



МОСКОВСКАЯ
МЕДИЦИНА



НИИ
ОРГАНИЗАЦИИ
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
И МЕДИЦИНСКОГО
МЕНЕДЖМЕНТА

18+



Фото: НИИОЗММ

Д. А. Андреев

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ МЕДИЦИНСКОЙ СТАТИСТИКИ: МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПОДХОДЫ

ЭКСПЕРТНЫЙ ОБЗОР

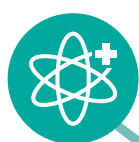
МОСКВА
2026

ЭКОСИСТЕМА

ВОЗМОЖНОСТЕЙ

ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ЗАЩИТА



НАУКА

Научные исследования, планирование и реализация исследовательской стратегии

Этическая экспертиза исследований

Сопровождение в проведении научных исследований и подготовке научных трудов

Мониторинг научной продуктивности и выбор приоритетов развития медицинской науки

Организационные технологии развития здравоохранения

Новые модели экономики здравоохранения

Профессиональные мероприятия офлайн

Цифровая платформа «Московская медицина. Мероприятия» для онлайн-мероприятий

Экспертиза и аккредитация мероприятий в НМО

Разработка научных программ мероприятий

Патронаж мероприятий ДЗМ

ОРГАНИЗАЦИЯ МЕРОПРИЯТИЙ

Публикации в журналах для профессиональной аудитории



Аналитика статистических данных

Помощь в патентовании

Юридическая поддержка

Международное научное сотрудничество

ЦЕНТР МЕДИЦИНСКОЙ СТАТИСТИКИ



Оперативные мониторинги здравоохранения

Консультации по вопросам сбора статистических данных

Государственная статистика здравоохранения

Фармако-экономическое изучение технологий

Нейросети для изучения здравоохранения и поведенческих моделей населения

ЦЕНТР ЦИФРОВОЙ СОЦИОЛОГИИ И СОЦИОГУМАНИТАРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ



Прикладные социологические исследования

Изучение текущих трендов в ценностно-ориентированном здравоохранении

ЦЕНТР «МОСКОВСКАЯ МЕДИЦИНА. ОБРАЗОВАНИЕ»



Аспирантура

Магистратура

Ординатура

Дополнительное профессиональное образование



НИИ ОРГАНИЗАЦИИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И МЕДИЦИНСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА

Разработка методических рекомендаций по развитию медицинских служб города

Помощь в организации публикаций и мероприятий



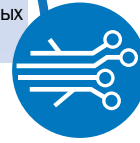
МЕТОДОЛОГИЯ

Разработка сайтов и порталов

Техническая поддержка

Информационная безопасность

Ведение регистров и информационных систем



ИНФОРМАТИЗАЦИЯ

Дизайн и оформление полиграфической продукции

Организация видео- и фотосъемок

Медиаохваты и соцсети

Бренд врача и медицинской организации

КОММУНИКАЦИИ



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

Д.А. Андреев

Цифровая трансформация медицинской статистики: международный опыт и перспективные подходы

Экспертный обзор

Научное издание

Москва
ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ»
2026

УДК 614.1
ББК 51.1
А65

Рецензенты:

Кукшина Анастасия Алексеевна, доктор медицинских наук,
ученый секретарь ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ»;

Тимошевский Александр Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор
кафедры организации здравоохранения и общественного здоровья
образовательного центра ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ».

А65

Андреев Д.А.

Цифровая трансформация медицинской статистики: международный опыт и перспективные подходы: экспертный обзор / Д.А. Андреев. – М. : ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», 2026. – 40 с.

ISBN 978-5-908096-23-2

Обзор систематизирует передовой опыт применения автоматизированных цифровых технологий для решения задач медицинской статистики в России, США, Канаде, Австралии, Германии, Швейцарии, Сингапуре, Японии, Южной Кореи, Китае. В работе приводятся примеры национальных ИТ-архитектур и инновационных технологических решений: от вертикально-интегрированных систем, медицинских 5G-сетей, предиктивных цифровых двойников до роботизированного сбора данных, ИИ-мониторинга страховых транзакций и изолированных телематических контуров.

В публикации отражены актуальные подходы к интеграции процессов обработки статистических показателей, а также подробно рассмотрен один из технологических трендов – переход от централизации к децентрализованным экосистемам анализа данных.

Международный опыт показывает, что минимизация субъективного фактора при извлечении первичных данных в сочетании с автоматизированным потоковым анализом позволяет трансформировать медицинскую статистику из инструмента ретроспективного учета в систему непрерывного формирования отчетности, мониторинга ключевых показателей и прогнозирования в режиме реального времени.

Публикация адресована организаторам здравоохранения, статистикам, а также широкому кругу других специалистов, интересующихся вопросами цифровой трансформации медицинской отрасли.

**УДК 614.1
ББК 51.1**

*Утверждено и рекомендовано к печати Научно-методическим советом ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ»
(Протокол № 6 от 16 июня 2026 г.).*

При использовании материалов публикации ссылка на первоисточник с указанием правообладателя (ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ») обязательна.

ISBN 978-5-908096-23-2

© Андреев Д. А., 2026
© ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНСЕНСУС	6
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ОПЫТ ЦИФРОВИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКОЙ СТАТИСТИКИ	7
1. РОССИЯ: инновационная практика построения вертикально интегрированных медицинских информационных систем	7
2. США: предиктивное моделирование на основе данных реальной клинической практики.....	9
3. КАНАДА: федеративное обучение.....	10
4. АВСТРАЛИЯ: системная агрегация персональных данных.....	11
5. ГЕРМАНИЯ: защищенные телематическая инфраструктура	12
6. ШВЕЙЦАРИЯ: семантические технологии	13
7. СИНГАПУР: пространственно-экологическое моделирование, ИИ-аналитика на основе цифровых двойников	17
8. ЯПОНИЯ: роботизированный сбор данных.....	20
9. ЮЖНАЯ КОРЕЯ: мониторинг больших статистических данных в системе медицинского страхования	21
10. КИТАЙ: управление данными через 5G и суперплатформы	23
ВЫВОДЫ	28
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	29
ПРИЛОЖЕНИЕ. Глоссарий терминов швейцарской сети персонализированного здоровья SPHN	37

СПИСОК ТАБЛИЦ

Таблица 1. Характеристика традиционной и цифровой медицинской статистик	5
Таблица 2. Сравнительный анализ моделей структурирования данных для автоматизации медицинского статистического учета	16
Таблица 3. Анализ моделей и барьеров внедрения систем медицинской статистики (на примере Ичана и Гонконга)	26
Таблица 4. Оценка соответствия платформ электронного здравоохранения нормативным требованиям защиты медицинской информации в Китае.....	27

ВВЕДЕНИЕ

Историческая модель, основанная на ретроспективном сборе агрегированных статистических отчетов, имеет ряд особенностей: она требует значительных трудозатрат на подготовку данных, зависит от качества ручного ввода (человеческий фактор) и обеспечивает доступ к информации с серьезной временной задержкой в несколько месяцев или даже лет [1].

В общественном здравоохранении формируется инновационный тренд, знаменующий переход от традиционной медицинской статистики форм (бумажные отчеты, мануальное заполнение статистических форм человеком), к более прецизионной и оперативной статистике цифровых данных. Последняя базируется на анализе первичного цифрового следа пациента, формирующегося при оказании медицинской помощи [1]. Такой след включает записи электронных медицинских карт, результаты лабораторной и инструментальной диагностики, страховые транзакции и данные персональных медицинских устройств [2].

На этом фоне система медицинской статистики в России стала шире: традиционный ведомственный учет дополнился цифровыми инструментами. Теперь наряду с устоявшимися подходами, применяемыми макроагрегаторами статистических данных (Росстат, Минздрав России и Минтруд России), работают новые сервисы. Среди них стратегическая аналитика больших данных¹, непрерывный мониторинг показателей здоровья. Сочетание официальной государственной отчетности и оперативного цифрового анализа позволяет точнее прогнозировать риски и своевременно обнаруживать угрозы здоровью населения [3].

При этом термин «цифровая медицинская статистика» можно определить как систему статистического учета в здравоохранении, основанную на автоматическом извлечении и процессинге первичных электронных данных в режиме реального времени, в том числе при функционировании Единого цифрового контура сквозной учет на базе Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения – ЕГИСЗ), что минимизирует ручное заполнение традиционных форм отчетности (табл. 1).

¹ Основана на использовании систем, подобных iFORA (intelligent FOResight Analytics), которая разработана в НИУ ВШЭ для применения в сфере прогнозирования глобальных трендов.

Таблица 1. Характеристика традиционной и цифровой медицинской статистики

Параметр	Традиционная статистика	Цифровая медицинская статистика	
Носитель информации	Бумажные карты и журналы	Облачные базы данных и реестры	[4, 5]
Скорость обработки	Месяцы (ежеквартальные и годовые отчеты)	В реальном времени (онлайн-панели и дашборды)	[5]
Инструменты анализа	Ручной подсчет, таблицы Excel	ИИ, BI-платформы, технологии Big Data	[6, 7]
Роль статистика	Рутинный ручной перенос данных в формы	Аналитика данных реальной практики для принятия решений	[8, 9]

Зарубежная практика показывает, что работа с первичными данными упрощается благодаря международному консенсусу. В соответствии с Общим регламентом по защите данных и согласованными национальными законами в ряде регионов допускается использование обезличенных медицинских данных для государственного планирования, разработки организационных мероприятий и научных исследований [10]. Это создает основу для построения сквозных информационных систем национального масштаба. На фоне цифровой трансформации здравоохранения особенно важно оценить международный опыт внедрения и масштабирования цифровых технологий.

Цель данного экспертного обзора – резюмировать мировой опыт применения актуальных цифровых инструментов в сфере медицинской статистики и определить перспективные направления ее развития.

Поиск, анализ информации в рамках подготовки обзора выполнен с применением инструментов экосистем Google и MS Copilot.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНСЕНСУС

Современные стандарты построения систем цифровой медицинской статистики базируются на трех столпах.

- **Облачные вычисления и гибридные хранилища.** Использование облачных вычислений и распределенных озер данных позволяет агрегировать огромные объемы разнородной и разрозненной клинической информации [11, 12].
- **Стандарты интероперабельности** (например, HL7 FHIR² и DICOM³). Передача клинических данных между разнородными информационными системами осуществляется с помощью стандартизированных протоколов обмена сообщениями. Стандарт HL7 FHIR обеспечивает интеграцию структурированных клинических записей, в то время как DICOM стандартизирует передачу объемных медицинских изображений [10]. HL7 FHIR описывает реальные информационные объекты здравоохранения (пациента, диагноз, анализ, врача, организацию и т.д.).

В случаях, когда ведомственные или устаревшие системы не поддерживают FHIR нативно, разработчики используют промежуточные фасады и RESTful API⁴, преобразующие проприетарные данные в совместимый формат [13].

- **Централизованное управление эталонными схемами данных** критически важно для обеспечения уникальности и достоверности идентификаторов в масштабах всей отрасли. Внедрение единых реестров пациентов, медицинских работников, организаций и услуг гарантирует отсутствие дублирования и логических противоречий при консолидации информации, поступающей из тысяч разнородных источников [13].

² HL7 FHIR (fast healthcare interoperability resources; архитектура модульных элементов для обеспечения быстрой интероперабельности медицинских информационных систем) – современный стандарт обмена медицинскими данными, основанный на веб-технологиях и наборе структурированных ресурсов. Он создан организацией HL7 для обеспечения быстрой, простой и совместимой интеграции между медицинскими системами.

³ DICOM (digital imaging and communications in medicine) – международный стандарт хранения и передачи медицинских изображений.

⁴ RESTful API (representational state transfer application programming interface) – способ общения программ через интернет. Он использует простые веб-адреса для обмена данными между сайтом и сервером.

РЕГИОНАЛЬНЫЙ ОПЫТ ЦИФРОВИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКОЙ СТАТИСТИКИ

1. РОССИЯ: ИННОВАЦИОННАЯ ПРАКТИКА ПОСТРОЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНО ИНТЕГРИРОВАННЫХ МЕДИЦИНСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

В России одним из значимых примеров цифровых решений, способных повлиять на развитие медицинской статистики, стало создание вертикально интегрированных медицинских информационных систем (ВИМИС) по ключевым клиническим профилям.

Интеграция региональных МИС с федеральным ядром позволяет автоматически передавать структурированные электронные медицинские документы без участия врача, что создает основу для оперативного получения статистических показателей [14]. Пример: встраивание регионального сосудистого центра Республики Тыва и подключение кардиологической службы к федеральной сети под кураторством профильных НМИЦ [15]. Медицинский информационно-аналитический центр Санкт-Петербурга использует систему веб-отчетов на Федеральном статистическом портале с возможностью отслеживания обмена информацией в реальном времени [16].

Абсолютным лидером в построении сквозных цифровых контуров и автоматизации медицинской статистики является Москва. На базе Единой медицинской информационно-аналитической системы (ЕМИАС) города Москвы реализована бесшовная интеграция с федеральными компонентами ВИМИС. Столичный опыт уникален тем, что в единое информационное пространство объединены не только электронные медкарты амбулаторного и стационарного звеньев, но и Единый радиологический информационный сервис (ЕРИС ЕМИАС). Благодаря этому ИИ-алгоритмы автоматически анализируют и структурируют данные лучевых исследований миллионов пациентов. Интеграция ЕМИАС с профильными ИТ-вертикалями (например, по профилю «кардиология» для контроля пациентов, перенесших инфаркт миокарда) позволяет в автоматическом режиме собирать прецизионную медицинскую статистику о приверженности фармакотерапии и траектории лечения на уровне целого мегаполиса [17].

Особенностью ВИМИС является способность регистрировать траекторию движения пациента по этапам оказания помощи с оценкой соответствия фактических манипуляций утвержденным клиническим рекомендациям. В частности, в профиле «травматология и ортопедия» система контролирует сроки от момента получения травмы до проведения оперативного вмешательства и начала реабилитации [14].

Примером высокоскоростного мониторинга является подсистема регистрации критических акушерских состояний. На базе специализированных ВИМИС «АКиНЕО» по направлениям «акушерство и гинекология» и «неонатология» Минздрава России функционирует всероссийский Регистр критических акушерских состояний. Данная система обеспечивает непрерывное круглосуточное наблюдение за пациентками в регионах страны, автоматически выгружая сведения в единый реестр [18].

2. США: ПРЕДИКТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ РЕАЛЬНОЙ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ

Сбор статистических переменных и управление доказательной базой здравоохранения претерпели фундаментальные изменения под влиянием интеграции реальных клинических данных (Real-World Data, RWD) и доказательств, полученных на их основе (Real-World Evidence, RWE). Катализатором этих изменений стал Закон о медицинской помощи XXI в., обязавший Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов разработать нормативную правовую базу для использования RWE в процессах ускоренного одобрения препаратов и расширения спектра терапевтических показаний [19].

Технологический ландшафт RWE в США базируется на распределенных информационных сетях и открытых стандартах обмена данными [20]. Для интеграции разнородных источников информации применяется стандарт HL7 FHIR, ставший национальным требованием для обмена медицинскими данными [21].

Среди ключевых федеральных и отраслевых программ стандартизации данных выделяются:

- **совместный** проект FDA и Quantum Leap Healthcare Collaborative по автоматизации извлечения структурированных данных из электронных медицинских карт непосредственно в клинические базы данных [21];
- **проект** перехода системы структурированной маркировки лекарств на стандарты FHIR [21];
- **проекты** интеграции систем оценки и смягчения рисков, связанных с применением лекарственных препаратов непосредственно в клинические рабочие процессы [21];
- требования FDA по RWD (2026): сквозной аудит, жесткая структурированность и прозрачность происхождения данных реальной клинической практики [22];
- **отраслевые консорциумы**, такие как Duke-Margolis, активно развивают практики автоматизированного управления данными с использованием ИИ-инструментов и открытых фреймворков [23].

Фреймворки управления данными реальной практики и фенотипирования на базе ИИ преобразуют неструктурированные госпитальные данные (в составе электронных медицинских карт, диагностических изображений, мультиомиксных баз) в научные доказательства. Использование технологий обработки естественного языка и больших языковых моделей позволяет этим системам автоматизировать процессы моделирования траекторий течения заболеваний и стратификацию пациентов [23].

3. КАНАДА: ФЕДЕРАТИВНОЕ ОБУЧЕНИЕ

Фрагментация канадской системы здравоохранения, где каждая из 13 провинций и территорий суверенно управляет собственными реестрами ЭМК, исторически препятствовала развитию системы единой статистической отчетности. Межпровинциальный обмен персональной информацией пациентов заблокирован строгими требованиями конфиденциальности.

Для преодоления этой изоляции Канада первой в мире внедрила гибридную модель – двухкомпонентную платформу, объединяющую технологию Федеративного обучения и жесткую систему этического ИИ-управления [24].

В рамках консорциумов, таких как DHDP (от англ. Digital Health Discovery Platform, цифровая исследовательская платформа здравоохранения) и Канадская сеть первичной медико-санитарной помощи, реализован принцип «чувствительные данные не перемещаются». Первичная информация (клиническая, геномная, результаты визуализации) остается заблокированной на локальных серверах провинциальных госпиталей [25].

Технологический процесс федеративного анализа и обеспечения безопасности данных включает определенные этапы и регуляторные принципы [24].

1. Центральный узел генерирует базовую архитектуру нейросети.
2. Модель направляется на локальные серверы провинций, где обучается на локальных данных.
3. Обратно на центральный координатор возвращаются исключительно вычисленные параметры (веса или градиенты) модели, но не сами данные пациентов.
4. Алгоритмы дифференциальной защиты данных: ИИ обучается на общей статистике, исключая утечку личной информации пациентов.
5. Управление суверенными данными коренных народов – подход, гарантирующий общинам Канады полный контроль над их личной и культурной информацией. Архитектура ИИ строго следует международным стандартам: OCAP (от англ. ownership, control, access, possession) – полное владение, контроль и аудит данных общиной по аналогии с врачебной тайной, CARE (от англ. collective benefit, authority to control, responsibility, ethics) – принципы биоэтики и использования данных ради реальной пользы для здоровья популяции, FPIC (от англ. free, prior and informed consent) – обязательное добровольное информированное согласие, полученное до начала исследования.

Были также успешно апробированы алгоритмы федеративного обучения в целях предиктивного моделирования распространенности сахарного диабета. Созданная распределенная многослойная перцептронная модель продемонстрировала точность и чувствительность, аналогичные показателям моделей, обученных на централизованных базах, доказав, что для качественного предиктивного анализа общественного здоровья нет необходимости подвергать конфиденциальность граждан дополнительным рискам, связанным с процессами централизации [26].

4. АВСТРАЛИЯ: СИСТЕМНАЯ АГРЕГАЦИЯ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Национальная инфраструктура цифровой статистики Австралии сосредоточена вокруг единой платформы My Health Record – защищенного государственного реестра электронных медицинских карт граждан [27]. В системе хранятся единые медицинские карты граждан (анализы, рецепты, диагнозы), доступные онлайн. К концу 2024 г. база медицинских карт охватила более 24,2 млн человек [28].

Технологический фундамент австралийского здравоохранения объединяет комплекс связанных сервисов:

- службу идентификаторов здравоохранения, присваивающую уникальные номера пациентам и врачам [29];
- национальную службу аутентификации в сфере здравоохранения, обеспечивающую защищенный доступ к государственным реестрам [30];
- терминологические службы, стандартизирующие клиническое кодирование документов [30];
- My health – приложение для контроля записей пациентами [27].

Технологический базис интеграции интернета медицинских вещей в Австралии опирается на открытую архитектуру API, позволяющую подключать потребительские гаджеты (умные часы, фитнес-трекеры, тонометры) непосредственно к профилю единой медицинской карты гражданина [31]. Правительство разработало инструмент оценок для сторонних мобильных приложений [32].

Однако практическая эксплуатация единых медицинских карт выявила инертность специалистов первичного звена [33]. Проведенные опросы показали: 31% врачей общей практики редко используют австралийскую систему My Health Record. Врачи отмечают избыточный объем неструктурированной информации и отсутствие удобных интерфейсов визуализации данных [34].

5. ГЕРМАНИЯ: ЗАЩИЩЕННАЯ ТЕЛЕМАТИЧЕСКАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

В Германии развернута масштабная телематическая инфраструктура (die Telematikinfrastruktur, TI), объединяющая всех субъектов здравоохранения [35, 36]. Координатором разработки стандартов, процедур аутентификации и обеспечения интероперабельности выступает Национальное агентство цифровой медицины [37].

В текущей версии архитектуры (TI 1.0) работа жестко зависит от использования специальных коннекторов и постоянного применения физических смарт-карт (карт учреждений и врачей) [38].

В настоящее время осуществляется переход к концепции TI 2.0, которая базируется на принципе нулевого доверия. Для врачей это означает переход к более комфортной и стабильной работе в цифровой среде [39, 40].

- Вместо рутинного использования физических пластиковых смарт-карт для авторизации вводятся защищенные цифровые сертификаты, что упрощает идентификацию персонала.
- Вместо установки множества локальных коннекторов участники системы переходят на высокоскоростные облачные решения (от сертифицированных партнеров, таких как компания RISE⁵). Это обеспечивает стабильную и быструю работу системы без зависаний даже при высокой нагрузке.
- Безопасность данных обеспечивается централизованно: круглосуточная специализированная служба берет на себя выявление аномалий и отражение кибератак, позволяя медицинскому персоналу сосредоточиться исключительно на лечебном процессе, не беспокоясь о технических уязвимостях.

⁵ Название австрийской ИТ-компании-разработчика (RISE GmbH – Research Industrial Systems Engineering). Она является одним из главных технологических партнеров правительства Германии в проекте цифровизации здравоохранения и разработке высокоскоростных коннекторов, облачных решений для TI.

6. ШВЕЙЦАРИЯ: СЕМАНТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Швейцарская конфедерация решила проблему фрагментации медицинских данных, обусловленную децентрализованным кантональным делением и использованием нескольких государственных языков, путем создания Швейцарской сети персонализированного здравоохранения (Swiss Personalized Health Network, SPHN) [41]. В основе SPHN лежит стратегия семантической интероперабельности, базирующаяся на технологиях Semantic Web и «графовом» представлении переменных (табл. 2) [42].

Вместо централизации данных в единой базе SPHN использует концепцию распределенных медицинских знаний на основе стека стандартов консорциума всемирной паутины (гlossарий терминов в приложении) [41]. Стандарты Консорциума Всемирной паутины – среда описания ресурсов (RDF), схема среды описания ресурсов (RDFS) и язык веб-онтологий (OWL) – это технологии семантической паутины, которые служат основой для интеграции разнородных клинических данных (гlossарий терминов представлен в приложении). Они позволяют связать информацию из различных медицинских систем в единый граф знаний, переводя ее на понятный для компьютеров язык [43]. Данная система построена по принципу от простого к сложному. Сначала модель RDF связывает отдельные медицинские сущности в простейшие логические триады (например, «пациент – имеет симптом – кашель»), затем надстройка RDFS распределяет их по клиническим категориям (классифицирует кашель как респираторный симптом, а амоксициллин как антибиотик). Язык медицинских онтологий OWL задает строгие правила и логические ограничения [43, 44]. В совокупности эти инструменты позволяют интеллектуальным системам не просто распознавать текст в электронных медкартах, а глубоко анализировать клинический контекст, автоматически находить противопоказания и формулировать новые знания для поддержки принятия врачебных решений [45].

Практическая реализация швейцарской семантической модели (рис. 1, 2) опирается на комплекс базовых компонентов [41].

- **Национальный реестр данных Швейцарской сети персонализированного здравоохранения (SPHN Dataset).** Это единый цифровой эталон и чертеж медицинских понятий. Он обязывает все университетские и государственные больницы страны кодировать одни и те же клинические параметры (симптомы, лабораторные анализы, диагнозы) строго одинаково, обеспечивая полную сопоставимость данных [42].
- **Сервис автоматизации «цифровой архитектор» швейцарской медицинской сети (в оригинале SPHN Schema Forge).** Веб-приложение, которое переводит обычный текстовый реестр на цифровой язык ИИ – в формат схемы среды описания ресурсов (RDF Schema) (см. гlossарий в приложении) [42].

- **Результаты эволюции цифровой схемы данных (SPHN RDF Schema).** Масштаб и глубина понимания медицины компьютером постоянно растут. Первая версия схемы (июнь 2021 г.) распознавала всего 64 базовых медицинских понятия. К версии 2024.1 система расширилась до 168 параметров. В актуальном релизе 2025.2 схема охватывает уже 209 сложнейших клинических концепций. Все элементы напрямую связаны с 18 главными международными цифровыми медицинскими справочниками [41].
- **Программный модуль-шлюз (SPHN Connector).** Специальное программное обеспечение, развернутое внутри ИТ-систем университетских госпиталей. Выполняет три задачи: контролирует качество локальных данных, автоматически трансформирует стандартные больничные таблицы в единую сеть взаимосвязанных ИИ-графов, проверяет их на соответствие международным научным принципам FAIR⁶ [41].



Рис. 1. Принцип работы конвейера автоматического моделирования «кузница схем» (the SPHN Schema Forge pipeline, адаптировано из [45]; лицензия Creative Commons Attribution 4.0 International License; <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>). Данный инструмент объединяет в себе три специализированных программных модуля: конвертер медицинских реестров (SPHN Dataset2RDF), генератор цифровых протоколов (SPHN SHACLer) и автоматический составитель руководств (SPHN Schema Doc), которые последовательно преобразуют утвержденный реестр клинических понятий в четыре готовых практических продукта: 1) схему данных в формате RDF (RDF Schema), используемую в качестве цифрового ядра на платформах клинических данных больниц для стандартизации историй болезни [45, 46]; 2) правила логического контроля качества (SHACL-валидаторы) в формате RDF Turtle, которые работают как жесткие цифровые протоколы для автоматической проверки медицинских карт на ошибки и пропуски; 3) автоматические поисковые запросы на языке SPARQL, позволяющие врачам мгновенно формировать базовые аналитические срезы и отчеты по медицинской статистике в один клик; 4) интерактивную справочную документацию в формате веб-страницы (HTML) на базе утилиты ryLODE, выступающую наглядным руководством для быстрого освоения стандартов швейцарской системы новыми клиниками и исследовательскими группами [45]

⁶ Принципы FAIR – это международный стандарт качества данных, требующий, чтобы медицинская информация была легко находимой (findable), доступной (accessible), совместимой (interoperable) и пригодной для повторных исследований (reusable).

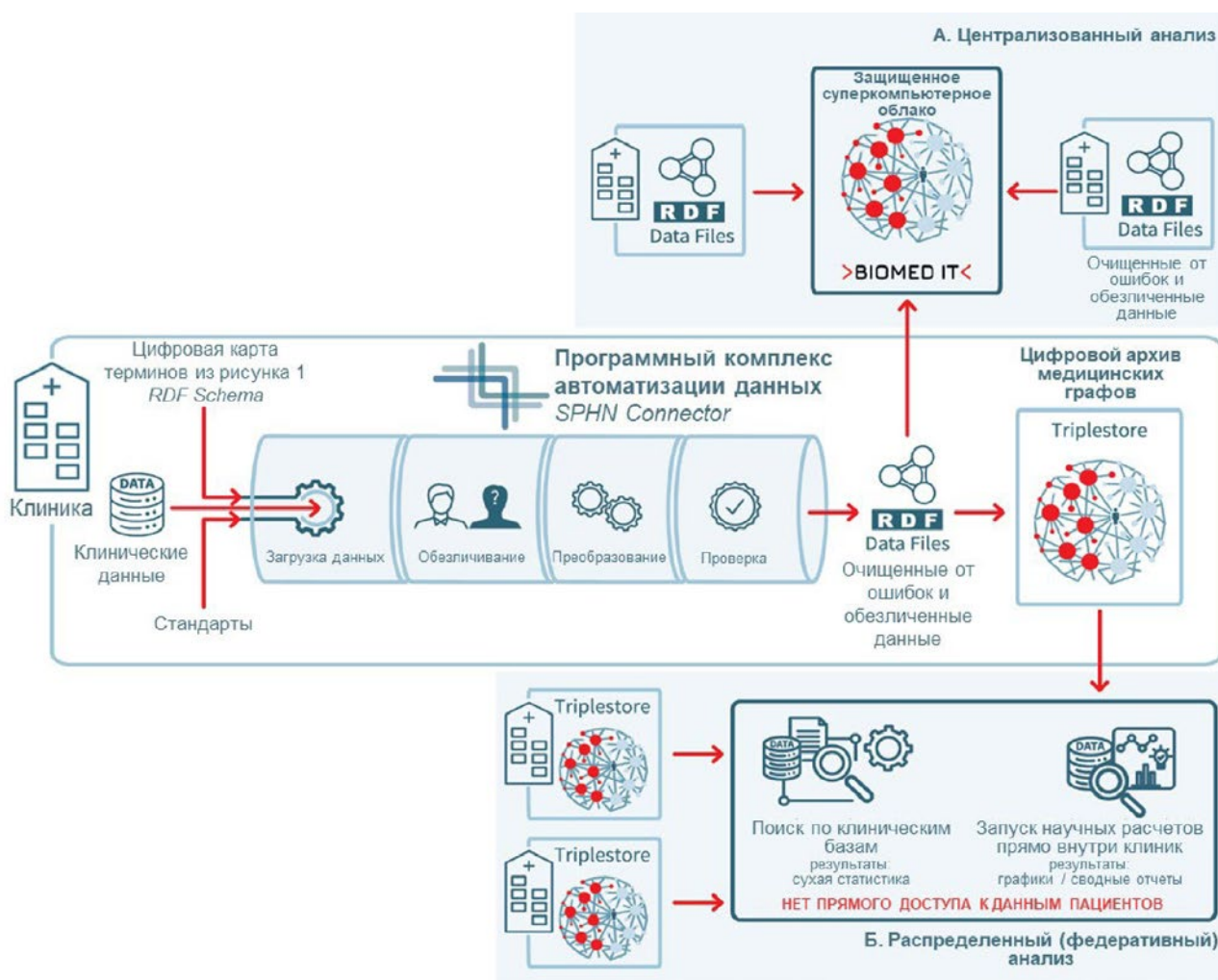


Рис. 2. Автоматизация сбора и анализа медицинской статистики с помощью централизованного и федеративного (распределенного) подходов на основе модулей SPHN Connector (адаптировано из [46], лицензия Creative Commons Attribution 4.0 International License, <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>): А – централизованная автоматизация статистического анализа. Клинические данные из различных медицинских учреждений автоматически выгружаются и преобразуются в цифровые RDF-графы⁷, после чего физически передаются в единую защищенную ИТ-среду (платформу BioMedIT). Это позволяет исследователям мгновенно получать сквозную, готовую к расчетам статистику по всей стране и безопасно проводить масштабные многоцентровые исследования без ручного сведения таблиц из разных больниц; Б – федеративная (распределенная) автоматизация статистического анализа. Процесс сбора статистики полностью автоматизирован на местах, внутри самих клиник-поставщиков информации, где графы знаний локально хранятся в цифровых репозиториях (триплсторах). Система позволяет осуществлять удаленный поиск: исследователь отправляет дистанционный запрос, алгоритм автоматически подсчитывает и выдает обобщенные (агрегированные) статистические результаты по всем больницам (например, мгновенно рассчитывает численность нужной когорты пациентов). Статистика собирается в один клик, при этом сами истории болезней защищены от утечек, так как не покидают периметр больниц [46]

⁷ Способ организации цифровой информации, при котором данные хранятся не в виде привычных плоских таблиц, а в виде сети взаимосвязанных объектов.

Практическая реализация семантической модели опирается на концепцию графов. Медицинский граф знаний устроен подобно нейронной сети головного мозга, где клинические понятия (пациенты, диагнозы, лекарства) выступают в роли узлов, а их клинические взаимоотношения (симптомы, назначения, противопоказания) образуют прямые смысловые связи [46].

Когда миллионы таких цепочек переплетаются, получается объемная трехмерная паутина данных [43]. ИИ способен мгновенно перемещаться по этим связям в любом направлении. Это позволяет за доли секунды находить скрытые клинические закономерности (например, редкие побочные эффекты при совместном приеме нескольких лекарств), которые врач просто не заметил бы в терабайтах обычных больничных таблиц [46].

Таблица 2. Сравнительный анализ моделей структурирования данных для автоматизации медицинского статистического учета [43, 45, 46]

Критерий сравнения	Традиционные таблицы (Excel / реляционные базы данных больниц)	Графы семантической паутины
Принцип хранения информации	Данные пациентов изолированы в отдельных строках и ячейках. Требуется жесткая структура	Информация изначально записывается в виде логических цепочек (триплетов): «субъект – связь – объект»
Клинический пример структуры	Данные о симптоме (одышка) и диагнозе (ИБС) лежат в разных таблицах, не связанных напрямую	Связная цепочка: «пациент А → имеет симптом → одышка» и «одышка → указывает на → ИБС»
Связывание данных из разных больниц	Сложное и ручное. ИТ-специалистам необходимо писать громоздкие формулы и связующие SQL-запросы для каждой базы	Автоматическое. Миллионы цепочек переплетаются в единую трехмерную паутину совместимых данных
Поиск скрытых клинических закономерностей	Затруднен. Человек или алгоритм не способны быстро обнаружить сложные кросс-табличные зависимости в терабайтах данных	Мгновенный. ИИ свободно перемещается по связям графа в любом направлении за доли секунды
Автоматизация медицинской статистики	Требуется ручное сведение отчетов, очистки таблиц и длительной аналитической подготовки	Статистика и нужные когорты пациентов выгружаются в один клик через автоматические поисковые запросы
Применение в анализе лекарственного взаимодействия	Ограничено. Сложно сопоставить побочные эффекты полипрагмазии (приема множества лекарств) у разных пациентов	Идеально. Мгновенно выявляет редкие побочные эффекты при совместном приеме нескольких препаратов у тысяч пациентов

7. СИНГАПУР: ПРОСТРАНСТВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ИИ-АНАЛИТИКА НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

Важным событием в развитии цифровых статистических технологий в Сингапуре стало внесение в парламент в январе 2026 г. законопроекта о медицинской информации. Документ обязует медицинские организации страны передавать стандартизированный набор базовых характеристик пациентов в Национальную систему электронных медицинских карт. Доступ к информации предоставляется исключительно медицинским учреждениям и специалистам, непосредственно участвующим в лечебном процессе, а ее использование строго ограничено целями оказания медицинской помощи. За пациентами закрепляется право контроля сессий доступа к их картам. Разработана технология для врачей, обеспечивающая обход блокировок в экстренных случаях. Каждый случай использования такой технологии автоматически отправляется на независимый аудит в Министерство здравоохранения во избежание злоупотреблений [47].

Сингапур демонстрирует передовой опыт применения предиктивного моделирования общественного здоровья на основе жестких стандартов сбора статистических сведений и внедрения цифровых двойников [48]. В рамках концепции «Умный здоровый город» автоматизированы процедуры сопоставления данных Национальной электронной медицинской карты с геопространственными и экологическими показателями [49].

Накопленные практики Сингапура охватывают как популяционное моделирование, так и прецизионное управление госпитальной инфраструктурой через технологии цифровых двойников.

Цифровые двойники в Сингапуре развиваются по трем основным направлениям.

- **Физиологическое предиктивное моделирование.** Платформа HealthVector Diabetes (рис. 3) представляет собой фундаментальный цифровой двойник метаболических процессов человека. На основе анализа четырех параметров (глюкозы натощак, холестерина, ИМТ и артериального давления) система формирует индивидуальный трехлетний риск развития хронической болезни почек у пациентов с сахарным диабетом 2-го типа без исходных почечных патологий. Внедрение платформ в клиниках позволяет терапевтам превентивно корректировать лечение, замедляя наступление терминальной стадии почечной недостаточности в среднем на 15 лет и продлевая период высокого качества жизни пациентов [50, 51].

- **Операционный госпитальный менеджмент.** Развертывание системы четырехмерного эпидемиологического надзора 4D-DOSS (4-Dimensional Disease Outbreak Surveillance System) направлено на интеграцию и анализ электронных медицинских карт, результатов лабораторной аналитики и данных о перемещении пациентов внутри клиник для превентивного выявления госпитальных инфекций. Архитектура решения предусматривает полную интеграцию с транзакционными клиническими системами и системой управления коечным фондом. Программа визуализирует пространственное перемещение пациентов и медицинского персонала в трехмерной цифровой копии (двойнике) здания, сопоставляя траектории их движения с инженерными сетями – системами вентиляции, кондиционирования и водоснабжения [52].

Применение 4D-DOSS сократило время эпидемиологического поиска контактных лиц с 3,5 ч до 30 мин., показав экономическую эффективность 68,6% при предупреждении вспышек резистентного золотистого стафилококка [53]. В целом оказалось возможным выполнить моделирование распространения гипотетических патогенов (болезни X) для планирования развертывания изоляционных боксов и распределения ресурсов [54].

- **Пространственно-экологическое моделирование.** Проект Virtual Singapore, созданный Земельным управлением, представляет собой высокоточную динамическую 3D-модель мегаполиса, включающую подземные коммуникации и датчики интернета вещей. Технология позволяет симулировать эпидемиологические риски в масштабах города [55].

СИСТЕМА ПРЕДИКТИВНОЙ АНАЛИТИКИ HEALTHVECTOR® DIABETES

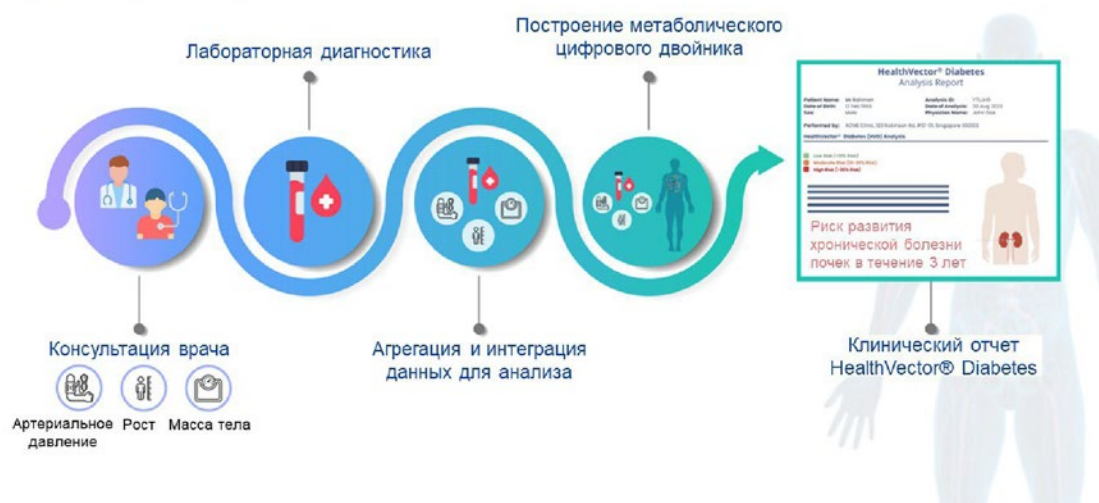


Рис. 3. Этапы реализации прогнозирования HealthVector® Diabetes [50]. Процесс включает сбор антропометрических данных и показателей АД, интеграцию результатов лабораторных исследований, консолидацию данных для построения метаболического цифрового двойника и формирование финального отчета с расчетом долгосрочных рисков (в частности, риска развития хронической болезни почек в течение 3 лет, адаптировано из [56]). Система не требует специфических дорогостоящих тестов. На входе используются рутинные параметры (клинико-антропометрические данные и лабораторные биомаркеры)

Интересным подходом является интеграция системы Национальных электронных медицинских карт с датчиками состояния окружающей среды. Во время экологических кризисов, вызванных, например, трансграничным распространением дыма от лесных пожаров, система в реальном времени сопоставляет концентрацию микрочастиц PM_{2,5}⁸ с медицинскими профилями граждан. ИИ-алгоритмы осуществляют риск-стратификацию населения, самостоятельно направляют предупреждения, инициируют продление рецептов на ингаляторы для пациентов с астмой и ХОБЛ. Во время смога 2019 г. данная упреждающая тактика позволила снизить показатель предотвратимой госпитализации пациентов пульмонологического профиля на 30% [49].

⁸ PM_{2,5} (от англ. particulate matter) – мелкодисперсные аэрозольные частицы и капли жидкости диаметром менее 2,5 микрометра, находящиеся во взвешенном состоянии в воздухе. В отличие от крупных частиц (например, PM₁₀), которые задерживаются в верхних дыхательных путях, частицы PM_{2,5} из-за своего ультрамалого размера преодолевают гистогематический барьер, проникая глубоко в альвеолы и вызывая локальное и системное асептическое воспаление.

8. ЯПОНИЯ: РОБОТИЗИРОВАННЫЙ СБОР ДАННЫХ

Япония экстренно решает проблему стремительного старения населения и дефицита медицинского персонала: к 2040 г. нехватка кадров может превысить 570 тыс. человек. Чтобы справиться с кризисом, в домах престарелых внедряют робототехнику и цифровизируют процессы опеки.

В стране развернута масштабная экосистема пассивного цифрового мониторинга на базе сенсорных устройств, умных кроватей и роботов-ассистентов. Систематическая интеграция этих решений в повседневную практику стационаров и учреждений долгосрочного ухода позволила автоматизировать непрерывную агрегацию персонализированных данных о соматическом статусе, паттернах сна и когнитивных метриках пациентов. В результате рутинная робототехника трансформировалась в сквозной инструмент формирования масштабных баз данных [57, 58].

Под роботом-помощником понимается интегрированная система, объединяющая сенсорные датчики, исполнительные механизмы и алгоритмы ИИ. Технологический кейс роботизированного сбора данных базируется на сетевой интеграции бесконтактных прикроватных мониторов и коммуникационных социальных роботов [59].

Механизм мониторинга включает несколько последовательных этапов..

1. Сенсорные датчики непрерывно регистрируют показатели пульса, частоты дыхания и двигательной активности пожилого человека во время сна.
2. При попытке пациента самостоятельно покинуть кровать в ночное время сенсор активирует алгоритм робота-ассистента.
3. Робот немедленно отправляет тревожное оповещение на мобильный телефон дежурного сотрудника и одновременно начинает диалог с пациентом, успокаивая его и сообщая, что помощь уже в пути [59].

Анализ позволяет оценивать качество медицинского обслуживания, коэффициент удержания персонала в роботизированных учреждениях и динамику изменения когнитивных функций пожилых людей (через анализ темпа и тональности речи) [57]. Накопленная статистика ложится в основу государственных программ долгосрочного планирования социального обеспечения и корректировки тарифов страхования услуг по уходу за пациентами.

Особое место в практике сбора данных занимает поэтапный запуск с апреля 2026 г. Единой информационной инфраструктуры медико-социального ухода за престарелыми. Платформа аккумулирует статистику индивидуальных планов опеки, врачебные заключения, объемы затрат на реконструкцию жилья для инвалидов, параметры питания, когнитивного статуса и др. Пациенты могут контролировать статус заявок на получение услуг [58].

9. ЮЖНАЯ КОРЕЯ: МОНИТОРИНГ БОЛЬШИХ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ МЕДИЦИНСКОГО СТРАХОВАНИЯ

В Южной Корее был осуществлен запуск комплексной программы автоматизации. Переход к сквозной цифровой фиксации страховых случаев позволил объединить в рамках Национальной базы данных медицинской информации сведения о 97% населения страны. Аккумулируемая многофакторная статистика, включающая социодемографические параметры, лабораторные показатели, диагнозы и историю назначений, сформировала репрезентативный массив больших данных для популяционных исследований. Наличие столь структурированного статистического базиса предопределило возможность интеграции передовых ИТ-решений: алгоритмы глубокого обучения успешно дополняют классический линейный анализ. Например, автоматизированный скрининг деперсонализированных профилей более 2 млн граждан позволил с более высокой точностью, по сравнению с традиционной моделью логистической регрессии, прогнозировать риски госпитализаций вследствие критических патологий, таких как инфаркт миокарда, и ассоциированной летальности в течение 1 года. Внедрение данной практики способствует переходу к опережающему управлению популяционными рисками и адресному распределению государственных ресурсов [60].

Для автоматического выявления статистических аномалий и необоснованных медицинских назначений применяются инновационные алгоритмы экстракции данных [61]. Все счета от провайдеров кодируются в соответствии с Международной классификацией болезней МКБ-10-СМ и автоматически передаются в службу мониторинга и оценки медицинского страхования [62]. С помощью алгоритмов машинного обучения система способна группировать клиники по схожим паттернам поведения и выявлять организации с избыточной затратностью или искусственным завышением категории клинко-статистических групп.

Параллельно служба мониторинга и оценки медицинского страхования администрирует национальную систему экспертизы рационального использования лекарственных средств, к которой подключены медицинские и фармацевтические организации. Данная система осуществляет поддержку принятия клинических решений национального масштаба. При выписке рецепта врачом данные мгновенно передаются по защищенным каналам связи в центральную базу службы мониторинга и оценки медицинского страхования, где сопоставляются с историей назначений пациента и справочником лекарственных взаимодействий (охватывающим более 54 000 позиций). Если выявляется несовместимость, дублирование или превышение дозировок, на экране врача за 0,5 с появляется всплывающее предупреждение [63].

Данный инструмент выполняет функцию национального эпидемиологического надзора и кризисного мониторинга. Во время инцидента с отзывом токсичных лекарственных субстанций была продемонстрирована эффективность корейской системы контроля использования лекарственных средств, позволившей мгновенно идентифицировать всех 178 536 граждан, получивших опасные препараты. В течение трех дней система обеспечила безопасную замену лекарств для 99,93% пострадавших, зафиксировав все транзакции в реальном времени [64].

Благодаря электронной системе контроля использования лекарственных средств назначение антибиотиков при простудных заболеваниях в Южной Корее снизилось на 35,3% за период с 2008 по 2016 г. [64]. Успешность данной цифровой платформы (концепция K-Style) позволила службе мониторинга и оценки медицинского страхования осуществить коммерческий экспорт корейских ИТ-решений. В рамках 18-месячного проекта (с июня 2017 по январь 2019 г.) аналогичная Национальная система управления лекарственными средствами была развернута в Королевстве Бахрейн [65].

10. КИТАЙ: УПРАВЛЕНИЕ ДАННЫМИ ЧЕРЕЗ 5G И СУПЕРПЛАТФОРМЫ

Рассчитанный до 2025 г. 14-й пятилетний план информатизации здравоохранения КНР успешно завершился, объединив медицинскую статистику страны в единую платформу и внедрив сквозной мониторинг «одна шахматная доска». С 2026 г. в Китае официально принят новый 15-й пятилетний план (2026–2030), который переводит фокус с построения базовой цифровой инфраструктуры на оптимизацию медицинских операций, запуск сквозной программы глубокой интеграции искусственного интеллекта ИИ+ (人工智能+) и создание единого общенационального рынка медицинских данных [66].

Завершенная программа развития технологий нового поколения к 2025 г. стимулировала пилотное развертывание сетей 5G, медицинского ИИ, блокчейна, интернета медицинских вещей и робототехники [66].

1. **Сети связи 5G.** Развертывание высокоскоростной инфраструктуры со сверхнизкой задержкой для удаленной роботизированной хирургии, телемониторинга реанимационных отделений и мобильной скорой помощи.
2. **Медицинский ИИ.** Масштабирование систем поддержки принятия врачебных решений, автоматического анализа медицинских изображений и патологических изменений.
3. **Блокчейн-технологии.** Создание доверенных реестров для безопасного шеринга электронных медицинских карт, сквозного отслеживания цепочек поставок лекарственных средств и децентрализованного накопления результатов мультицентровых исследований.
4. **Интернет медицинских вещей.** Развертывание носимых сенсоров медицинского класса для мониторинга жизненных показателей.
5. **Роботизированные комплексы.** Внедрение хирургических, реабилитационных, дезинфекционных и диагностических роботов.

Развертывание инфраструктуры 5G позволило решить задачу высокоскоростной трансляции объемных массивов диагностических данных в реальном времени [67]. Наглядным примером служит функционирование национальной телепатологической сети, объединяющей региональные клиники с экспертными центрами. За 8 лет эксплуатации данная 5G-платформа успешно обработала 72 916 консультаций, включающих передачу 355 104 цифровых копий целых предметных стекол (Whole Slide Imaging, WSI) сверхвысокого разрешения [68].

Статистический анализ работы сети демонстрирует высокую вовлеченность первичных звеньев здравоохранения: около 77,6% всех запросов на диагностику поступило из уездных и муниципальных больниц, что позволило скорректировать

17,2% первичных неверных диагнозов и привело к прямой экономии государственных средств в размере до 0,63 млн долл. ежегодно [68].

Параллельно в стране функционирует модель сбора статистики через облачные госпитали (интернет-госпитали). В мае 2020 г. Государственный комитет по делам здравоохранения обязал провинции развернуть специализированные онлайн-платформы медицинского мониторинга и обеспечения, а в августе того же года ввел сквозные электронные сертификаты для клиник, врачей и медицинских сестер, нормативно закрепив правовой статус цифрового учета. Эти регуляторные меры на фоне пандемии привели к лавинообразному 10-кратному росту востребованности телемедицинских сервисов (в частности, на базе таких платформ, как Ping An Good Doctor⁹) [67].

Сбор популяционной статистики упрощается благодаря интеграции медицинских идентификаторов в супераппы WeChat и Alipay [67]. Использование технологии «мини-программы» внутри этих платформ позволило обойти инфраструктурные ограничения локальных медицинских ИТ-систем и развернуть сервисы без необходимости установки дополнительного программного обеспечения [69].

Электронная система медицинского страхования и система кибербезопасности позволяют гражданам авторизоваться в клиниках, оплачивать счета, получать рецепты и просматривать персональные карты непосредственно через WeChat или Alipay без использования физических документов. Пациент получает удаленные консультации, а лекарства доставляются на дом. Государство при этом фиксирует непрерывный обезличенный поток данных о заболеваемости, структуре потребления лекарств и операционной нагрузке на клиники, включая сегмент традиционной китайской медицины [67].

Ключевые направления новой программы цифрового развития медицинской статистики Китая (2026–2030) призваны сместить фокус общественного здравоохранения с лечения уже возникших патологий на профилактику и комплексное сохранение здоровья [70, 71].

1. Интеграция ИИ нового поколения. Запуск сквозной программы ИИ+ по внедрению больших медицинских языковых моделей (LLM) для автоматизации клинического анализа и предиктивной аналитики.
2. Ликвидация цифровых изолятов. Создание бесшовной пятиуровневой вертикали данных (от провинций до деревень) для мгновенного обмена электронными медкартами и результатами тестов.
3. Единый рынок данных. Коммерциализация и монетизация обезличенных медицинских наборов данных в рамках формируемого общенационального рынка данных КНР при жестком контроле безопасности¹⁰.

⁹ Крупнейшая китайская телемедицинская платформа, объединяющая онлайн-консультации на базе ИИ, аптечные сервисы и интеграцию с сетью клиник офлайн-здравоохранения.

¹⁰ Коммерциализацию обезличенных медицинских данных осуществляют государственные клиники и операторы через официальные цифровые биржи КНР. Основными покупателями выступают разработчики ИИ и фармацевтические компании, использующие статистику для обучения нейросетей и создания лекарств. Монетизация позволяет больницам получать легальный доход на модернизацию. Безопасность гарантируется жесткой системой обезличивания и контроля обмена данными, исключающей утечку персональной информации граждан. Однако коммерческий оборот медицинских данных в КНР сдерживают разнородность больничных форматов, сверханонимизацию со стороны клиник из-за страха штрафов, отсутствие четких законодательных правил, стандартов и гарантий безопасности со стороны ИТ-покупателей.

4. Фокус на долголетие и риски. Смена вектора с фиксации заболеваний на мониторинг рисков, цифровую геронтологию и автоматизированный учет пациентов с хроническими заболеваниями.

5. Интеллектуальный контроль. Переход к умному аудиту бюджетов медицинского страхования на основе ИИ-анализа ценности и клинической эффективности оказываемых услуг.

В соответствии с регуляторными документами, медицинские учреждения Китая обязаны в регулярном порядке передавать сведения о качестве лечения, объемах услуг, занятости коечного фонда, а также структуре доходов. Особому статистическому контролю подлежит доля выручки от продажи медикаментов, объемы назначения антибактериальных препаратов, наркотических и психотропных средств. Накапливаемые массивы данных формируют основу для планирования закупок лекарственных препаратов в режиме национальных централизованных торгов [72, 73].

Региональные экосистемы больших данных: Ичан и Гонконг. Практическая реализация концепций интеграции медицинских данных демонстрирует существенные различия в зависимости от региональных подходов и административного устройства территорий (табл. 3).

В материковом Китае эталонным примером выступает Центр больших данных здравоохранения города Ичан (провинция Хубэй). Как один из первых национальных пилотных городов и «Здоровых городов», использующих информационные технологии на благо населения, Ичан начал исследовать возможности создания платформы больших данных в 2014 г., сформировал ее текущую версию в 2016 г. и последовательно совершенствовал ее в течение последних трех лет.

Государственная платформа объединила информацию из ведомственных баз данных общественной безопасности, социального страхования, образования и гражданской администрации [74]. В Ичане реализуется модель сквозной вертикальной интеграции пяти уровней (провинция, город, округ, волость, деревня), объединяющая 181 медицинскую организацию [75].

Благодаря автоматизации обмена клинической информацией, среднее время пребывания пациента в клинике сократилось на 1,5 ч при каждом посещении за счет дистанционной записи и перехода от печати физических рентгеновских снимков к их цифровой отправке (система *rocket films* пересылает результаты на смартфоны пациентов). Интегрированные алгоритмы ИИ автоматически сверяют выписанные рецепты с базой данных лекарственного взаимодействия, предотвращая ошибки [75]. Применение системы сбора данных в Ичане позволило провести уникальные эпидемиологические исследования национального уровня [76].

В Гонконге развитие медицинской статистики базируется на платформе eHealth, охватывающей ныне около 6 млн граждан (около 80% населения мегаполиса). В рамках 5-летнего стратегического плана eHealth+ регион переходит к модели единого медицинского профиля *one health record*. Ключевым препятствием для накопления полноценной статистики является выраженный дисбаланс между государственным и частным секторами здравоохранения. Для преодоления

этого барьера правительство реализовало пилотный проект по субсидированию внедрения цифрового здравоохранения. Программа поддерживает интеграцию локальных клинических систем управления частных врачей с национальной платформой [77].

Таблица 3. Анализ моделей и барьеров внедрения систем медицинской статистики (на примере Ичана и Гонконга)

Критерий сравнения	Центр больших данных здравоохранения Ичана [74]	Платформа eHealth / eHealth+ в Гонконге [77]
Административная модель	Государственно-центрическая, обязательная директивная интеграция ведомств	Сервисно-ориентированная, добровольная регистрация граждан и провайдеров
Объем и структура данных	Свыше 4 млрд записей; ежедневный прирост более 1,8 млн блоков данных	Охват 6 млн зарегистрированных пользователей (около 80% населения Гонконга)
Межведомственная интеграция	Сквозная интеграция баз данных полиции, загсов, страхования и экомониторинга	Ограничена исключительно клиническими данными медицинских провайдеров
Основные барьеры	Технологическая неоднородность сельских амбулаторий, необходимость постоянного контроля качества данных	Критический дефицит загрузки данных от частных медицинских клиник (менее 1%)

Принятый в ноябре 2021 г. Закон о защите личной информации в КНР относит медицинские сведения и генетическую информацию к категории «персональные данные», обработка которых сопряжена с высокими рисками для безопасности граждан. В отличие от европейского юридического регламента не налагается прямого запрета на обработку таких данных, но устанавливаются жесткие процедурные обязательства для операторов [78]. Оценка соответствия платформ электронного здравоохранения Китая требованиям защиты медицинской информации приведена в табл. 4.

Таблица 4. Оценка соответствия платформ электронного здравоохранения нормативным требованиям защиты медицинской информации в Китае

Аспект информационной безопасности [79]	Статус [78–80]
Базовая защита общих персональных данных	Высокий показатель соответствия базовым требованиям информирования
Защита медицинской информации	Нарушение принципов минимизации сбора, избыточные запросы к функциям смартфонов
Обязательства по минимизации и хранению	Отсутствие четких сроков хранения данных, задержки при удалении профилей по требованию
Уведомление об инцидентах безопасности	Непрозрачные механизмы оповещения пользователей в случае утечек
Обязательство нести юридическую ответственность	Около половины приложений пытаются переложить риски на конечного пользователя
Раскрытие класса защищенности системы	Менее половины разработчиков подтверждают соответствие уровню 3 кибербезопасности
Получение отдельного согласия на обработку	Большинство платформ используют нелегальное сквозное/пакетное согласие
Получение согласия на передачу субподрядчикам	Данные передаются сторонним облачным провайдерам без явного уведомления
Проведение регулярных независимых ИТ-аудитов	Критический дефицит внешнего контроля безопасности кода и серверов
Проведение оценки рисков конфиденциальности перед запуском	Проводится формально или игнорируется

ВЫВОДЫ

Глобальный анализ передовых практик применения цифровых технологий для задач медицинской статистики позволяет сформулировать ключевые системные закономерности и долгосрочные тренды развития отрасли.

- **Децентрализация как подход к обеспечению безопасности.** Законы, такие как Общий регламент по защите данных Евросоюза, Закон о переносимости и подотчетности данных медицинского страхования США, Закон о безопасности данных КНР, делают физическое перемещение необработанных медицинских данных между регионами или клиниками юридически затруднительным. На смену жесткой централизации первичных данных в отдельных регионах приходят гибридные и распределенные (федеративные) архитектуры управления информацией.
- **Поиск инновационных ИТ-решений.** Яркими примерами служат Швейцария, создающая национальную сеть семантических графов для смыслового объединения клинических записей, и Канада, внедрившая платформу федеративного ИИ для безопасного обучения моделей на местах.
- **Бесшовная автоматизация сбора информации.** Успех систем класса ВИМИС в России и интернет-госпиталей в Китае обусловлен минимизацией влияния человеческого фактора.
- **Мониторинг транзакций в реальном времени.** Электронные системы страховых транзакций и оборота рецептов доказывают высокую экономическую эффективность. Обработка медицинских транзакций в реальном времени с использованием машинного обучения позволяет пресекать финансовые злоупотребления, контролировать безопасность лекарственной терапии и реагировать на национальные эпидемиологические угрозы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Monash University. BIOSTEC 2022 Final Program and Book of Abstracts – Research profile. – URL: https://researchmgt.monash.edu/ws/files/421122217/BIOSTEC_2022_book_of_abstracts.pdf (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
2. Zou, K. H. Real-World Data and Real-World Evidence in Healthcare in the United States and Europe Union / K. H. Zou, M. L. Berger. – Text: electronic // Bioengineering. – 2024. – Vol. 11. – № 8. – P. 784. – URL: <http://dx.doi.org/10.3390/bioengineering11080784> (date accessed: 25.05.2026).
3. ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ». Цифровая статистика. Новые задачи и траектория движения: материалы IV съезда медицинских статистиков города Москвы (Москва, 23 ноября 2022 г.). – URL: <https://medstat.niioz.ru/wp-content/uploads/2022/11/materialy-iv-vezda-meditsinskih-statistikov-moskvy-2311.pdf> (дата обращения: 25.05.2026). – Текст: электронный.
4. Стандарты и качество. Цифровая трансформация в здравоохранении. – URL: <https://www.agequal.ru/pdf/2024/124006.pdf> (дата обращения: 25.05.2026). – Текст: электронный.
5. Минздрав России. Подключение к ЕГИСЗ. – URL: <http://egis-z-minzdrav.ru/> (дата обращения: 25.05.2026). – Текст: электронный.
6. Братишко, Н. П. Цифровая трансформация российской системы здравоохранения / Н. П. Братишко, А. А. Моисеенко. – Текст : электронный // Вестник Московского университета имени С. Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. – 2025. – Т. 1. – № 52. – С. 19-26. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_80627004_85359017.pdf (дата обращения: 25.05.2026).
7. World Health Organization Digital health – URL: <https://www.who.int/health-topics/digital-health> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
8. Исследование: динамика цифровой трансформации здравоохранения снижается. – URL: <https://www.vademec.ru/news/2025/12/16/issledovanie-dinamika-tsifrovoy-transformatsii-zdravookhraneniya-snizhaetsya/> (дата обращения: 25.05.2026). – Текст: электронный.
9. Electronic medical records as a source of real-world clinical data / A. V. Gusev, B. V. Zingerman, D. S. Tyufilin, V. V. Zinchenko. – Text: electronic // Real-World Data & Evidence. – 2022. – Vol. 2. – № 2. – P. 8-20. – URL: <http://dx.doi.org/10.37489/2782-3784-myrwd-13> (date accessed: 25.05.2026).
10. Data collection survey on Healthcare data platform development and Industrial development through data utilization(QCBS-Lumpsum). – URL: <https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/1000056971.pdf> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.

11. University of Regensburg. Studies in Health Technology and Informatics. – URL: <https://epub.uni-regensburg.de/59419/1/9781643685182.pdf> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
12. Stephanie, F. L. Within-Case Analysis of Singapore's NEHR / F. L. Stephanie, R. S. Sharma. – Text: electronic // Capturing Value in Digital Health Eco-Systems. – Boca Raton : CRC Press, 2021. – P. 104-119. – URL: <https://www.taylorfrancis.com/books/9781003224150/chapters/10.1201/9781003224150-5> (date accessed: 25.05.2026).
13. International Telecommunication Union and World Health Organization. Digital Health Platform Handbook: Building a Digital Information Infrastructure (Infostructure) for Health. – URL: https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/str/D-STR-E_HEALTH.10-2020-PDF-E.pdf (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
14. The project of a vertically integrated medical information system is the stage of digital transformation of medical care in the field of "traumatology and orthopedics" / S. O. Ryabykh, N. V. Khan, A. V. Gubin [et al.]. – Text: electronic // National Health Care (Russia). – 2022. – Vol. 2. – № 3. – P. 29-40. – URL: <https://www.natszdrav.ru/jour/article/view/184> (date accessed: 25.05.2026).
15. ВИМИС – одно из передовых технологий в отрасли здравоохранения по направлению «Создание единого цифрового контура здравоохранения». – URL: <https://minzdravtuva.ru/нпа/21увасмиптр/12-10-22-1-3.html> (дата обращения: 25.05.2026). – Текст: электронный.
16. ВИМИС. – URL: <https://spbmiac.ru/ehlektronnoe-zdravookhranenie/registry/vimis/> (дата обращения: 25.05.2026). – Текст: электронный.
17. ЕРИС ЕМИАС. Морозов С.П. – URL: <https://telemedai.ru/biblioteka-dokumentov/eris-emias> (дата обращения: 25.05.2026). – Текст: электронный.
18. International and Russian experience in monitoring maternal near-miss cases / M. A. Murashko, G. T. Sukhikh, P. S. Pugachev [et al.]. – Text: electronic // Akusherstvo i Ginekologiya (Russian Federation). – 2021. – Vol. 2021. – № 3. – P. 5-11. – URL: <https://en.aig-journal.ru/articles/Mejdunarodnyi-i-rossiiskii-opyt-monitorirovaniya-kriticheskikh-akusherskih-sostoyanii.html> (date accessed: 25.05.2026).
19. FDA. Real-World Evidence. – URL: <https://www.fda.gov/science-research/science-and-research-special-topics/real-world-evidence> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
20. Information For Providers. Sentinel Initiative. – URL: <https://www.sentinelinitiative.org/about/engaging-sentinels-stakeholders/information-providers> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
21. Federal Register. Exploration of Health Level Seven Fast Healthcare Interoperability Resources for Use in Study Data Created From Real-World Data Sources for Submission to the Food and Drug Administration; Establishment of a Public Docket; Request for Comments. – URL: <https://www.federalregister.gov/documents/2025/04/23/2025-06967/exploration-of-health-level-seven-fast-healthcare-interoperability-resources-for-use-in-study-data> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.

22. Castor. Beyond the EHR: meeting the FDA's new real-world evidence standards. – URL: <https://www.castoredc.com/blog/fda-real-world-evidence-standards-2026/> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
23. D'Ambrosio M., Rodriguez P., Emmott N., Hendricks-Sturup R. Duke-Margolis Institute for Health Policy. Data Curation Best Practices and Innovations for Real-World Evidence Generated Using Electronic Health Record-Sourced Data. – URL: <https://healthpolicy.duke.edu/publications/data-curation-best-practices-and-innovations-real-world-evidence-generated-using> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
24. The Royal Society Publishing. Breaking interprovincial data silos: how federated learning can... – URL: <https://royalsocietypublishing.org/rsos/article/13/3/250959/480889/Breaking-interprovincial-data-silos-how-federated> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
25. Digital Health and Discovery Platform. DHDP infrastructure. – URL: <https://www.dhdp.ca/about/dhdp-infrastructure> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
26. Federated Diabetes Prediction in Canadian Adults Using Real-world Cross-Province Primary Care Data / G. Tang, J. E. Black, T. S. Williamson, S. H. Drew. – Text: electronic // AMIA ... Annual Symposium proceedings. AMIA Symposium. – 2024. – Vol. 2024. – P. 1099-1108. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/40417552> (date accessed: 25.05.2026).
27. Australian Government. My Health Record. – URL: <https://www.health.gov.au/topics/health-technologies-and-digital-health/my-health-record> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
28. Australian Digital Health Agency. Statistics and Insights. – URL: <https://www.digitalhealth.gov.au/sites/default/files/documents/my-health-record-statistics-december-2024.pdf> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
29. Office of the Australian Information Commissioner (OAIC). Annual report of the Australian Information Commissioner's activities in relation to digital health 2024–25. – URL: <https://www.oaic.gov.au/about-the-OAIC/our-corporate-information/digital-health-annual-reports/annual-report-of-the-australian-information-commissioners-activities-in-relation-to-digital-health-202425> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
30. Australian Digital Health Agency. Submission 145 - Productivity - Public inquiry. – URL: https://assets.pc.gov.au/__data/assets/pdf_file/0011/347789/sub145-productivity.pdf (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
31. Australian Digital Health Agency. Annual Report 2022-23. – URL: <https://www.digitalhealth.gov.au/sites/default/files/documents/australian-digital-health-agency-annual-report-2022-23.pdf> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
32. FAY, T. Australia's National Digital Health Strategy: 5 Key Insights / T. FAY. – Text: electronic // Delib. – 2024. – URL: <https://www.delib.net/newsroom/national-digital-health-strategy-australia> (date accessed: 25.05.2026).

33. Parliament of Australia. Australian Digital Health Agency—Report for 2022-23. – URL: <https://www.digitalhealth.gov.au/sites/default/files/documents/australian-digital-health-agency-annual-report-2022-23.pdf> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
34. IMARC Group. Australia Digital Health Market Size & Outlook Report 2034. – URL: <https://www.imarcgroup.com/australia-digital-health-market> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
35. Lange, A. Adoption Frameworks for Digital Health Solutions in Hospital Settings / A. Lange. – Text : electronic // *Advancements in Digital Health and Care*. – Cham: Springer Nature Switzerland, 2026. – P. 67-84. – URL: https://link.springer.com/10.1007/978-3-032-16837-5_8 (date accessed: 25.05.2026).
36. Müller A. J. Telematics sharing german experiences. – URL: <http://atk-paivat.fi/2017/S12-Hoffmann.pdf> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
37. German Compliance Institute. Gematik & Telematikinfrastruktur (TI): A Complete Compliance Guide for German Healthcare Providers. – URL: <https://germancomplianceinstitute.com/blogs/news/gematik-telematikinfrastruktur-ti-a-complete-compliance-guide-for-german-healthcare-providers> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
38. Bundesdruckerei. Data Protection and Security in the Telematics Infrastructure. – URL: <https://www.bundesdruckerei.de/en/innovation-hub/telematics-infrastructure/data-protection-security> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
39. Successful use of the RISE Highspeed-Konnektor in the productive environment of Rhön-Klinikum AG. – URL: https://www.rise-world.com/en/news/articles/2024-12-17_presse_erfolgreicher-einsatz-des-rise-highspeed-konnektors-in-der-produktivumgebung-der-rhoen-klinikum-ag/ (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
40. Approval of virtual institutional ID cards for hospitals: RISE launches friendly user tests in the PU with DKTIG & Rhön-Klinikum AG. – URL: https://www.rise-world.com/en/news/articles/2025-12-11_press_rise-approval-friendly-user-test-pu-hsm-b-rhoen-klinikum/ (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
41. Five Years of the SPHN RDF Journey: FAIR Enough? / V. Touré, D. Unni, H. Witte [et al.]. – 2025. – URL: <http://dx.doi.org/10.3233/SHTI260387> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
42. Swiss Personalized Health Network: Making health data FAIR in Switzerland / D. Unni, V. Touré, S. Österle, K. Cramer. – Text : electronic // *F1000Research*. – 2023. – URL: <http://dx.doi.org/10.7490/f1000research.1119637.1> (date accessed: 25.05.2026).
43. Robu, I. An introduction to the Semantic Web for health sciences librarians / I. Robu, V. Robu, B. Thirion. – Text: electronic // *Journal of the Medical Library Association*. – 2006. – Vol. 94. – N° 2. – P. 198-205. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16636713> (date accessed: 25.05.2026).
44. Karami, M. Semantic web technologies for sharing clinical information in health care systems / M. Karami, A. Rahimi. – Text: electronic // *Acta Informatica Medica*. – 2019. –

Vol. 27. – Nº 1. – P. 4-7. – URL: <http://dx.doi.org/10.5455/aim.2019.27.4-7> (date accessed: 25.05.2026).

45. The SPHN Schema Forge – transform healthcare semantics from human-readable to machine-readable by leveraging semantic web technologies / V. Touré, D. Unni, P. Krauss [et al.]. – Text: electronic // Journal of Biomedical Semantics. – 2025. – Vol. 16. – Nº 1. – P. 9. – URL: <http://dx.doi.org/10.1186/s13326-025-00330-9> (date accessed: 25.05.2026).
46. SPHN Connector - A scalable pipeline for generating validated knowledge graphs from federated and semantically enriched health data / V. Touré, D. Unni, P. Krauss [et al.]. – Text: electronic // BMC Medical Informatics and Decision Making. – 2025. – Vol. 26. – Nº 1. – P. 72. – URL: <https://link.springer.com/10.1186/s12911-026-03383-7> (date accessed: 25.05.2026).
47. Shukla, B. Singapore introduces a new Health Information Bill: Mandatory NEHR data sharing with stronger safeguards. – URL: <https://www.knovos.com/blog/singapore-introduces-a-new-health-information-bill-mandatory-nehr-data-sharing-with-stronger-safeguards/> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
48. Reality mirrors - A*STAR research. – URL: <https://research.a-star.edu.sg/articles/features/reality-mirrors/> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
49. Asian Hospital & Healthcare Management. Climate-Ready Healthcare in Asia: Digital Strategies for Resilience. – URL: <https://www.asianhbm.com/articles/digital-strategies-for-climate-ready-healthcare-in-asia> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
50. A digital twin model incorporating generalized metabolic fluxes to identify and predict chronic kidney disease in type 2 diabetes mellitus / N. U. Surian, A. Batagov, A. Wu [et al.]. – Text : electronic // npj Digital Medicine. – 2024. – Vol. 7. – Nº 1. – P. 140. – URL: <https://www.nature.com/articles/s41746-024-01108-6> (date accessed: 25.05.2026).
51. Tan, Judith. Digital-twin tech for managing chronic kidney disease to be trialled in Singapore in early 2025. – URL: <https://www.sgh.com.sg/news/patient-care/digital-twin-tech-for-managing-chronic-kidney-disease-to-be-trialled-in-singapore-in-early-2025> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
52. Singhealth charts the way for real-time applications of digital twin technology as early testing shows potential benefits in healthcare settings. – URL: <https://www.singhealth.com.sg/news/healthtech/singhealth-charts-the-way-for-real-time-applications-of-digital-twin-technology-as-early-testing-shows-potential-benefits-in-healthcare-settings> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
53. Beyond surveillance: How Singapore's digital twin revolution is transforming hospital operations. – URL: <https://app.himssconference.com/event/himss-2026/planning/UGxhbm5pbmdfNDA1NTIzNw> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
54. Three-Dimensional Disease Outbreak Surveillance System in a Tertiary Hospital in Singapore: A Proof of Concept / I. Venkatachalam, E. P. Conceicao, J. X. Y. Sim [et al.]. – Text : electronic // Mayo Clinic Proceedings: Digital Health. – 2023. – Vol. 1. – Nº 2. – P. 172-184. – URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mcpdig.2023.04.001> (date accessed: 25.05.2026).

55. OPSI. Virtual Singapore - Singapore's virtual twin - Observatory of Public Sector Innovation / OPSI. – Text: electronic // Oecd. – 2015. – URL: <https://oecd-opsi.org/innovations/virtual-twin-singapore/> (date accessed: 25.05.2026).
56. DARA®. Predictive Analytics and Clinical Workflow Automation. HealthVector® Diabetes. – URL: <https://www.meshbio.com/solutions/healthvector-diabetes> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
57. Lee, Y. S. Robots and labor in nursing homes / Y. S. Lee, T. Iizuka, K. Eggleston. – Text: electronic // Labour Economics. – 2025. – Vol. 92. – P. 102666. – URL: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0927537124001623> (date accessed: 25.05.2026).
58. Shih-Wen Su. AI Engineering Jobs in Japan's Elder Care Tech Market – URL: <https://www.helloworldjapan.com/en/articles/japan-caretech-ai-engineering-opportunity> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
59. Lenus Research Repository. Can connected technologies improve sleep quality. – URL: <https://www.lenus.ie/bitstreams/496a6b7b-23df-4af3-a8d2-655200b2cc48/download> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
60. Deep Learning Improves Prediction of Cardiovascular Disease-Related Mortality and Admission in Patients with Hypertension: Analysis of the Korean National Health Information Database / S.-J. Lee, S.-H. Lee, H.-I. Choi [et al.]. – Text: electronic // Journal of Clinical Medicine. – 2022. – Vol. 11. – № 22. – P. 6677. – URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9697313/pdf/jcm-11-06677.pdf> (date accessed: 23.06.2026).
61. A scoring model to detect abusive billing patterns in health insurance claims / H. Shin, H. Park, J. Lee, W. C. Jhee. – Text: electronic // Expert Systems with Applications. – 2012. – Vol. 39. – № 8. – P. 7441-7450. – URL: https://alphaminers.ai/wp-content/uploads/2025/05/A-scoring-model-to-detect-abusive-billing-patterns-in-health-insurance-claims_Expert-Systems-with-Applications.pdf (date accessed: 25.05.2026).
62. Background and data configuration process of a nationwide population-based study using the Korean national health insurance system / S. O. Song, C. H. Jung, Y. D. Song [et al.]. – Text: electronic // Diabetes and Metabolism Journal. – 2014. – Vol. 38. – № 5. – P. 395-403. – URL: <http://dx.doi.org/10.4093/dmj.2014.38.5.395> (date accessed: 25.05.2026).
63. Health Insurance Review & Assessment Service (HIRA). Drug Utilization Review. – URL: https://www.hira.or.kr/eng/news/01/_icsFiles/afieldfile/2013/10/15/brochure_6.DUR.pdf (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
64. Joint Learning Network. Remarks by Commissioner of HIRA International Group at the APEC Conference. – URL: <https://jointlearningnetwork.org/remarks-by-commissioner-of-hira-international-group-at-the-apec-conference/> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
65. Health Insurance Review & Assessment Service (HIRA). A proposal of a K-Style Drug Integrated Management Platform Model. – URL: https://www.hira.or.kr/ebooksc/ebook_691/ebook_691_202204041036161600.pdf (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.

66. National Health Commission of the PRC. Notice on the Issuance of the 14th Five-Year National Health Informatization Plan (关于印发“十四五”全民健康信息化规划的通知). – URL: <https://www.nhc.gov.cn/guihuaxxs/c100133/202211/fae867435fea479c828cb50047526a69.shtml> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
67. Moore, T. The state of virtual production. – URL: <https://hippohive.org/the-state-of-virtual-care-in-china/> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
68. Telepathology and Mobile Health System for Province-Wide Pathology Consultation in Henan, China: Retrospective Evaluation Study / J. Shi, M. Ye, D. Sun [et al.]. – Text: electronic // Journal of Medical Internet Research. – 2026. – Vol. 28. – № 1. – P. e75172. – URL: <http://dx.doi.org/10.2196/75172> (date accessed: 25.05.2026).
69. Lessons on mobile apps for COVID-19 from China / S. L. Zhou, X. Jia, S. P. Skinner [et al.]. – Text: electronic // Journal of Safety Science and Resilience. – 2021. – Vol. 2. – № 2. – P. 40-49. – URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jnlssr.2021.04.002> (date accessed: 25.05.2026).
70. Хуан, Ц., Лю, Ю., Акционерное общество «Жэньминь ван» (人民网股份有限公司). Развитие цифровых и интеллектуальных технологий в сфере национального здравоохранения (推进全民健康数智化建设). – URL: <https://theory.people.com.cn/n1/2026/0403/c40531-40694553.html> (дата обращения: 23.06.2026). – Текст: электронный.
71. APCO Worldwide LLC. The Policy Agenda for Health in China's 15th 5-Year Plan. – URL: <https://apcoworldwide.com/blog/the-policy-agenda-for-health-in-chinas-15th-5-year-plan/> (date accessed: 23.06.2026). – Text: electronic.
72. National Health Commission of the PRC. China enhances reporting of medical data. – URL: https://en.nhc.gov.cn/2019-05/14/c_75230.htm (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
73. Китайская ассоциация по стимулированию развития фармацевтической промышленности (中国药促会版权所有). В какие барьеры упирается коммерческий оборот медицинских данных в Китае? (国内的健康数据交易卡在了哪里?). – URL: https://www.phirda.com/artilce_40460.html?module=trackingCodeGenerator (дата обращения: 23.06.2026). – Текст: электронный.
74. Construction and Implementation of Big Data in Healthcare in Yichang City, Hubei Province / F. Lu, C. Xu, P. Zhang [et al.]. – Text: electronic // China CDC Weekly. – 2021. – Vol. 3. – № 1. – P. 14-17. – URL: <http://dx.doi.org/10.46234/ccdcw2020.254> (date accessed: 25.05.2026).
75. 1.84 billion yuan to build a medical big data center, integrating AI big models into the entire clinical process. – URL: <http://www.m-expo.net/en/gz/news/detail/561> (date accessed: 25.05.2026). – Text : electronic.
76. Identifying the Optimal Age for Herpes Zoster Vaccination — Yichang City, Hubei Province, China, 2017–2019 / M. You, T. Wang, M. Wang [et al.]. – Text: electronic // China CDC Weekly. – 2022. – Vol. 4. – № 29. – P. 631-634. – URL: <https://doi.org/10.46234/ccdcw2022.137> (date accessed: 25.05.2026).

77. Hong Kong SAR Government. LCQ10: Electronic Health Record Sharing System. – URL: <https://www.info.gov.hk/gia/general/202406/26/P2024062600507.htm> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.
78. Yao, Y. Overcoming personal information protection challenges involving real-world data to support public health efforts in China / Y. Yao, F. Yang. – Text: electronic // *Frontiers in Public Health*. – 2023. – Vol. 11. – P. 1265050. – URL: <http://dx.doi.org/10.3389/fpubh.2023.1265050> (date accessed: 25.05.2026).
79. Jiang, J. Medical Information Protection in Internet Hospital Apps in China: Scale Development and Content Analysis / J. Jiang, Z. Zheng. – Text: electronic // *JMIR mHealth and uHealth*. – 2024. – Vol. 12. – № 1. – P. e55061. – URL: <http://dx.doi.org/10.2196/55061> (date accessed: 25.05.2026).
80. The Growing Intersection of Digital Health and Data Processing in China. – URL: <https://www.uschina.org/articles/the-growing-intersection-of-digital-health-and-data-processing-in-china/> (date accessed: 25.05.2026). – Text: electronic.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ГЛОССАРИЙ ТЕРМИНОВ ШВЕЙЦАРСКОЙ СЕТИ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО ЗДОРОВЬЯ SPHN [45, 46]

Термины	Пояснения
Data concepts	Перечень медицинских терминов – исходный рабочий файл (обычно в MS Excel), где врачи-исследователи собирают единый список всех медицинских показателей, признаков и терминов, которые им нужны для клинического исследования. Пример концепции «сахарный диабет»: в файле прописывается, какие именно данные о сахарном диабете необходимо собрать (дата постановки диагноза, тип сахарного диабета, уровень гликированного гемоглобина, наличие осложнений и т.д.)
Data pipeline	Конвейер данных (маршрутизация данных) – автоматизированная система (цифровой коридор), по которой медицинская информация самостоятельно движется от больничной койки до компьютера врача-исследователя. Упрощенная функция: 1) система забирает выписку из ИТ-системы больницы Женевы; 2) очищает ее от Ф.И.О. пациента для конфиденциальности; 3) переводит латинские названия лекарств в единые коды; 4) загружает в швейцарскую исследовательскую базу
De-identification	Обезличивание – автоматическое удаление или замена всех личных данных пациента (Ф.И.О., точный адрес, номер паспорта, дата рождения), по которым можно было бы узнать реального человека
Federated Query / Analysis	Распределенный (федеративный) запрос/анализ – технология анализа данных по месту их нахождения (in situ). Метод исследования, при котором врачи-исследователи не собирают данные в один центр, а отправляют свой поисковый запрос напрямую в базы данных отдельных больниц. Вариант на рис. 2: данные физически остаются внутри клиник под замком (NO DATA ACCESS). Врач-исследователь отправляет запрос «Подсчитайте, пожалуйста, сколько у вас пациентов с сахарным диабетом». В ответ получает только сухую цифру (например, 3'450 пациентов), не видя самих медицинских карт
Ingestion	Загрузка данных – процесс безопасного импорта сырых медицинских записей из внутренней ИТ-системы больницы в защищенную среду конвейера SPHN
OWL (Web Ontology Language)	Язык веб-онтологий – свод строгих правил, логики и терминов. Он объясняет компьютеру, например, что «Аспирин» – это «НПВП», а «НПВП» могут вызывать «изжогу». Благодаря OWL компьютер может догадаться: если пациент X принимает Аспирин, у него может заболеть желудок
RDF (Resource Description Framework)	Общепринятый стандарт для представления и обмена данными в интернете , разработанный Консорциумом Всемирной паутины (W3C). В отличие от обычных таблиц, RDF связывает информацию в виде графа (сети). Любой факт в RDF записывается в виде простой фразы из трех элементов – триплета: • субъект (о ком или о чем речь/узел) – пациент № 1; • предикат (свойство или связь/ребро) – имеет диагноз; • объект (значение или другой предмет/узел) – сахарный диабет. Таким образом, RDF-граф – способ организации медицинских данных в виде понятной сети, где любая информация представлена в виде прямых клинических утверждений, из которых, как из кирпичиков, складывается цифровая история болезни. Если классическая база данных похожа на жесткую и неудобную Excel-таблицу, то RDF-граф похож на нейронную сеть или карту связей в головном мозге

Термины	Пояснения
RDF Data Files	Медицинские RDF-файлы – структурированные в виде сети взаимосвязанных фактов данные или схемы медицинских понятий, подготовленные для автоматизированной обработки
RDF Schema	Схема данных RDF – цифровая карта терминов из рис. 1. Готовый цифровой трафарет (структура), который строго определяет правила записи каждого медицинского понятия. На рис. 2 эта готовая схема используется как шаблон и инструкция для автоматического переводчика
Semantic Web	Семантическая паутина – общая концепция Международной организации W3C по превращению интернета в гигантскую базу понятных для компьютера данных
SHACL (Shapes Constraint Language)	Компьютерный язык медицинских правил и ограничений. На нем записывают, какими свойствами и параметрами должны обладать правильно заполненные медицинские данные
SPHN (Swiss Personalized Health Network)	Швейцарская сеть персонализированного здоровья – Государственная научно-технологическая инициатива Швейцарии, созданная для того, чтобы объединить медицинские данные из разных клиник, лабораторий и институтов страны в общую, безопасную и защищенную сеть. Задача SPHN – сделать так, чтобы ученые и врачи могли использовать массивы реальных клинических данных для задач персонализированной медицины
SPHN Connector	Универсальный коннектор SPHN – специализированный программный комплекс. Это и есть физическое воплощение конвейерной трубы. Он забирает сырые медицинские карты и пошагово превращает их в готовый научно-клинический или статистический продукт
SPHN Dataset2RDF	Программный модуль автоматического перевода данных. Берет разрозненные медицинские таблицы, выписки и реестры из разных больниц и преобразует их в единый международный цифровой формат (RDF-граф). Это стирает языковые и технические барьеры между ИТ-системами разных клиник, позволяя объединять данные пациентов для масштабных клинических исследований. Превращает винегрет из таблиц MS Excel, выгрузок из IC и локальных баз данных в одну понятную для компьютеров сеть медицинских фактов
SPHN Schema Doc	Генератор наглядной документации и справочников. Автоматически превращает сложные технические структуры данных в удобные текстовые инструкции, таблицы и интерактивные веб-страницы на понятном врачу языке. Помогает врачам-исследователям и аналитикам быстро понять, какие именно медицинские параметры, коды и концепции заложены в конкретную цифровую модель. Автоматический редактор медицинских энциклопедий формирует подробную шпаргалку-руководство, что означает каждое поле в цифровой карте, какие единицы измерения используются и откуда взяты данные
SPHN Scheme Forge	Автоматический конструктор умных медицинских стандартов – переводчик, который автоматически превращает привычные врачам таблицы (например, Excel) с медицинскими данными в умные графы знаний (RDF), понятные компьютерным роботам (ИИ)
SPHN SHACLeR	Программный модуль автоматического создания правил валидации. Берет утвержденные медицинские стандарты (схемы данных) и автоматически переводит их на строгий цифровой язык ограничений (SHACL). Полученные правила используются для автоматической проверки медицинских карт и реестров на предмет ошибок, пропусков или логических несоответствий. Упрощенная функция: 1) в SPHN SHACLeR подается описание медицинских концепций (например, «у каждого пациента с сахарным диабетом должен быть указан уровень глюкозы»); 2) SPHN SHACLeR автоматически кодирует это требование в технический формат и выдает цифровой шаблон ограничений (набор SHACL-файлов); 3) на этапе проверки сторонний валидатор использует эти файлы как фильтр, пропускает через них реальные истории болезни и находит ошибки заполнения
Transformation	Преобразование. Утилита Dataset2RDF (см. рис. 1) переводит таблицы больницы в международный формат RDF-графа, связывая термины с международными справочниками
Triplestore	База данных медицинских графов. Специализированный цифровой статистический архив для RDF-файлов. В отличие от обычных таблиц, он хранит информацию в виде сети (графа), где все медицинские сущности связаны смысловыми нитями. Компьютер может мгновенно находить сложные взаимосвязи (например, связь между приемом лекарства X и побочным эффектом Y)

Термины	Пояснения
Trusted Research Environment (BIOMED IT)	Защищенная исследовательская среда – в данном случае суперкомпьютерная облачная сеть с максимальным уровнем безопасности. Внутрь этой среды врачи-исследователи могут загрузить данные со всей страны для проведения масштабных вычислений
Validation	Проверка качества – пропуск данных через цифровые чек-листы (SHACL-правила)
W3C (World Wide Web Consortium)	Международная организация, которая разрабатывает и утверждает стандарты для интернета. Они создали и развивают RDF, а также другие базовые технологии сети (HTML, CSS и XML)

Научное издание

Андреев Дмитрий Анатольевич

Цифровая трансформация медицинской статистики: международный опыт и перспективные подходы

Экспертный обзор

*Корректор Л.И. Базылевич
Дизайнер-верстальщик Д.И. Миронова*

Отпечатано в ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ»
Подписано в печать 31.07.2026.
Формат 60 × 84/8
Кол-во условных печ. листов – 4,67 ед.
Тираж 25 экз. Заказ № 180.

ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ»
115088, г. Москва, ул. Шарикоподшипниковская, д. 9, пом. 5Ц
Тел.: +7 (495) 530-12-89
Электронная почта: niiozmm@zdrav.mos.ru

НИИ организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения Москвы

niioz.ru



Мероприятия
Московской
медицины



Канал
НИИОЗММ
в Max



Группа
НИИОЗММ
в VK



Группа
НИИОЗММ
в одноклассниках



Канал
НИИОЗММ
в RuTube

MOCKBA
2026