономическом контексте. Оно уже существовало ранее, но кризис, вызванный эпидемией COVID-19, резко усугубил его и подверг уязвимое население более высокому уровню риска. Теория утверждает, что существует четыре ближайших фактора, влияющих на степень способности эффективно и действенно использовать технологии, в частности вакцинации. Во-первых, это технические средства, это связано с качеством оборудования, к которому можно получить доступ, как с точки зрения аппаратного и программного обеспечения, так и с точки зрения мощности и надежности интернет-соединения. Во-вторых, автономность использования относится к месту, где осуществляется доступ к технологии, и воспринимаемой свободе использовать ее по своему усмотрению. В-третьих, это сети социальной поддержки, такие как любая помощь от других получателей вакцины. В-четвертых – опыт, он определяется как измерение времени, позволяющее людям достаточно ознакомиться с технологией, чтобы сохранить выгоды от ее использования [3].

---

<sup>2</sup> Microsoft и Oracle разработают единый электронный паспорт вакцинации [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://life.ru/p/1363241> – Загл. с экрана (дата обращения: 25.04.2023).

## **ИИС и педиатрическая практика**

Педиатрическое направление имеет большие объемы данных о вакцинации, которые в идеале должны использоваться для заполнения записей за всю жизнь человека в ИИС, которые все время дополняются. Однако количество и полнота документации зависит от множества факторов, в том числе от того, насколько настоятельно практикующие медицинские работники поощряются к представлению данных.

Устранение повторяющихся или недействительных доз вакцин также способствует сокращению финансовых потерь. Надежная логика вакцины в ИИС может быть более точной, чем в электронной медицинской карте (Electronic Health Record – EHR), и может обеспечить более достоверное указание необходимых доз, что позволяет поставщику поставлять только необходимые вакцины.

Возможность получения истории вакцинации из ИИС для просмотра и ввода может существенно сэкономить время, сократив канцелярские расходы, связанные с ручным вводом исторических данных каждый раз, когда пациент переходит в новую клинику, и обеспечит кроссплатформенную переносимость основных данных истории пациента. Полностью автоматизированный двунаправленный обмен данными с согласованием данных перед включением в EHR, где истории вакцинации могут быть переданы из ИИС практикующему врачу в электронном формате посредством прямого заполнения записи EHR о прививках, в дополнение к загрузке данных от поставщика в ИИС, значительно упростит логистику обеспечения того, чтобы самая полная запись была доступна для всех практикующих врачей в любое время.

Многие технические проблемы могут ухудшить связь между практикующими врачами, электронными медицинскими картами и ИИС, а также между различными географически разными ИИС, что влияет на свободный поток точных данных между заинтересованными сторонами. Эти проблемы включают тот факт, что некоторые ИИС хранят данные как в своих функциях инвентаризации, так и в реестре, в форматах, которые отличаются от формата, в котором информация получена от поставщика, и когда эти данные возвращаются поставщику во время поиска, может показаться, что ИИС отправляет информацию о другой вакцине. Эта неточность может привести к дублированию или неправильным записям в EHR и предполагает, что автоматическая загрузка данных из ИИС, по крайней мере в некоторые EHR, не готова к использованию без ручного контроля и проверки. Кроме того, поскольку EHR обычно является фактическим отправителем информации, ИИС могут не связываться напрямую с поставщиком, что приводит к неточности связи, а также к трудностям при подключении медицинских работников к EHR и ИИС. Педиатрам рекомендуется активно взаимодействовать с администраторами ИИС, чтобы помочь в устранении любых препятствий на пути к надежной и бесперебойной работе ИИС. Перспективы для решения проблем связи между поставщиками медицинских услуг, электронными медицинскими картами и ИИС обеспечит стандартизация, чтобы с помощью общих наборов данных для ввода информации о вакцинах был обеспечен беспрепятственный обмен данными.

## **ИИС и другие поставщики иммунизации**

В идеале вакцины следует вводить пациентам на врачебных участках, к которым они прикреплены. Однако в быстро меняющейся среде здравоохранения пациенты часто получают вакцины в других учреждениях, не связанных с первичной медико-санитарной помощью, включая аптеки, школьные поликлиники, отделения неотложной помощи, розничные клиники, центры неотложной помощи и центры распределения вакцин или мобильные пункты.

ИИС выполняют важнейшую и жизненно важную функцию общественного здравоохранения, особенно во время кризиса. Адекватные и гарантированные ресурсы и финансирование должны поддерживать непрерывную разработку, использование, эксплуатацию, интеграцию и совершенствование ИИС для повышения доступности данных и обеспечения своевременной, надлежащей и эффективной вакцинации.

## **РОЛЬ МЕЖДУНАРОДНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ**

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) начала реализовывать проект «Расширенная программа иммунизации» в 1974 г.

За последние годы ведущими международными организациями в области здравоохранения и охраны здоровья населения (ВОЗ, ЮНИСЕФ) были предприняты усилия по расширению охвата профилактическими прививками и повышению доступности вакцин для каждого жителя планеты. Среди наиболее важных инициатив и проектов, поддерживаемых ВОЗ и ЮНИСЕФ в области вакцинопрофилактики, следует отметить «Глобальный альянс по вакцинам и иммунизации», «Цели тысячелетия в области развития», «Глобальное видение и стратегия иммунизации», «Глобальный план действий в отношении вакцин», «Десятилетие сотрудничества в области вакцинации», «Европейский план действия в отношении вакцин».

Глобальный альянс по вакцинам и иммунизации в своих программных документах подчеркивает важность использования информационных технологий, планируя решить с помощью них задачи по обеспечению пролонгированной стратегии коммуникации и повышения осведомленности на научной основе [4].

Одной из форм внедрения ИТ-решений, разработанных международными организациями, стал инструмент C4P-ST. На базе макросов MS Excel создан инструмент для помощи в планировании и оценке программных и операционных затрат на вакцинацию против ВПЧ. Инструмент C4P-ST является одним из модулей инструмента ВОЗ для расчета затрат на профилактику рака шейки матки и борьбу с ним (C4P), который был разработан специально для оказания помощи странам с низким и средним уровнем дохода в планировании и расчете затрат на стратегии борьбы с раком шейки матки. Этот инструмент C4P-ST оценивает дополнительные ресурсы, необходимые для включения скрининга и лечения рака шейки матки в существующую программу здраво-

охранения, и предоставляет оценки затрат на скрининг или лечение на пяти-летний период<sup>3</sup> (рис. 1).

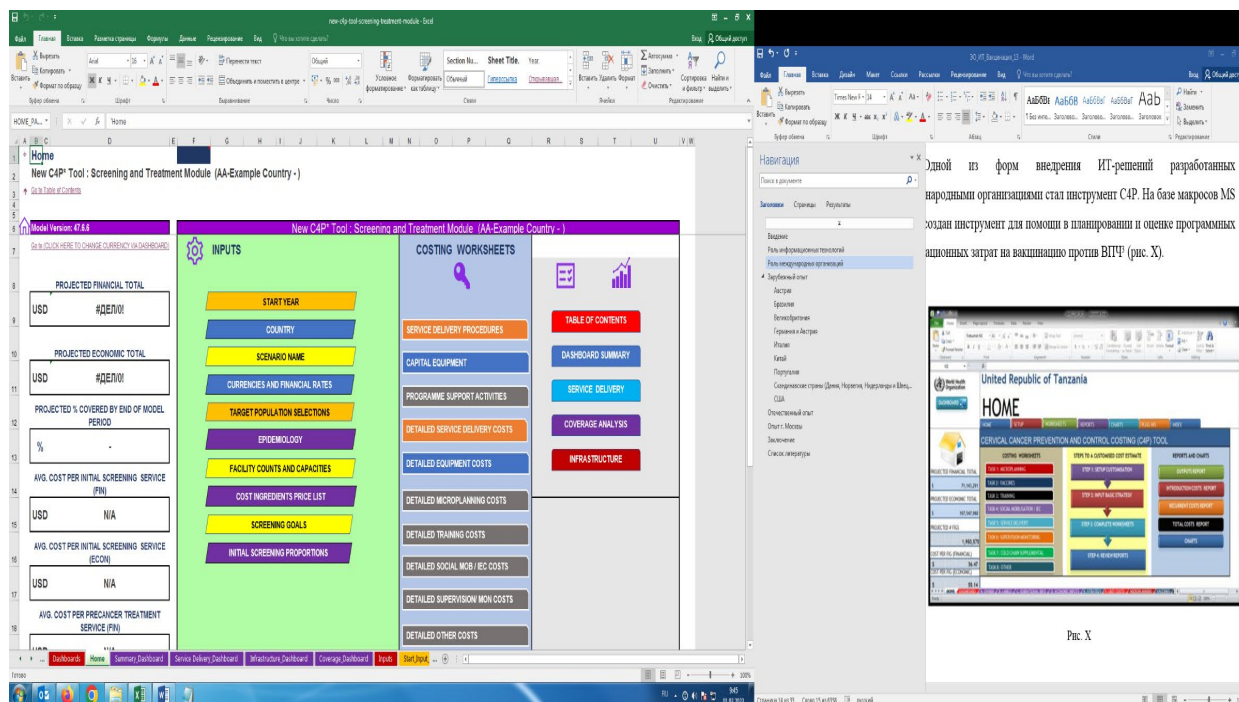


Рисунок 1. Основное меню программы C4P-ST

## РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ВАКЦИНАЦИИ ПРОТИВ COVID-19

Пандемия COVID-19 значительно ускорила применение социальных сетей и цифровых технологий. В качестве цифрового инструмента, позволяющего обмениваться информацией в режиме реального времени, социальные сети стали платформой, позволяющей не только озвучивать общественное мнение, восприятие и отношение к политике или событиям в области общественного здравоохранения, но и помогать правительствам и общественности своевременно обмениваться информацией. Однако это может привести к распространению ложной информации и дезинформации, что может негативно сказаться на реакции общества на пандемию. В то же время применение цифровых технологий облегчило управление и реагирование на пандемию COVID-19 и другие возникающие инфекционные заболевания способами, которые трудно достичь вручную [5, 6].

Важнейшей задачей было определение настроений в обществе, лояльности населения к принимаемым правительством мерам и динамики соци-

<sup>3</sup> WHO Cervical Cancer Prevention and Control Costing tool: cervical cancer screening and treatment module (C4P-ST tool) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.who.int/publications/m/item/WHO-Cervical-Cancer-Prevention-and-Control-Costing-tool> – Загл. с экрана (дата обращения: 29.04.2023).

альных взглядов. Был проведен анализ настроений/эмоций с помощью приложений социальных сетей, чтобы определить общественные настроения и мнения в отношении вакцин против COVID-19. Подходы анализа настроений включали подходы на основе лексики, машинного обучения, гибридные методы и ручную классификацию кодирования. В основе анализа с использованием predetermined лексиконов, аннотированных с полярностью тональности, для определения настроений, выраженных в проанализированном тексте, применялся метод анализа тональности. Двумя известными анализаторами лексической тональности, основанными на правилах, были TextBlob и VADER. Предсказывались типы эмоций, выраженные в твитах, такие как «доверие, удивление, грусть, радость, ожидание, отвращение, страх и гнев» [7, 8, 9].

Подходы машинного обучения использовали контролируемые алгоритмы классификации для извлечения информации о полярности настроений. Классические модели машинного обучения в основном включали наивный байесовский метод, метод опорных векторов, случайный лес, дерево решений и логистическую регрессию. Дополнительными методами машинного обучения для классификации полярности были когнитивные сервисы Microsoft Azure, Amazon Web Services (AWS) и AipNLP от Baidu. В методах глубокого обучения в основном использовались нейронные сети [10].

Эти исследования анализа настроений показали, что общественные настроения были связаны с новостями в режиме реального времени, информацией в Интернете, событиями в области общественного здравоохранения, количеством случаев COVID-19, разработкой вакцины, пандемией и заявлениями политических лидеров или властей [11, 12]. Хотя отношение общественности к вакцинам против COVID-19 значительно различалось во времени и в зависимости от географического положения, позитивные настроения в отношении вакцин против COVID-19 преобладали над негативными [13, 14], причем преобладающими эмоциями являлись доверие и ожидание [15, 16]. Страх оставался доминирующей эмоцией [17, 18]. Было обнаружено, что положительные настроения в основном связаны с увеличением охвата вакцинацией, разработкой вакцин, исследованиями в области вакцинации и услугами здравоохранения [19, 20], тогда как отрицательные настроения были положительно связаны с увеличением числа случаев COVID-19, дезинформацией, теориями заговора, опасениями по поводу безопасности вакцин. Социально-экономически неблагополучные группы с большей вероятностью придерживались поляризованных мнений о вакцинах против COVID-19. Люди с негативным опытом во время пандемии с большей вероятностью придерживались антипрививочного мнения, в то время как комментарии к сообщениям в медицинских СМИ и больницах были более позитивными.

Тематический анализ выявил различные отношения и мнения о COVID-19 и его вакцине, при этом основные темы были сосредоточены на политике вакцинации, разработке вакцины, применении и доступе к вакцине, пропаганде вакцинации, эффективности вакцины и побочных эффектах, нерешительности в отношении вакцины и теориях заговора [21, 22]. Возражения против вакцинации и нерешительность в целом были более распространены, чем поддержка

вакцинации, хотя модели мнений различались в зависимости от исследований. Нерешительность в отношении вакцин в основном была вызвана опасениями по поводу безопасности, недоверием к правительству и фармацевтическим компаниям, недостатком знаний, теориями заговора, скептицизмом в отношении разработки и утверждения вакцин, неэффективностью вакцин и потерей свободы [23, 24]. Основными опасениями в отношении вакцин против COVID-19 были вопросы безопасности и побочные эффекты, такие как страх смерти и аллергические реакции на вакцины против COVID-19. Боль, лихорадка и утомляемость были тремя наиболее частыми побочными реакциями, о которых сообщало население. Темы антипрививочников варьировались в зависимости от платформы социальных сетей. Например, деятельность антипрививочников в Facebook<sup>4</sup> и Twitter<sup>5</sup> была сосредоточена на недоверии к правительству и утверждениях о безопасности и эффективности вакцинации, а дискуссии в TikTok были сосредоточены на свободе личности. Темы в социальных сетях также менялись со временем, в частности, распространенность твитов с позитивными поведенческими намерениями со временем увеличивалась.

Кроме того, общественные обсуждения в основном были вызваны новостями, связанными с вакциной против COVID-19, крупными общественными событиями, серьезностью пандемии и заявлениями властей [25]. Что касается источников информации, то авторитетные и надежные распространители информации, такие как государственные учреждения, крупные средства массовой информации и ключевые лидеры общественного мнения, сыграли огромную влиятельную роль в поляризации мнений, что может усилить или сдержать распространение дезинформации среди целевых аудиторий. Позитивные дискурсы чаще взаимодействовали с проверенными источниками, такими как новостные организации, работники здравоохранения и СМИ/журналисты, в то время как негативные дискурсы, как правило, взаимодействовали с политиками и личными учетными записями.

На положительное поведенческое намерение, согласно исследованиям, повлияло снижение риска заражения, социально-экономическое восстановление и восстановление нормальной жизни. Напротив, негативное поведенческое намерение было связано с неверными представлениями о вакцинах и болезнях, доверием к естественному иммунитету, недоверием к правительству и вакцинам и недостатком знаний. Интересы поиска в отношении дезинформации, общей информации о вакцинах и доступности вакцин менялись на протяжении всей пандемии [26].

Также был проведен анализ распространения и взаимодействия в социальных сетях относительно вакцинации. Показатели вовлеченности в социальных сетях включали популярность, основанную на количестве лайков, приверженность, основанную на количестве комментариев, и виральность, основанную на количестве репостов. Наблюдение и анализ наиболее привлекающих внимание твитов может помочь разработать лучшую информационную политику в отношении вакцин. По сравнению с другими платформами социальных се-

---

4 Facebook/Instagram – проект Meta Platforms Inc., деятельность которой в России запрещена.

5 Заблокирована в России решением Роскомнадзора 4 марта 2022 года по требованию Генпрокуратуры от 24 февраля 2022 года.

тей, Facebook<sup>6</sup> был самой популярной проанализированной платформой социальных сетей, за ней следует Twitter. Сообщения о COVID-19 были более широко распространены и оказали более значительное влияние, чем сообщения, не связанные с COVID-19. В частности, «антипрививочные» группы были активно вовлечены в дискуссию о вакцине против COVID-19, а антипрививочные настроения были особенно заметны в кластере правых политических сил [27]. Медицинские работники играли важную роль в поддержке мероприятий по вакцинации, и самыми активными профессиональными группами были фармацевты, медсестры, врачи и психологи.

Применение цифровых технологий в вакцинации против COVID-19 включало следующие виды цифровых технологий: алгоритмы, блокчейн, mHealth, IoT и другие (онлайн-инструменты, биометрические данные, облачное хранилище и цифровой двойник). Традиционные математические модели, машинное обучение и алгоритмы глубокого обучения были отнесены к алгоритмическим технологиям. Мобильные приложения и мобильное отслеживание с помощью мобильных и беспроводных технологий были классифицированы как mHealth. Блокчейн считался важной технологией. Алгоритмы машинного обучения в основном применялись в этой области, чтобы помочь правительствам разработать более эффективные стратегии вакцинации в различных сценариях. Эти цифровые решения поддерживали и дополняли предыдущие технологии, а основные барьеры для их продвижения заключались в источниках данных.

Блокчейн и алгоритмы были ведущими технологиями, используемыми в области оптимизации распространения вакцин против COVID-19. Выдающейся инновационной особенностью была поддержка существующей системы распределения вакцин, а самыми большими препятствиями для продвижения были технические проблемы, связанные с блокчейном, проблемы с инфраструктурой здравоохранения и проблемы с источниками данных. Существующие платформы не соответствовали различным условиям хранения и доставки вакцин от COVID-19 разных марок, и блокчейн все чаще использовался для мониторинга всего процесса от производства до доставки, а также для обеспечения безопасности вакцин в цепочке поставок. Приложения блокчейна в этой области включают Ethereum и смарт-контракты, которые могут управлять данными о распространении вакцины против COVID-19 и автоматизировать отслеживание. Решение Ethereum представляло собой децентрализованную платформу приложений, построенную на технологии блокчейна с низкой стоимостью, а смарт-контракты представляли собой автоматически исполняемые и основанные на коде транзакции в блокчейне, которые были достаточно безопасными, чтобы избежать возможных атак и уязвимостей [28]. Блокчейн в сочетании с сетями связи беспилотных летательных аппаратов может обеспечить прозрачность цепочки поставок вакцины и смягчить атаки на безопасность. Кроме того, в 11 исследованиях использовались алгоритмы, такие как нейронные сети, для разработки оптимальных стратегий распределения вакцин, мониторинга температуры хранения вакцин и решения проблем цепочки поставки.

---

6 Facebook/Instagram – проекты Meta Platforms Inc., деятельность которых в России запрещена.

Алгоритмы для модельного прогнозирования вакцинации против COVID-19 зависели от конкретной страны и глобального контекста. Эти алгоритмы в основном дополняли и поддерживали существующие алгоритмы, без явных препятствий для продвижения. Помимо прогнозирования охвата вакцинацией, алгоритмы машинного обучения использовались для анализа данных из системы отчетности о побочных эффектах вакцин для прогнозирования безопасности различных вакцин против COVID-19 для разных возрастных групп.

Информационные сервисы были направлены на повышение эффективности и качества услуг по вакцинации против COVID-19 с помощью алгоритмов и приложений мобильного здравоохранения в качестве поддержки или дополнения к текущим услугам по техническим проблемам, таким как трудности с внедрением этих технологий операторами, которые препятствовали продвижению этих технологий.

Во время пандемии в качестве одного из эффективных подходов для временной массовой вакцинации против COVID-19 предлагались выездные клиники [29]. Модели машинного обучения могут помочь быстро оценить потенциальную производительность и разработать интеллектуальную систему парковки для прививочных клиник. Цифровые технологии также использовались для изучения доступности веб-сайтов регистрации вакцин, чтобы гарантировать, что инвалиды могут самостоятельно планировать приемы для вакцинации; для разработки многоязычного приложения, облегчающего вакцинацию людям с ограниченными навыками местного языка; для планирования в более подходящее время посещения центров вакцинации, для напоминания о дате следующей вакцинации и для предоставления персонализированных электронных писем/сообщений для продвижения вакцинации.

Блокчейн, мобильное здоровье, алгоритмы и биометрические технологии применялись для сертификации вакцинации против COVID-19. Восемь из этих исследований были признаны инновационными, но некоторые цифровые решения имели технические барьеры, транзакционные издержки и этические барьеры для продвижения. Многие страны продвигали сертификацию вакцинации, чтобы люди могли вернуться к нормальной жизни. Сертификат о прививке от COVID-19, созданный на основе технологии блокчейн, обладал преимуществами децентрализации, функциональной совместимости, безопасности, прозрачности и защиты от несанкционированного доступа. Биометрические технологии, такие как распознавание лиц и распознавание радужной оболочки глаза, использовались для определения статуса вакцинации, где алгоритмы глубокого обучения, такие как нейронные сети, могут помочь в выполнении этого процесса. Однако продвижение биометрических технологий может столкнуться с этическими проблемами и проблемами конфиденциальности данных. Также был разработан бот с искусственным интеллектом для обнаружения поддельных сертификатов на вакцины.

Неблагоприятные события после иммунизации отслеживались с помощью инициированных пользователями отчетов в мобильных приложениях, модели динамического мониторинга эффективности вакцины против COVID-19 с помощью блокчейна кода здоровья. Как инновационное цифровое решение, реализация технологии была основным препятствием для внедрения.

Хотя цифровые технологии применялись ко всем аспектам вакцинации против COVID-19 и реагирования на пандемию, эти цифровые прогнозы необходимо проверить на предмет практического применения в реальном мире. Цифровые технологии создают цифровое зеркало реального мира для моделирования воздействия различных сценариев в виртуальной среде, которые все еще нуждаются в проверке в реальном мире, а именно в цифровом двойнике. Технология цифровых двойников успешно применяется во многих областях, в том числе в здравоохранении, а также должна применяться в вакцинации. Хотя применение цифровых технологий для решения проблемы вакцинации против COVID-19 представляет собой необратимую тенденцию и некоторые технологии можно продвигать для глобального внедрения, большинство цифровых технологий по-прежнему сталкивались с препятствиями на пути к обобщению и масштабируемости из-за нормативных, законодательных, этических или технических причин. Например, внедрение блокчейна связано с техническими проблемами, а применение сертификатов вакцинации создало этические проблемы. При продвижении этих цифровых технологий следует уделять внимание правовым и этическим вопросам.

## ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

Отмечается смешанный уровень внедрения цифровых технологий в службах вакцинации даже в Европе: некоторые страны в настоящее время только разрабатывают стратегии электронного здравоохранения, в то время как другие уже внедрили надежные программы. Институциональные веб-сайты, образовательные видеоролики и электронные карты иммунизации являются наиболее часто используемыми цифровыми инструментами. Вебинары и информационные панели представляют собой ценные ресурсы для обучения и поддержки медицинских работников в организации служб иммунизации. Использование текстовых сообщений, общения по электронной почте и приложений для смартфонов также применяется в Европе. Основным препятствием для внедрения цифровых программ является отсутствие ресурсов и общих стандартов [30].

### **Австрия**

В Австрии за закупку вакцин в рамках национальной программы вакцинации отвечает Федеральное министерство труда, социальных дел, здравоохранения и защиты прав потребителей (Bundesministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Konsumentenschutz, BMASSGK). Оно, проводя регулярные научные консультации с Национальным советом по вопросам вакцинации, ежегодно формулирует национальные рекомендации, которые содержат информацию об имеющихся вакцинах, в том числе рекомендованных, и предназначаются главным образом для врачей, фармацевтов и медработников. Подготовка и публикация рекомендаций осуществляется на общегосударственном уровне.

Приложение VaccApp предоставляет информацию о плановых прививках, специальных вакцинах, вакцинах для путешествий и другую соответствующую информацию. Оно помогает в контроле и обновлении статуса вакцинации, способствуя активному участию родителей в охране здоровья их детей, представляя собой легкодоступный инструмент для общения при вакцинации. Часто упоминаемым фактором уменьшения вакцинации является забывчивость родителей относительно последующих доз многодозовых схем. Встроенная технологическая инновация позволяет родителям/опекунам следить за статусом вакцинации детей/иждивенцев. Таким образом, родители или опекуны будут получать напоминания о примененных и запланированных вакцинах для ведения прививочной карты иждивенцев.

Разработка системы e-Impfpass – цифровой записи о прививках (частью которой стало приложение VaccApp) – прошла несколько этапов.

Во-первых, были извлечены ценные уроки из проекта e-Medikation, который показал поставщикам медицинских услуг пользу от приложений eHealth. Одновременно представители разработчика узнали, что необходимы надлежащие стимулы для увеличения поддержки со стороны Австрийской медицинской ассоциации, а именно – простота использования и простота внедрения в медицинскую практику, а также открытость для финансовых переговоров и стимулов. Кроме того, административная и медицинская ценность нового реестра и его цифровой записи о прививках стала совершенно очевидной в начале 2020 г., когда наступление пандемии COVID-19 привело к беспрецедентной общенациональной изоляции [31].



**Рисунок 2. Реклама приложения VaccApp**

Это ясно показывает, что призыв к административной эффективности носит не только технический, но и политический характер, поскольку он облегчает движение к централизации на федеральном уровне, где исторически сложившаяся инфраструктура здравоохранения, а также рабочие места, связанные с ней, имеют политическое и политическое значение. Новый реестр необходимо расширить, включив в него другие прививки, и он должен стать, как первоначально планировалось на пилотном этапе, неотъемлемой частью австрийской программы иммунизации детей. Добавление систем отзыва и напоминания также может быть очень полезным, поскольку исследования показали, что они эффективны в повышении показателей иммунизации [32, 33].

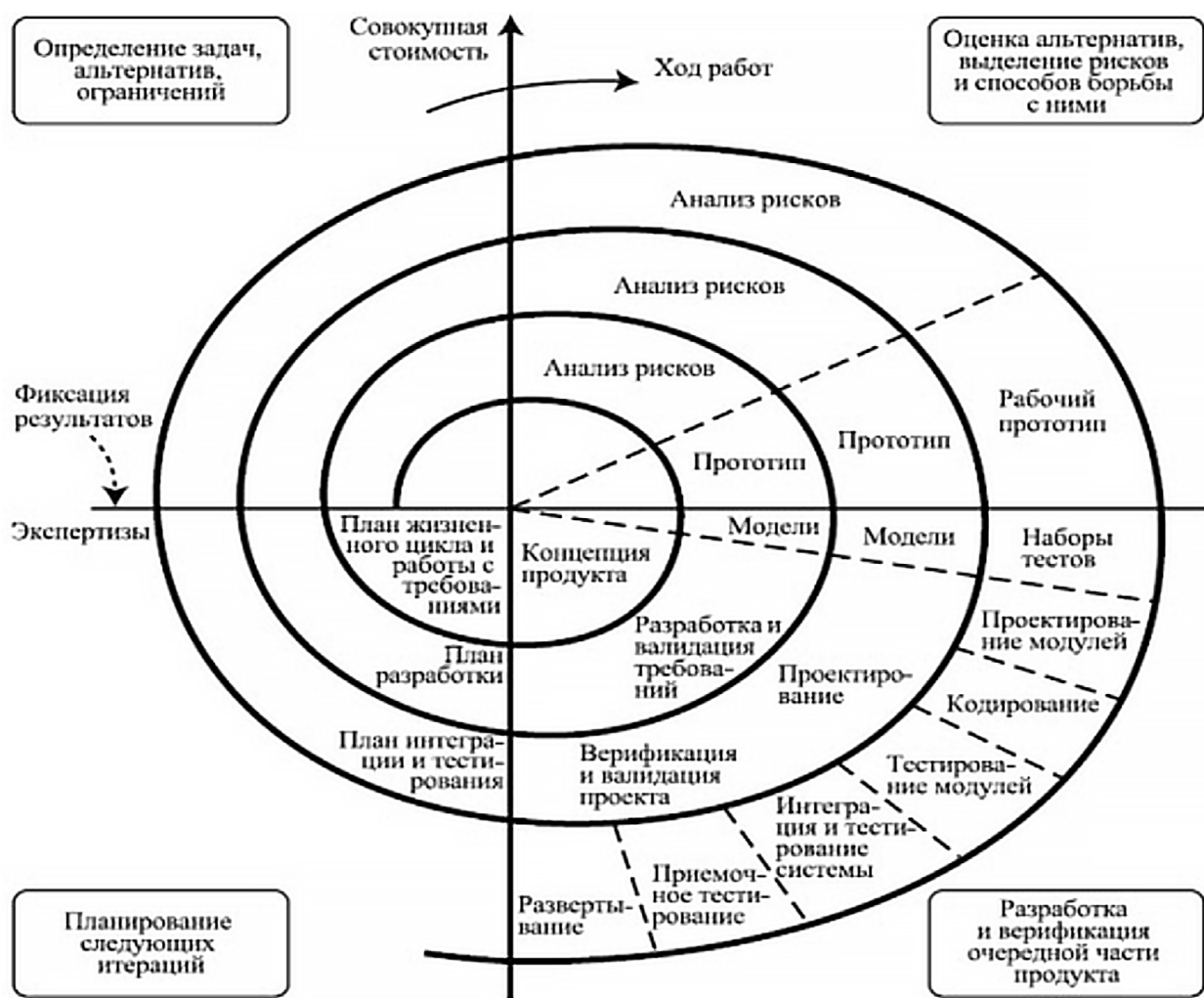
## **Бразилия**

Ранее в рутинной работе медицинских служб прививочная карта была представлена в виде бумажного документа, поддерживаемого в различных форматах и содержании. Это приводило к таким проблемам, как потеря карты и трудности с предоставлением медицинскому работнику доступа к согласованной и надежной информации, поскольку эти карты уязвимы для повреждения или целенаправленного изменения. Для разрешения этой задачи было предложено использование мобильных устройств.

Разработка новой системы проводилась, в соответствии с принципами «жизненного цикла проекта», в три этапа: комплексный обзор литературы, программирование и оценка применения. Продукт оценивался с точки зрения удовлетворенности с использованием утвержденного вопросника и с точки зрения удобства использования по шкалам. Список функциональных возможностей приложения основывался на обзоре технологических инноваций в области иммунизации, опубликованных в научной литературе. Было предусмотрено отображение используемых вакцин непосредственно из информационной системы Национальной программы иммунизации, уведомление о предстоящих вакцинациях и картах вакцинации.

Приложение было разработано в сотрудничестве с профессорами программ по сестринскому делу и информатике Федерального университета Сан-Жуан-дель-Рей, а также с профессорами и студентами Федерального центра технологического образования штата Минас-Жерайс.

Компьютерная система цифровых прививочных карт для мобильных устройств состояла из двух частей: а) системы синхронизации данных, называемой «Системой синхронизации вакцинации на ладони» (Sistema de Sincronismo Vacinação na Palma da Mão – VPM-Sinc); б) мобильного приложения «Вакцинация на ладони» (Vacinação na Palma da Mão). Разработка велась с учетом модели спирального процесса разработки программного обеспечения. Эволюционный поток процессов происходит циклически и представляет собой характеристику, которая позволяет поставлять все более полные версии программного обеспечения. Таким образом, цифровая карта системы вакцинации была построена за три цикла разработки. Первый цикл направлен на разработку системы синхронизации VPM-Sinc; второй цикл используется при анализе и проектировании интерфейсов приложения «Вакцинация на ладони»; третий цикл – при окончательном построении приложения в мобильной среде Android и iOS и его интеграции с VPM-Sinc.



**Рисунок 3. Спиральный принцип разработки программного обеспечения**

Первоначально, чтобы приложение могло обновлять записи о вакцинах, была разработана система синхронизации под названием VPM-Sync, которая состоит из двух модулей. Первый модуль для настольной среды – отбор записей о вакцинах и хранения в онлайн-базе данных на языке Java. Благодаря кроссплатформенности «песочницы Java», разработанной компанией Sun Microsystems и в последующем приобретенной компанией Oracle, существует возможность устанавливать программное обеспечение в прививочных кабинетах с любой компьютерной операционной системой. Вторым модулем, разработанным в веб-среде, позволяет мобильному приложению обновлять записи о вакцинах, хранящиеся в онлайн-базе данных.

В апреле 2018 г. окончательная версия приложения была положительно оценена как специалистами, работающими в прививочном кабинете, так и пользователями отделений первичной медико-санитарной помощи муниципалитетов.

Используя приложение, граждане могут отслеживать свои прививки, зная о своем прививочном статусе, решая проблемы с ведением записей и, таким образом, избегая двойной вакцинации и вспышек иммуноуправляемых заболеваний. Кроме того, доступ пользователей к информации об их прививочном статусе

способствует совместной ответственности за помощь и развитию их автономии, направленной на профилактику заболеваний и укрепление здоровья. Использование информационных технологий изменило отношения между медицинскими работниками и пациентами, в основном расширив доступ к информации и обмен информацией, связанной со здоровьем/заболеванием/лечением.

Для медицинских работников информационные технологии обеспечивают большую точность управления вакцинами, и эти факторы облегчают продвижение действий по наблюдению за состоянием здоровья. Кроме того, они поддерживают сестринскую бригаду в принятии решений о введении вакцин, что позволяет избежать ненужной траты доз, вводимых без необходимости.

Для медицинских приложений одним из основных требований определяется конфиденциальность данных. В разработанном программном продукте безопасность и качество персональных данных обеспечиваются за счет процесса шифрования перед синхронизацией VPM-Sinc в дополнение к системе аутентификации пользователя для проверки предоставленной информации и предоставления доступа к информации о вакцинах.

Важной особенностью системы синхронизации VPM-Sinc является универсальное цифровое средство передачи данных о вакцинации, позволяющее обмениваться данными с любым программным обеспечением для вакцинации через интерфейс прикладного программирования. Эта функция может расширить возможности расширения мобильного приложения Vacinação na Palma da Mão, показывая вакцины, введенные и зарегистрированные в государственных и частных системах вакцинации. Также можно выполнить интегрированную синхронизацию с другими системами вакцинации и, таким образом, увеличить полноту цифровой карты вакцинации отдельных лиц, что позволит достичь целей охвата вакцинацией.

Соответственно, инновация Vacinação na Palma da Mão способствует процессу принятия решений, связанному с управлением медицинской помощью, благодаря организации и систематизации информации, которая станет основой для принятия квалифицированных решений в отношении медицинской помощи [34].

## **Великобритания**

В Англии ответственность за иммунизацию основывается на трехстороннем соглашении между Департаментом здравоохранения, Службой общественного здравоохранения Англии и Национальной службой здравоохранения Англии (НСЗ Англии). Территориальные бригады НЗС Англии при поддержке входящих в их состав специалистов Службы общественного здравоохранения Англии закупают услуги иммунизации у местных поставщиков первичной медико-санитарной помощи. В соответствии с соглашением Департамент здравоохранения осуществляет стратегический надзор, НСЗ Англии закупает услуги, а Служба общественного здравоохранения обеспечивает научную поддержку. Цели по закупке медицинских услуг и потребности в бюджетных средствах для реализации программы по иммунизации ежегодно согласуют и публикуют в соглашении о функциях в области общественного здравоохранения Департамент здравоохранения и НЗС Англии. Служба общественного здравоохранения Англии содействует им в вопросах руководства системой

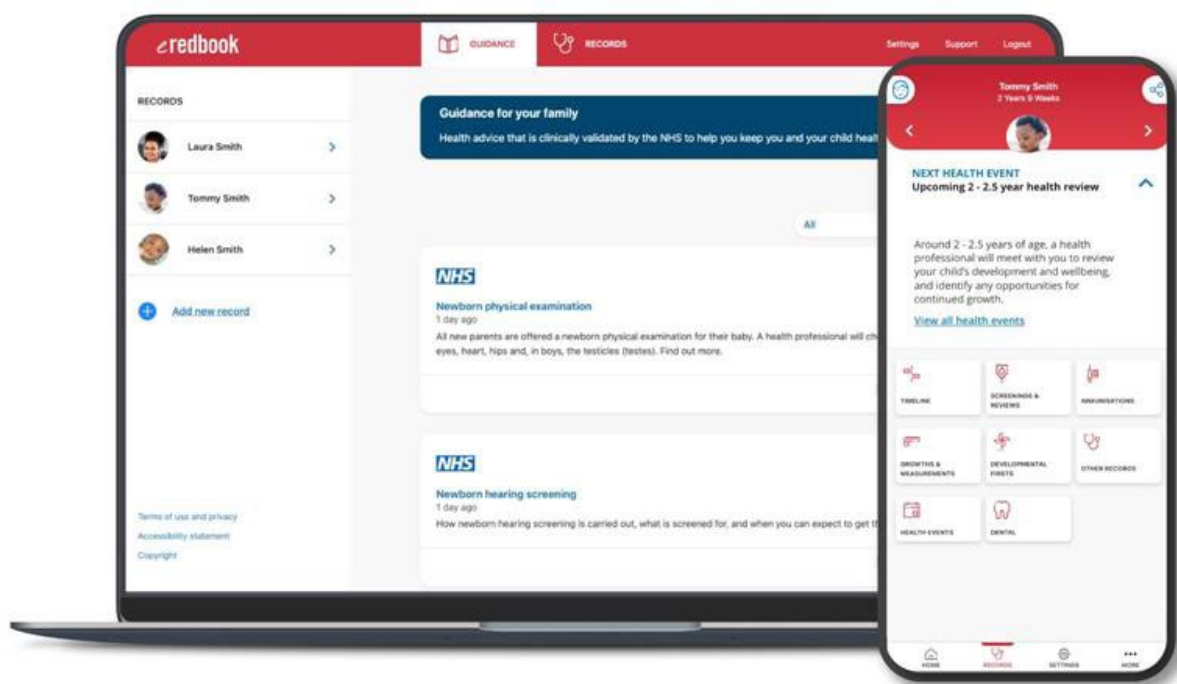
и планирования и выполняет определенные обязанности по осуществлению программы иммунизации, озвучивает требования к оказанию медицинских услуг с использованием отдельных вакцин, закупает вакцины и иммуноглобулины, проводит специализированные консультации и предоставляет необходимую информацию на национальном и местном уровнях.

Взаимодействие на местном уровне предполагает совместную работу НСЗ Англии, Службы общественного здравоохранения Англии и местных органов власти по закупке услуг скрининга и иммунизации и руководству процессом их оказания. Служба общественного здравоохранения Англии нанимает группы специалистов по скринингу и иммунизации, входящие в состав территориальных бригад НСЗ Англии, охватывая различные географические районы. Это значит, что группы скрининга и иммунизации подчиняются как Службе общественного здравоохранения Англии, так и НСЗ Англии. Команды скрининга и иммунизации отвечают за руководство на местах, оказание содействия межведомственной работе, обеспечение надлежащей реализации программ с учетом национальных требований, поддержку процесса подготовки соответствующих служб к работе, проведение консультаций для населения и медработников, мониторинг результатов деятельности местных поставщиков первичной медико-санитарной помощи. Предполагается, что группы по закупке медицинских услуг под руководством местных врачей общей практики будут оказывать поддержку группам по скринингу и иммунизации, в частности по линии повышения качества первичной медико-санитарной помощи. Местные власти отвечают за независимый контроль проведения программы иммунизации, следят за тем, чтобы она отвечала потребностям местного населения, закупает медицинские услуги, к которым могут относиться мероприятия по иммунизации.

В Великобритании Национальная служба здравоохранения претерпевает цифровую трансформацию, согласно Долгосрочного плана Национальной службы здравоохранения от 2019 года. Этот процесс находится под наблюдением NHS-user eXperience (NHSX), подразделения, объединяющего Департамент здравоохранения и социального обеспечения, NHS England и NHS Improvement. В частности, Программа цифровой трансформации здравоохранения направлена на преобразование информационных служб здоровья детей путем поощрения использования приложений и цифровых инструментов для мониторинга состояния здоровья детей и предоставления лицам, осуществляющим уход, доступа к этой информации. Одной из целей этой программы является внедрение Национальной службы оповещения родителей в случае упущенной возможности вакцинировать своих детей [35, 36, 37].

В Великобритании электронные медицинские карты работают и содержат информацию об иммунизации населения в целом. Хотя система доставляет напоминания, функциональная совместимость по-прежнему ограничена, поскольку доступ к ней могут получить только поставщики вакцин или, в зависимости от компании, занимающейся информационными технологиями, специалисты и органы здравоохранения.

Национальное приложение для смартфонов стало доступно в Великобритании. В ней действует eRedbook, виртуальная версия Redbook, буклета, в котором хранятся графики роста детей и медицинские записи.



**Рисунок 4. Интерфейс приложения eRedbook**

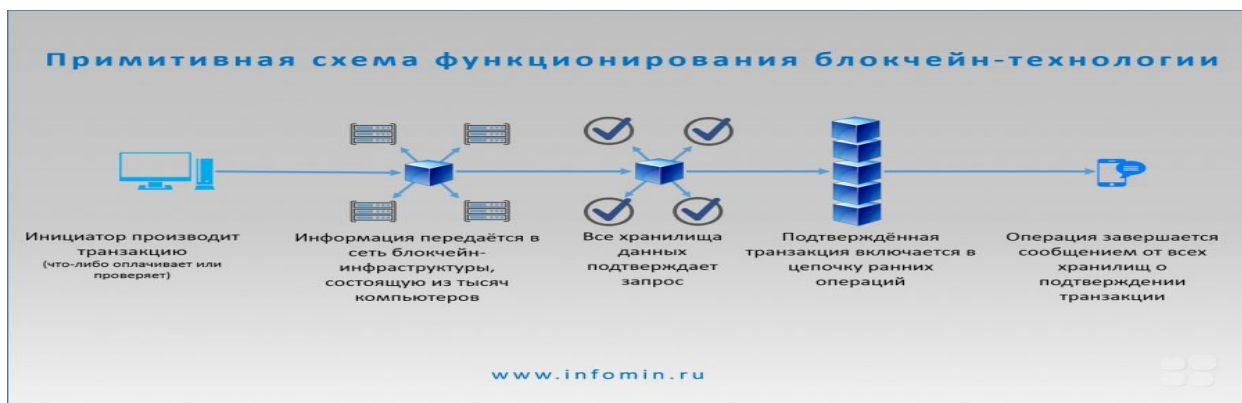
Преимущества электронной «Красной книги» заключаются в возможности получения рекомендаций по охране здоровья с учетом возраста ребенка и информации о программах иммунизации. Доступны интерактивные диаграммы для отслеживания физиологических параметров ребенка. Через приложение родители могут делиться записями с другими опекунами. Дополнительной функцией eRedbook стала интеграция с электронными медицинскими картами. При этом информация о прививках, добавленная родителями в eRedbook, будет передаваться в электронные медицинские карты, а затем станет доступной для органов здравоохранения и будет объединена в панели показателей эффективности.

## **Китай**

В Китае определена целесообразность создания постоянно обновляемого хранилища высококачественных исследовательских данных для исследований безопасности вакцин, включая доказательную поддержку для разработки и корректировки политики, связанной с иммунизацией [38].

Основной проблемой бумажных данных о вакцинах считается их высокая уязвимость для подделки или злоупотребления. Исследования показали, что выдача сертификатов в цифровом виде является более надежным способом их проверки. Использование блокчейна (полностью реплицированной распределенной базы данных) консорциума на основе Hyperledger Fabric<sup>1</sup> для загрузки цифрового паспорта вакцины (DVP) в сеть доказало свою эффективность. Federated Identity Management считается многообещающим подходом к безопасному совместному использованию ресурсов между сотрудничающими партнерами.

1 Тип: Distributed ledger software [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.hyperledger.org/use/fabric> – Загл. с экрана (дата обращения: 10.05.2023).



**Рисунок 5. Схема функционирования распределенной базы данных**

Таким образом, международная архитектура управления идентификацией, предложенная в этом исследовании, позволяет инспекторам в любой стране проверять подлинность DVP прибывающих пассажиров с использованием блокчейна консорциума. Благодаря практическому построению международная федеральная система проверки Hyperledger для DVP, предложенная в этом исследовании, показала возможность выпуска глобального DVP в свете анализа безопасности и тестирования эффективности [39].

С другой стороны, согласно опыту борьбы с COVID-19, конфиденциальная информация о пациентах теперь хранится в централизованном или стороннем хранилище. Одним из самых сложных аспектов использования стратегии централизованного хранения является обеспечение конфиденциальности пациентов и прозрачности системы. Применение технологии блокчейн для поддержки инициатив в области здравоохранения, которые могут минимизировать распространение инфекций COVID-19 в контексте доступности системы и для проверки цифровых паспортов. Только сочетание технологии блокчейна с передовыми криптографическими алгоритмами может обеспечить безопасное и сохраняющее конфиденциальность решение в системе мер борьбы с COVID-19.

Было предложено решение на основе блокчейна, включающее идентификацию, шифрование и децентрализованное хранилище через межпланетные файловые системы (IPFS). Для лиц, сдающих тест на COVID-19 и вакцинированных, решение включает цифровые паспорта здоровья (DHP) в качестве сертификата теста или вакцинации, смарт-контракты, созданные и протестированные с помощью Ethereum, чтобы сохранить DHP для тестируемых и вакцинированных, которые позволяют получить быстрый и заслуживающий доверия ответ от необходимых медицинских органов. Неизменяемый надежный блокчейн сводит к минимуму время отклика медицинского учреждения, облегчает передачу информации и способствует ограничению распространения информации о болезни через DHP. Структура была протестирована в сети Ethereum TESTNET в среде Windows. Результаты исследования показали, что рассматриваемый метод эффективен и осуществим [40].

Необходимо отметить, что рядом исследователей из других стран отмечается, что, хотя у блокчейна есть несколько полезных применений, он, похоже,

не имеет явных преимуществ для электронных сертификатов вакцин (EVC) по сравнению с более традиционными технологиями баз данных. Существует значительная шумиха, связанная с блокчейном, которая может мотивировать его использование в тех случаях, когда в нем нет необходимости. Существующие решения EVC, которые утверждают, что используют блокчейн, не предоставляют достаточно подробностей, чтобы оценить, является ли блокчейн основным компонентом системы [41].

Информационные системы по иммунизации представляют собой компьютеризированные популяционные системы с информацией о вакцинации на индивидуальном уровне, используемой для обеспечения защиты от болезней, которые можно предотвратить с помощью вакцин. Китайский центр по контролю и профилактике заболеваний провел опрос 32 центров по контролю и профилактике заболеваний в провинциях материкового Китая, чтобы определить охват ИИС и выполнение ключевых функций: индивидуальные записи о прививках, управление вакцинами, управление холодной цепью и проверка статуса вакцинации при поступлении в школу. Двадцать семь ИИС в совокупности управляли 252 миллионами записей о прививках детей в возрасте до 6 лет; 20 могли обмениваться записями с другими ИИС. Уровень дублирования записей внутри провинции варьировался от 0,3% до 4,0%, что считается значительным дублированием записей по провинциям. В настоящее время Китай рассматривает возможность создания национального центра ИИС для обмена и анализа данных [42].

Рандомизированное клиническое испытание, проведенное для оценки охвата вакцинацией в сельской провинции Китая с использованием ИТ в иммунизации, позволило отслеживать задержки вакцинации детей путем создания предупреждений, что привело к увеличению охвата вакцинацией в регионе на 17%. Медицинские работники сообщили, что информация, доступная через приложение, способствует непрерывности мероприятий по иммунизации.

Наряду с успехами внедрения информационного компонента в систему массовой вакцинации специалистами отмечаются ряд сложностей и опасностей их применения. Существует множество приложений на тему вакцинации от COVID-19, разработанных официальными и неофициальными организациями, чтобы помочь сообществам, заинтересованным сторонам и работникам здравоохранения справиться с пандемией. Однако наличие приложения на тему COVID-19 сталкивается с различными проблемами, связанными с безопасностью и защитой пользовательских данных. Это связано с тем, что не существует глобального соглашения о безопасной цифровой среде, в котором органы власти имеют право и обязаны контролировать разработку и использование приложений, запущенных разработчиками, включая правовую защиту, которая гарантирует, что пользовательские данные не будут использоваться не по назначению. Более того, технология блокчейн, которая, как считается, способна стать решением, также не полностью реализована. Однако приложения, специально разработанные для поддержки внедрения паспортов вакцин, постоянно развиваются во всем мире. Но развитие и расширение этой системы будет очень медленным и неравномерным в некоторых частях мира из-за серьезного глобального торможения, вынудившего

заинтересованные стороны отдавать приоритет удовлетворению основных потребностей, а не исследованиям и разработкам [43].

В Школе фармации Китайского университета в Гонконге был выполнен систематический обзор анализа экономической эффективности цифровых технологий для улучшения внедрения вакцинации. Включенные семь исследований экономической эффективности показали качество от «хорошего» до «очень хорошего» в соответствии с контрольным списком. Во всех включенных исследованиях сообщалось, что DHI были экономичными или экономически эффективными для улучшения охвата вакцинацией [44].

## **Скандинавские страны (Дания, Норвегия, Нидерланды и Швеция)**

В Нидерландах, согласно национальной стратегии электронного здравоохранения, была внедрена общенациональная МИС, связанная с национальной инфраструктурой Нидерландов, для обмена данными между поставщиками медицинских услуг, в том числе иммунизации. Министерство здравоохранения, социального обеспечения и спорта работает в сотрудничестве с Национальным институтом информационных технологий здравоохранения и Центральным информационным центром для медицинских работников, чтобы контролировать разработку общенационального инструмента электронного здравоохранения. В Нидерландах были разработаны электронные игры, объясняющие исключительную важность вакцинации для детей.



**Рисунок 6. Единый сертификат вакцинации от COVID-19 в Евросоюзе**

У всех жителей Дании есть уникальный идентификационный номер, по которому происходит учет вакцин. С ноября 2015 г. обо всех сделанных прививках необходимо сообщать в Датский регистр вакцинации. В него также можно вносить сведения о ранее введенных вакцинах. Регистр вакцинации ведет Датское агентство медико-санитарной информации. С мая 2014 г. Датский государственный институт сывороток направляет напоминания о вакцинации родителям детей, в медицинских картах которых отсутствует хотя бы одна запись о необходимых прививках (в том числе против КПК). Рассылка электронных писем происходит тогда, когда ребенку исполняется два года, шесть с половиной лет и 14 лет [45].

В Норвегии с 2016 г. активно действует Норвежское управление электронного здравоохранения, подведомственное Министерству здравоохранения и медицинских услуг. Правительство запустило масштабную систему исследований и инноваций в области здравоохранения и ухода, для реализации стратегии Health&Care21. Эта программа направлена на продвижение инноваций в здравоохранении путем финансирования инновационных проектов, способствующих повышению осведомленности и обучающих платформ, уделяя особое внимание государственным закупкам для стимулирования инноваций и развития национального бизнеса в области здравоохранения [46]. В Норвегии было организовано несколько вебинаров для предоставления образовательного контента, такого как специальные кампании по вакцинации против гриппа для пожилых людей и против ВПЧ для подростков, молодых женщин и их матерей [47].

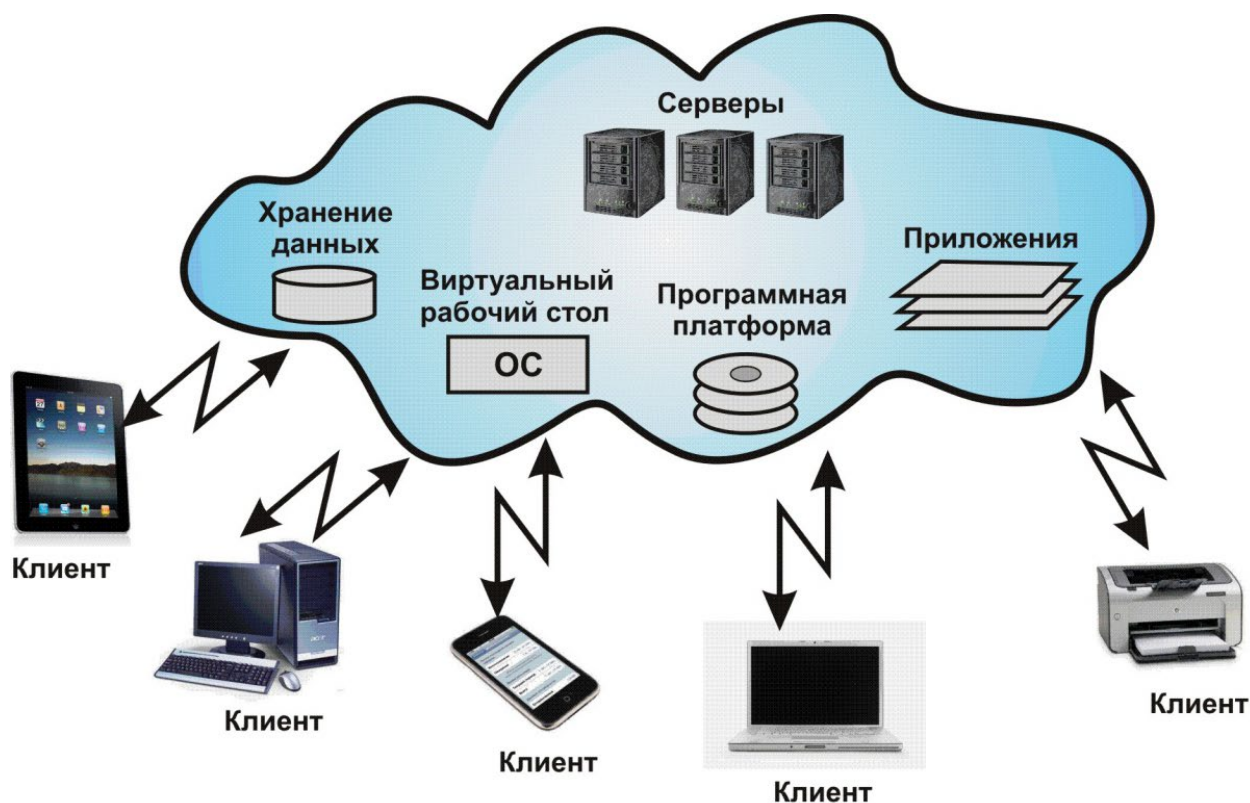
## **США**

Соединенные штаты Америки как федеративное государство имеют ряд особенностей медицинской помощи и, в частности, иммунопрофилактики в разных штатах.

В штате Калифорния разработано приложение My Turn – это программное обеспечение, используемое для управления несколькими кампаниями массовой вакцинации против COVID-19 (<https://myturn.ca.gov/>). Использование системы «Моя очередь» привело к сокращению ручных операций в шести определенных процессах вакцинации: регистрация, составление расписания, введение, документирование, последующее наблюдение и запись о прививках. Опыт основан на введении около 900 тыс. доз вакцины.

В свете неотложных требований последней пандемии учреждения клинической помощи обмениваются данными с ИИС через электронные интерфейсы, интегрированные с электронной медицинской картой (EHR). Организации и компании активизировались, чтобы расширить необходимый функционал.

Чтобы отреагировать на усилия по вакцинации, Департамент общественного здравоохранения Калифорнии создал My Turn, серверную часть мобильных облачных вычислений и веб-портал для пациентов Web 2.0, чтобы позволить пациентам определять соответствие требованиям, регистрироваться и назначать встречу через свою учетную запись в ИИС. My Turn была реализована компанией Accenture (Accenture plc, Дублин, Ирландия) с использованием облачных программных решений, предоставленных Salesforce (Salesforce.



*Рисунок 7. Пример реализации клиент-серверной платформы*

com, Inc., Сан-Франциско, Калифорния) и Skedulo (Skedulo Holdings, Inc., Сан-Франциско, США). Калифорния). Несмотря на использование самых современных технологий, администраторы вакцин и их помощники по-прежнему использовали ручную работу и бумагу в процессе вакцинации. Некоторые из этих ручных задач можно заменить, используя существующую платформу My Turn и сократив использование бумаги в свете постоянной потребности в бустерах вакцин и нехватки рабочей силы в здравоохранении [48].

Также в ряде штатов центрами по контролю и профилактике заболеваний (CDC) разработано приложение вакцинации v-safe для мониторинга безопасности вакцин против COVID-19 и в качестве активного дополнения к существующим программам мониторинга безопасности вакцин CDC. V-safe позволяет людям, получившим вакцины против COVID-19, сообщать о поствакцинальном опыте и о том, как симптомы влияли на их здоровье в течение дня, недели и месяца после вакцинации. Напоминания в виде текстовых сообщений отправляются со ссылками на опросы о состоянии здоровья в Интернете. Опросы включают вопросы для выявления V-безопасных участников, которые могут иметь право на участие в отдельном мероприятии в реестре беременных, которое оценивает исходы для матери и ребенка у беременных во время вакцинации. V-safe внесла свой вклад в оценку CDC безопасности вакцин против COVID-19, одобренных FDA, позволив сообщать о реактогенности практически в реальном времени после начала программы вакцинации против COVID-19 в сообществе, поощряя отчеты в Систему отчетности о побочных эффектах вакцины и облегчая регистрацию в большом реестре поствакцинальных беременностей. Учитывая, что v-safe является неотъемлемым компонентом наи-

более комплексной программы мониторинга безопасности в истории США, мы считаем, что этот подход может быть перспективным в качестве потенциального применения для будущих мероприятий по реагированию на пандемию, а также для развертывания новых вакцин в непандемическом контексте.

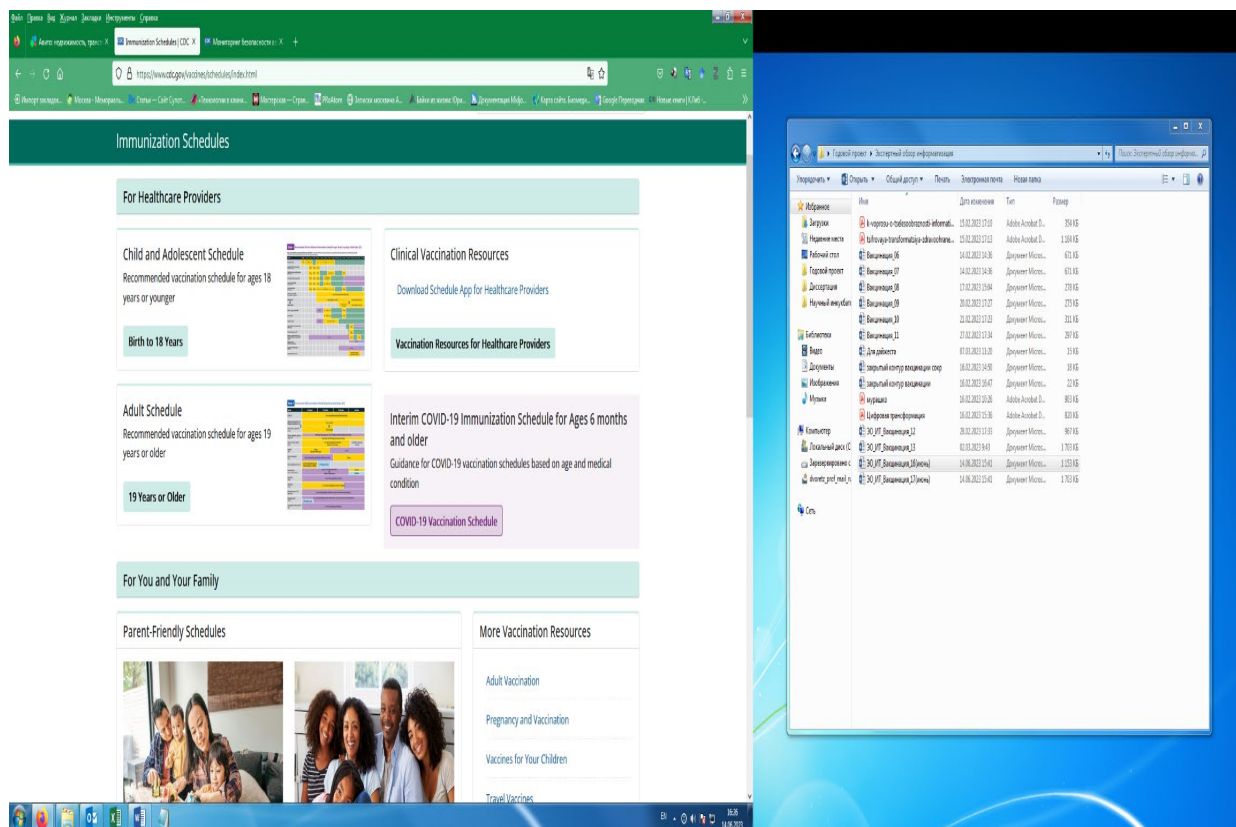


Рис. 8. Приветственная страница web-интерфейса программы V-safe

Отмечается недостаточная результативность применения ИИС для вакцинации против ВПЧ. К причинам этого исследователи относят: невозможность объективизировать число телефонных номеров, принадлежащих пациентам; часто телефонные звонки рассматривались пациентами как спам; эффект нерешительности в отношении вакцины против ВПЧ перевешивает любой возможный эффект напоминаний автодозвона [49].

Внедрение информационных технологий в электронной медицинской карте для улучшения вакцинации против гриппа во время посещений специализированных клиник фактически обеспечило создание системы поддержки принятия врачебного решения (СПВР). Применение СПВР способствовало более высокому уровню консультирования по вакцинам, чем без использования последней [50].

## ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ

В Российской Федерации большое внимание уделяется информатизации системы профилактических мероприятий на государственном, региональном уровнях и уровне медицинской организации.

Основой внедрения информационных технологий в систему вакцинации стали следующие нормативные акты: Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ (ред. от 28.04.2023) «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»; Федеральный закон от 17.09.1998 № 157-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «Об иммунопрофилактике инфекционных болезней»; Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ (ред. от 04.11.2022, с изм. от 30.05.2023) «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

В частности, в 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации», ст. 30 «Профилактика заболеваний и формирование здорового образа жизни» говорится: «Профилактика инфекционных заболеваний осуществляется органами государственной власти, органами местного самоуправления, работодателями, медицинскими организациями, общественными объединениями путем разработки и реализации системы правовых, экономических и социальных мер, направленных на предупреждение возникновения, распространения и раннее выявление таких заболеваний, в том числе в рамках программы государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи, программы иммунопрофилактики инфекционных болезней в соответствии с национальным календарем профилактических прививок и календарем профилактических прививок по эпидемиологическим показаниям». В этом же законе ст. 91 прямо указывает на уровни создания медицинских информационных систем: «Информационное обеспечение в сфере здравоохранения осуществляется посредством создания, развития и эксплуатации федеральных государственных информационных систем в сфере здравоохранения, информационных систем в сфере здравоохранения Федерального фонда обязательного медицинского страхования, в том числе развития и эксплуатации государственной информационной системы обязательного медицинского страхования, и территориальных фондов обязательного медицинского страхования, государственных информационных систем в сфере здравоохранения субъектов Российской Федерации, медицинских информационных систем медицинских организаций, информационных систем фармацевтических организаций (далее – информационные системы в сфере здравоохранения)»<sup>1</sup>.

По распоряжению Министерства здравоохранения Российской Федерации<sup>2</sup> для государственного и регионального уровня в НМИЦ терапии и профилактической медицины разработана вертикально-интегрированная МИС «Про-

1 <https://docs7.online-sps.ru/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=446199&dst=246&date=21.06.2023>

2 ПАСПОРТ Стратегии цифровой трансформации отрасли «Здравоохранение» до 2024 года и на плановый период до 2030 года [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attach/000/057/382/original/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%B8%D1%8F\\_%D1%86%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9\\_%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8\\_%D0%BE%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BB%D0%B8\\_%D0%97%D0%B4%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D0%BE%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5.pdf?1626341177](https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attach/000/057/382/original/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%B8%D1%8F_%D1%86%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8_%D0%BE%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BB%D0%B8_%D0%97%D0%B4%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D0%BE%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5.pdf?1626341177) – Загл. с экрана (дата обращения: 17.04.2023).

филактическая медицина», которая позволяет в режиме реального времени контролировать оказание медицинской помощи гражданам в рамках диспансерного наблюдения, диспансеризации, профилактических и медицинских осмотров и вакцинации на основе первичных данных, генерируемых в медицинских информационных системах медицинских организаций<sup>3</sup> [51].

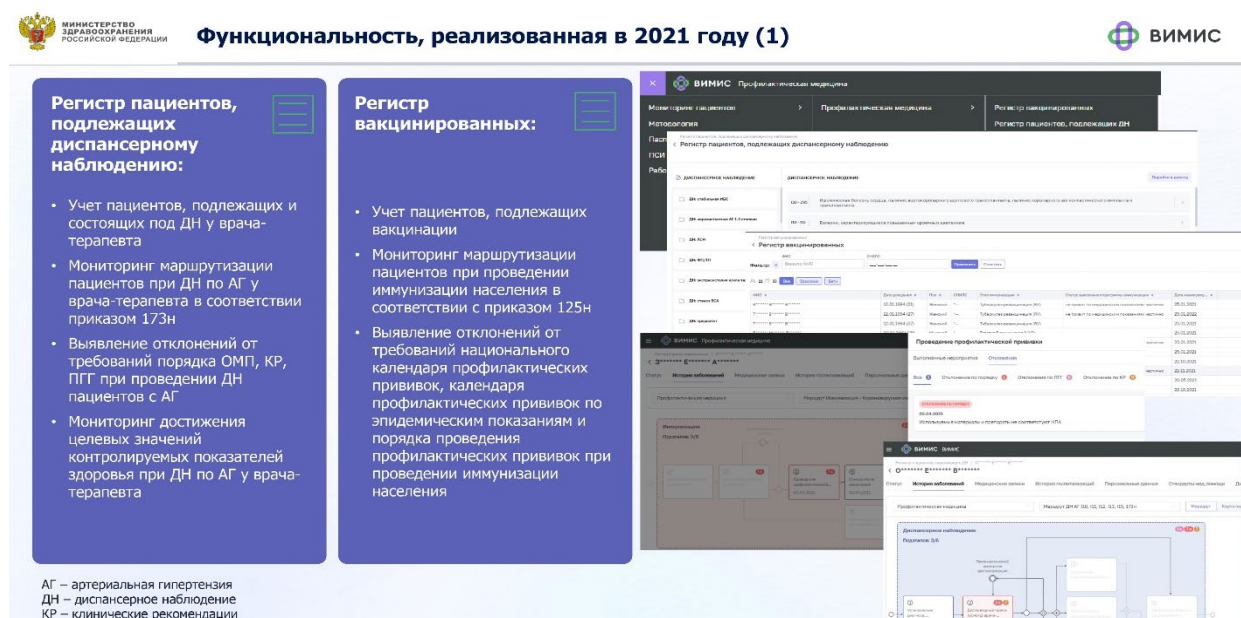


Рисунок 9. Модуль вакцинации в ВИМИС «Профилактическая медицина»

В регионах, отдельных медицинских организациях федерального и ведомственного подчинения функционируют отдельные медицинские информационные системы, значительно различающиеся по функционалу.

МИС «Модем» поддерживает единый электронный реестр и мониторинг диспансеризации и иммунизации, ведение учета данных по профилактическим прививкам и использованной вакцине, формирование планов проведения профилактических прививок на участках, осуществление контроля выполнения графика прививок, формирование итоговых данных по прививкам и использованной вакцине и передачу их в программу ВОЗ, получение необходимых отчетных документов по иммунопрофилактике<sup>4</sup>.

МИС Калужской области имеет значительный раздел «Иммунопрофилактика (Вакцинопрофилактика) 2.0»: общий алгоритм ведения вакцинопрофилактики 2.0, АРМ медсестры кабинета вакцинации 2.0, виды профилактических прививок, планирование вакцинации 2.0, список заданий на планирование вакцинации, план профилактических прививок 2.0, журнал извещений о неблагоприятных реакциях на вакцинацию 2.0, журнал планов вакцинации 2.0, инструкция по записи пациента на вакцинацию и исполнение прививок от COVID-19, журнал записи на вакцинацию против COVID-19, журнал исполненных прививок 2.05.

3 <https://org.gnicpm.ru/vimis-proflakticheskaya-mediczina>

4 <https://nvp-modem.ru/ru/projects/immunization>

5 <https://wiki.is-mis.ru/pages/viewpage.action?pageId=71239476>

РИАМС «ПроМед», разрабатываемый компанией SWAN, содержит модуль, который автоматизирует иммунопрофилактические мероприятия, объединяет информацию о пациенте и вакцинах в едином окне, а также обеспечивает контроль оборота вакцин в медицинской организации<sup>6</sup>.

Модуль «Вакцинопрофилактика» МИС Свердловской области имеет следующие возможности: план прививок по участку и медицинской организации; журнал учета профилактических прививок; список лиц, подлежащих иммунизации, с указанием контактных данных; форму № 5 «Сведения о профилактических прививках за месяц (год)»; форму № 6 «Сведения о контингентах детей и взрослых, привитых против инфекционных заболеваний, по состоянию на 31 декабря 20\_\_ года».

РМИС, права на которую принадлежат ПАО «Ростелеком», а АО «РТ Лабс» является основным подрядчиком по разработке, внедрению и эксплуатации, содержит модуль «Вакцинопрофилактика». Модуль обеспечивает ведение индивидуальных карт прививок пациентов; планирование проведения иммунизации и туберкулинодиагностики пациента; ввод информации о выполненных прививках; регистрацию медицинских отводов и отказов от вакцинации; регистрацию реакций и осложнений вакцинации; формирование отчетных форм.

Медицинская система MedWork обеспечивает информационную поддержку организации иммунопрофилактики инфекционных болезней в форме: ведения и учета данных по осуществлению иммунопрофилактики (в том числе данных медосмотров и поствакцинальных осложнений в рамках национального календаря проф. прививок и календаря проф. прививок по эпид. показаниям); ведение и учет данных по осуществлению иммунопрофилактики, в т. ч. данных медосмотров и поствакцинальных осложнений, контроль назначения иммунобиологических препаратов, учет иммунобиологических лекарственных препаратов, в рамках Национального календаря и календаря профилактических прививок по эпидемическим показаниям, осуществляется автоматизированно в полном объеме в МИС МО с применением сигнальной информации; ведение статистической и аналитической отчетности для контроля и анализа охвата иммунизацией населения. Ведение и получение статистической и аналитической отчетности автоматизировано в полном объеме по всем видам иммунопрофилактических мероприятий, для всех категорий граждан на основе медицинской документации, хранящейся в МИС МО.

С позиций программной инженерии планирование профилактических прививок проводят в соответствии с действующим национальным календарем профилактических прививок и прививочным анамнезом каждого человека. С целью выполнения годового плана профилактических прививок формируется персонифицированный план прививок на текущий месяц, который фиксируется в рабочем журнале медицинских работников, а при наличии в лечебно-профилактической организации программного средства по иммунизации ежемесячно выдается в распечатанном виде. Заполнение журнала по всем графам создает отчетный документ о выполненных прививках за месяц и причинах невыполнения плана на текущий месяц по каждому пациенту. На основе плана

---

<sup>6</sup> <https://rtmis.ru/gosudarstvu/products/immunoprofilaktika/>

прививок вычисляется количество закупаемых вакцин определенной дозировки для каждой категориальной группы из расчета на одного человека [52].

Развитие региональных систем электронной поддержки медицинских прививок может идти по следующим направлениям:

- создание электронной прививочной картотеки (содержащей персональные данные о человеке, информацию о запланированных и произведенных прививках, медицинских отводах и противопоказаниях);
- автоматизированное планирование вакцинаций на основании персональных данных о проведенных прививках и медицинских отводах, Национального календаря и правил применения вакцин;
- автоматизированное формирование планов прививочной работы на определенные временные интервалы;
- автоматизированное формирование списков по различным критериям отбора, аналитических отчетов и сводов;
- автоматизированное планирование закупок медицинских препаратов и расходных материалов [53].

## ОПЫТ Г. МОСКВЫ

С 2011 г. в Москве ведется системная централизованная работа по проектированию, внедрению и адаптации МИС ЕМИАС. Наличие информационной системы позволило 7 сентября 2020 г. начать масштабное рандомизированное двойное слепое плацебо-контролируемое многоцентровое исследование третьей фазы по оценке эффективности, иммуногенности и безопасности комбинированной векторной вакцины «Гам-Ковид-Вак» против COVID-19 у взрослых в 25 больницах и поликлиниках г. Москвы. Исследование проводилось в соответствии с требованиями международных протоколов GCP (Good Clinical Practices).

Исследование позволило продемонстрировать безопасность и эффективность «Гам-Ковид-Вак», комбинированной векторной вакцины для профилактики коронавирусной инфекции, вызываемой вирусом SARS-CoV-2, в сравнении с плацебо, основываясь на числе субъектов исследования с коронавирусной болезнью 2019 (COVID-19), развившейся в течение шести месяцев после получения первой дозы иммунобиологического лекарственного препарата (ИЛП) или плацебо и подтвержденной методом полимеразной цепной реакции (ПЦР).

Использование электронной медицинской документации, данных системы ЕМИАС, привлечение к исследованию специалистов телемедицинского центра ДЗМ, технологии дистанционной оценки состояния здоровья участников исследования с помощью электронных дневников позволили в короткие сроки получить важные научно-практические результаты.

Мобильное приложение позволило быстро и объективно оценить состояние здоровья привитых пациентов [54].

Электронная медицинская карта ЕМИАС содержит в себе раздел «иммунопрофилактика», где отражены все сведения о проведенной вакцинации. Если

это касается ребенка, то система автоматически сигнализирует педиатру о необходимости следующей прививки. Эти сведения по вакцинации стали одинаково доступны как участковым врачам, так и врачам отделений профилактики в образовательных учреждениях в разделе «ЕМИАС.Школа» [55].

Используя сервис ЭМК ЕМИАС, пациент сам может записаться на вакцинацию [56] через сайт mos.ru или портал Госуслуги.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Информационные технологии прочно вошли в систему общественных отношений XXI века. И если раньше ставился вопрос о необходимости их использования в комплексе мероприятий по иммунопрофилактике, то сейчас задается вопрос – как их использовать?

База для создания цифровых решений была сформирована развитием электронных компонентов и системы передачи данных. Современные технологии позволили обеспечить продвижение и контроль вакцинации в режиме реального времени, а использование мобильных устройств – обеспечить возможность удаленного контроля поствакцинального состояния.

Развитие ИКТ в вакцинации начиналось с создания баз данных прохождения плановых прививок в педиатрической практике. В дальнейшем была решена проблема интеграции информации о вакцинации с другими медицинскими документами пациента, информационными системами фармацевтических и транспортных компаний.

Учитывая возрастающий темп жизни, растущую обособленность членов общества, наиболее актуальной стала задача пригласить человека на вакцинацию. Для этого могут использоваться разные подходы децентрализованного и централизованного плана. Современные интернет-СМИ обладают огромными преимуществами перед уходящими в прошлое радио и телевидением: это экстемпоральность (возможность подключиться в любое время), интерактивность (возможность участвовать в опросах и задавать вопросы) и направленность на множество узких социальных групп (тинейджеры, молодые мамы, айтишники, пенсионеры и т. д.). Средства оповещения в мессенджерах о вакцинации также могут быть направлены на отдельные географические и социальные группы.

Тотальное распространение смартфонов позволило гражданам самим планировать дату и время вакцинации, что снизило нагрузку на административный персонал пунктов профилактических прививок.

Многие решения, уже зарождавшиеся в информатике и медицине, были вызваны к жизни необходимостью борьбы с пандемией COVID-19. В частности, технология блокчейн для создания цифрового паспорта вакцинации, приложения для удаленного отслеживания состояния привитого.

Заканчивая обзор, можно сделать вывод о том, что технологии вакцинации плотно интегрированы в современный мир с помощью информационных технологий и существуют глобальные перспективы развития и новых достижений.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Jesse M. Hackell, Sheila L. Palevsky, Micah Resnick, Committee on practice and ambulatory medicine, council on clinical information technology, section on early career physicians; Immunization Information Systems. *Pediatrics* October 2022; 150 (4): e2022059281. 10.1542/peds.2022-059281
2. Jacobson Vann JC, Jacobson RM, Coyne-Beasley T, Asafu-Adjei JK, Szilagyi PG. Patient reminder and recall interventions to improve immunization rates. *Cochrane Database Syst Rev.* 2018;1(1):CD003941. doi: 10.1002/14651858.CD003941.pub3. <https://europepmc.org/abstract/MED/29342498>.
3. Beaunoyer E, Dupéré S, Guitton MJ. COVID-19 and digital inequalities: Reciprocal impacts and mitigation strategies. *Comput Human Behav.* 2020 Oct; 111:106424. doi: 10.1016/j.chb.2020.106424. Epub 2020 May 11. PMID: 32398890; PMCID: PMC7213963.
4. Стратегическая консультативная группа экспертов по иммунизации. Глобальный план действий в отношении вакцин на 2011–2020 гг. Обзор и извлеченные уроки. Женева: Всемирная организация здравоохранения; 2019 г (WHO/IVB/19.07). Лицензия: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
5. Budd J, Miller BS, Manning EM, Lampos V, Zhuang M, Edelstein M, Rees G, Emery VC, Stevens MM, Keegan N, Short MJ, Pillay D, Manley E, Cox IJ, Heymann D, Johnson AM, McKendry RA. Digital technologies in the public-health response to COVID-19. *Nat Med.* 2020 Aug;26(8):1183-1192. doi: 10.1038/s41591-020-1011-4. Epub 2020 Aug 7. PMID: 32770165.
6. Whitelaw S, Mamas MA, Topol E, Van Spall HGC. Applications of digital technology in COVID-19 pandemic planning and response. *Lancet Digit Health.* 2020 Aug;2(8): e435-e440. doi: 10.1016/S2589-7500(20)30142-4. Epub 2020 Jun 29. Erratum in: *Lancet Digit Health.* 2021 Mar;3(3): e147. PMID: 32835201; PMCID: PMC7324092.
7. Lyu JC, Han EL, Luli GK. COVID-19 Vaccine-Related Discussion on Twitter: Topic Modeling and Sentiment Analysis. *J Med Internet Res.* 2021 Jun 29;23(6): e24435. doi: 10.2196/24435. PMID: 34115608; PMCID: PMC8244724.
8. Greyling T, Rossouw S. Positive attitudes towards COVID-19 vaccines: A cross-country analysis. *PLoS One.* 2022 Mar 10;17(3): e0264994. doi: 10.1371/journal.pone.0264994. PMID: 35271637; PMCID: PMC8912241.
9. Kwok SWH, Vadde SK, Wang G. Tweet Topics and Sentiments Relating to COVID-19 Vaccination Among Australian Twitter Users: Machine Learning Analysis. *J Med Internet Res.* 2021 May 19;23(5): e26953. doi: 10.2196/26953. PMID: 33886492; PMCID: PMC8136408.

10. Nezhad ZB, Deihimi MA. Analyzing Iranian opinions toward COVID-19 vaccination. *IJID Reg.* 2022 Jun; 3:204-210. doi: 10.1016/j.ijregi.2021.12.011. Epub 2022 Jan 5. PMID: 35720142; PMCID: PMC8730646.
11. Hu T, Wang S, Luo W, Zhang M, Huang X, Yan Y, Liu R, Ly K, Kacker V, She B, Li Z. Revealing Public Opinion Towards COVID-19 Vaccines with Twitter Data in the United States: Spatiotemporal Perspective. *J Med Internet Res.* 2021 Sep 10;23(9): e30854. doi: 10.2196/30854. PMID: 34346888; PMCID: PMC8437406.
12. Shim JG, Ryu KH, Lee SH, Cho EA, Lee YJ, Ahn JH. Text Mining Approaches to Analyze Public Sentiment Changes Regarding COVID-19 Vaccines on Social Media in Korea. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Jun 18;18(12):6549. doi: 10.3390/ijerph18126549. PMID: 34207016; PMCID: PMC8296514.
13. Yousefinaghani S, Dara R, Mubareka S, Papadopoulos A, Sharif S. An analysis of COVID-19 vaccine sentiments and opinions on Twitter. *Int J Infect Dis.* 2021 Jul; 108:256-262. doi: 10.1016/j.ijid.2021.05.059. Epub 2021 May 27. PMID: 34052407; PMCID: PMC8157498.
14. Yousefinaghani S, Dara R, Mubareka S, Papadopoulos A, Sharif S. An analysis of COVID-19 vaccine sentiments and opinions on Twitter. *Int J Infect Dis.* 2021 Jul; 108:256-262. doi: 10.1016/j.ijid.2021.05.059. Epub 2021 May 27. PMID: 34052407; PMCID: PMC8157498.
15. Hu T, Wang S, Luo W, Zhang M, Huang X, Yan Y, Liu R, Ly K, Kacker V, She B, Li Z. Revealing Public Opinion Towards COVID-19 Vaccines with Twitter Data in the United States: Spatiotemporal Perspective. *J Med Internet Res.* 2021 Sep 10;23(9): e30854. doi: 10.2196/30854. PMID: 34346888; PMCID: PMC8437406.
16. Lyu JC, Han EL, Luli GK. COVID-19 Vaccine-Related Discussion on Twitter: Topic Modeling and Sentiment Analysis. *J Med Internet Res.* 2021 Jun 29;23(6): e24435. doi: 10.2196/24435. PMID: 34115608; PMCID: PMC8244724.
17. Niu Q, Liu J, Kato M, Shinohara Y, Matsumura N, Aoyama T, Nagai-Tanima M. Public Opinion and Sentiment Before and at the Beginning of COVID-19 Vaccinations in Japan: Twitter Analysis. *JMIR Infodemiology.* 2022 May 9;2(1): e32335. doi: 10.2196/32335. PMID: 35578643; PMCID: PMC9092950.
18. Gao H, Guo D, Wu J, Zhao Q, Li L. Changes of the Public Attitudes of China to Domestic COVID-19 Vaccination After the Vaccines Were Approved: A Semantic Network and Sentiment Analysis Based on Sina Weibo Texts. *Front Public Health.* 2021 Nov 11; 9:723015. doi: 10.3389/fpubh.2021.723015. PMID: 34858918; PMCID: PMC8632040.
19. Yousefinaghani S, Dara R, Mubareka S, Papadopoulos A, Sharif S. An analysis of COVID-19 vaccine sentiments and opinions on Twitter. *Int J Infect Dis.* 2021

- Jul; 108:256-262. doi: 10.1016/j.ijid.2021.05.059. Epub 2021 May 27. PMID: 34052407; PMCID: PMC8157498.
20. Aygun I, Kaya B, Kaya M. Aspect Based Twitter Sentiment Analysis on Vaccination and Vaccine Types in COVID-19 Pandemic with Deep Learning. *IEEE J Biomed Health Inform.* 2022 May;26(5):2360-2369. doi: 10.1109/JBHI.2021.3133103. Epub 2022 May 5. PMID: 34874877.
  21. Gao H, Zhao Q, Ning C, Guo D, Wu J, Li L. Does the COVID-19 Vaccine Still Work That «Most of the Confirmed Cases Had Been Vaccinated»? A Content Analysis of Vaccine Effectiveness Discussion on Sina Weibo during the Outbreak of COVID-19 in Nanjing. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Dec 26;19(1):241. doi: 10.3390/ijerph19010241. PMID: 35010501; PMCID: PMC8750531.
  22. Delcea C, Cotfas LA, Crăciun L, Molănescu AG. New Wave of COVID-19 Vaccine Opinions in the Month the 3rd Booster Dose Arrived. *Vaccines (Basel).* 2022 May 31;10(6):881. doi: 10.3390/vaccines10060881. PMID: 35746490; PMCID: PMC9228932.
  23. Boucher JC, Cornelson K, Benham JL, Fullerton MM, Tang T, Constantinescu C, Murali M, Oxoby RJ, Marshall DA, Hemmati H, Badami A, Hu J, Lang R. Analyzing Social Media to Explore the Attitudes and Behaviors Following the Announcement of Successful COVID-19 Vaccine Trials: Infodemiology Study. *JMIR Infodemiology.* 2021 Aug 12;1(1): e28800. doi: 10.2196/28800. PMID: 34447924; PMCID: PMC8363124.
  24. Cotfas LA, Delcea C, Gherai R. COVID-19 Vaccine Hesitancy in the Month Following the Start of the Vaccination Process. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Oct 4;18(19):10438. doi: 10.3390/ijerph181910438. PMID: 34639738; PMCID: PMC8508534.
  25. Jiang LC, Chu TH, Sun M. Characterization of Vaccine Tweets During the Early Stage of the COVID-19 Outbreak in the United States: Topic Modeling Analysis. *JMIR Infodemiology.* 2021 Sep 14;1(1): e25636. doi: 10.2196/25636. PMID: 34604707; PMCID: PMC8448459.
  26. Merrick E, Weissman JP, Patel SJ. Utilizing Google trends to monitor coronavirus vaccine interest and hesitancies. *Vaccine.* 2022 Jun 26;40(30):4057-4063. doi: 10.1016/j.vaccine.2022.05.070. Epub 2022 May 30. PMID: 35660035; PMCID: PMC9149202.
  27. Hagen L, Fox A, O'Leary H, Dyson D, Walker K, Lengacher CA, Hernandez R. The Role of Influential Actors in Fostering the Polarized COVID-19 Vaccine Discourse on Twitter: Mixed Methods of Machine Learning and Inductive Coding. *JMIR Infodemiology.* 2022 Jun 30;2(1): e34231. doi: 10.2196/34231. PMID: 35814809; PMCID: PMC9254747.

28. Verma A. et al. SanJeeVni: Secure UAV-envisioned Massive Vaccine Distribution for COVID-19 Underlying 6G Network //IEEE Sensors Journal. – 2022.
29. Weiss EA, Ngo J, Gilbert GH, Quinn JV. Drive-through medicine: a novel proposal for rapid evaluation of patients during an influenza pandemic. *Ann Emerg Med.* 2010 Mar;55(3):268-73. doi: 10.1016/j.annemergmed.2009.11.025. Epub 2010 Jan 15. PMID: 20079956.
30. Odone A, Gianfredi V, Sorbello S, Capraro M, Frascella B, Vigezzi GP, Signorelli C. The Use of Digital Technologies to Support Vaccination Programmes in Europe: State of the Art and Best Practices from Experts> Interviews. *Vaccines (Basel).* 2021 Oct 3;9(10):1126. doi: 10.3390/vaccines9101126. PMID: 34696234; PMCID: PMC8538238.
31. Paul KT, Janny A, Riesinger K. Austria>s Digital Vaccination Registry: Stakeholder Views and Implications for Governance. *Vaccines (Basel).* 2021 Dec 17;9(12):1495. doi: 10.3390/vaccines9121495. PMID: 34960241; PMCID: PMC8706289.
32. Jacobson Vann J.C., Jacobson R.M., Coyne-Beasley T., Asafu-Adjei J.K., Szilagyi P.G. Patient reminder and recall interventions to improve immunization rates. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2018; 18:1–208. doi: 10.1002/14651858.CD003941.pub3
33. Mammas IN, Spandidos DA. Advancing challenges in Paediatric Virology: An interview with Professor Barbara A. Rath, Co-founder and Chair of the Vienna Vaccine Safety Initiative. *Exp Ther Med.* 2019 Oct;18(4):3231-3237. doi: 10.3892/etm.2019.7948. Epub 2019 Aug 28. PMID: 31588214; PMCID: PMC6766581.
34. Lopes JP, Dias TMR, Carvalho DBF, Oliveira JF, Cavalcante RB, Oliveira VC. Evaluation of digital vaccine card in nursing practice in vaccination room. *Rev Lat Am Enfermagem.* 2019 Dec 5;27: e3225. doi: 10.1590/1518-8345.3058.3225. PMID: 31826166; PMCID: PMC6896816.
35. Brown A, Hartley K. Digital transformation in community nursing. *Br J Community Nurs.* 2021 Sep 2;26(9):422-427. doi: 10.12968/bjcn.2021.26.9.422. PMID: 34473548.
36. Alderwick H., Dixon J. The NHS long term plan. *BMJ.* 2019;364: l84. doi: 10.1136/bmj.l84.
37. Iacobucci G. NHSX: Hancock sets up new policy unit to support technology in NHS. *BMJ.* 2019 Feb 19;364:l793. doi: 10.1136/bmj.l793. PMID: 30782592.
38. Yang Y, Zeng XY, Liu ZK, Li ZX, Zhao HY, Liu ZX, Li P, Yao XY, He BJ, Li KL, Li Y, Sun F, Zhan S. [Artificial intelligence-based literature data warehouse for vaccine

- safety]. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi*. 2022 Mar 10;43(3):431-435. Chinese. doi: 10.3760/cma.j.cn112338-20210407-00288. PMID: 35345302.
39. Shih DH, Shih PL, Wu TW, Liang SH, Shih MH. An International Federal Hyperledger Fabric Verification Framework for Digital COVID-19 Vaccine Passport. *Healthcare (Basel)*. 2022 Oct 6;10(10):1950. doi: 10.3390/healthcare10101950. PMID: 36292397; PMCID: PMC9601543.
  40. Razzaq A, Mohsan SAH, Ghayyur SAK, Al-Kahtani N, Alkahtani HK, Mostafa SM. Blockchain in Healthcare: A Decentralized Platform for Digital Health Passport of COVID-19 Based on Vaccination and Immunity Certificates. *Healthcare (Basel)*. 2022 Dec 5;10(12):2453. doi: 10.3390/healthcare10122453. PMID: 36553977; PMCID: PMC9778149.
  41. Toubiana R, Macdonald M, Rajananda S, Lokvenec T, Kingsley TC, Romero-Brufau S. Blockchain for Electronic Vaccine Certificates: More Cons Than Pros? *Front Big Data*. 2022 Jul 8; 5:833196. doi: 10.3389/fdata.2022.833196. PMID: 35875593; PMCID: PMC9304987.
  42. Wu W, Cao L, Zheng J, Cao L, Cui J, Xiao Q. Immunization information system status in China, 2017. *Vaccine*. 2019 Oct 8;37(43):6268-6270. doi: 10.1016/j.vaccine.2019.08.070. Epub 2019 Sep 13. PMID: 31526621.
  43. Satria FB. Is the coronavirus disease 2019 (COVID-19)-themed applications launched during the pandemic sustainable? *Glob Health J*. 2022 Sep;6(3):180-182. doi: 10.1016/j.glohj.2022.07.004. Epub 2022 Jul 5. PMID: 35813572; PMCID: PMC9254504.
  44. Wang Y, Fekadu G, You JH. Cost-Effectiveness Analyses of Digital Health Technology for Improving the Uptake of Vaccination Programs: Systematic Review. *J Med Internet Res*. 2023 May 15;25: e45493. doi: 10.2196/45493. PMID: 37184916; PMCID: PMC10227707.
  45. Европейская обсерватория по системам и политике здравоохранения. Организация и предоставление услуг вакцинации в Европейском союзе. Под ред. Rechel B, Richardson E, McKee M. Копенгаген: Европейское региональное бюро ВОЗ; 2021 г. Лицензия: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
  46. Models of Child Health Appraised (MOCHA) Project. [(accessed on 27 September 2021)]. Available online: <https://www.childhealthservicemodels.eu/>
  47. Wilson S.E., Quach S., MacDonald S.E., Naos M., Deems S.L., Crowcroft N.S., Mahmud S.M., Tran D., Kwong J., Tu K., et al. Methods used for immunization coverage assessment in Canada, a Canadian Immunization Research Network (CIRN) study. *Hum. Vaccines Immunother*. 2017; 13:1928–1936. doi: 10.1080/21645515.2017.1319022.

48. Yan EG, Arzt NH. A Commentary on Process Improvements to Reduce Manual Tasks and Paper at Covid-19 Mass Vaccination Points of Dispensing in California. *J Med Syst.* 2022 May 30;46(7):47. doi: 10.1007/s10916-022-01823-1. PMID: 35635621; PMCID: PMC9149336.
49. Szilagyi P, Albertin C, Gurfinkel D, Beaty B, Zhou X, Vangala S, Rice J, Campbell JD, Whittington MD, Valderrama R, Breck A, Roth H, Meldrum M, Tseng CH, Rand C, Humiston SG, Schaffer S, Kempe A. Effect of State Immunization Information System Centralized Reminder and Recall on HPV Vaccination Rates. *Pediatrics.* 2020 May;145(5): e20192689. doi: 10.1542/peds.2019-2689. Epub 2020 Apr 6. PMID: 32253263; PMCID: PMC7193977.
50. Shores D, Wilson L, Oliva-Hemker M. Utilizing Information Technology to Improve Influenza Vaccination in Pediatric Patients with Inflammatory Bowel Disease. *Gastroenterol Nurs.* 2019 Jul/Aug;42(4):370-374. doi: 10.1097/SGA.0000000000000321. PMID: 30585911.
51. Карпов О. Э., Храмов А. Е. Информационные технологии, вычислительные системы и искусственный интеллект в медицине. – М.: ДПК Пресс, 2022. – 480 с., ил. – ISBN 978-5-91976-232-4
52. Морковина Э. Ф., Мартынюк А. А., Шухман Е. В. Проектирование информационной системы планирования вакцинации для медицинских учреждений // Научные междисциплинарные исследования. – 2020. – № 2-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/proektirovanie-informatsionnoy-sistemy-planirovaniya-vaktsinatsii-dlya-meditsinskih-uchrezhdeniy> (дата обращения: 19.06.2023).
53. Старцева П. А., Затонский А. В. Автоматизация планирования вакцинации в лечебно-профилактических учреждениях // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2008. – № 11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-planirovaniya-vaktsinatsii-v-lechebno-profilakticheskikh-uchrezhdeniyah> (дата обращения: 19.06.2023).
54. Безымянный, А. С. Клинические исследования вакцины «Спутник V»: проект, удостоенный премии Минздрава России «Призвание» / А. С. Безымянный // Московская медицина. – 2021. – № 4(44). – С. 86-89. – EDN ZMUTZS.
55. Литвиненко, С. Умная поликлиника: от маршрутизации пациентов к искусственному интеллекту в помощь врачу / С. Литвиненко, В. Боваева // . – 2021. – № 2(42). – С. 48-52.
56. Попова, С. А. Российский и зарубежный опыт государственного регулирования социальной сферы в цифровой экономике / С. А. Попова // Вестник Института мировых цивилизаций. – 2021. – Т. 12, № 4(33). – С. 74-81

*Научное электронное издание*

**Старшинин** Андрей Викторович, **Камынина** Наталья Николаевна,  
**Нечаев** Олег Игоревич

# Информационные технологии в вакцинации: анализ зарубежного и российского опыта

Экспертный обзор

*Корректор Е. Н. Малыгина  
Дизайнер-верстальщик П. В. Жеребцов*

Объем данных 1,5 МБ  
Дата подписания к использованию: 27.07.2023.  
URL: <https://niioz.ru/moskovskaya-medsina/izdaniya-nii/obzory/>

ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ»,  
г. Москва, ул. Шарикоподшипниковская, д. 9  
Тел.: +7 (495) 530-12-89  
Электронная почта: [niiozmm@zdrav.mos.ru](mailto:niiozmm@zdrav.mos.ru)

MOCKBA  
2023