

# МЕДИЦИНСКАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПИРОГОВСКОГО ЦЕНТРА — 20 ЛЕТ РАЗВИТИЯ

Карпов О.Э., Субботин С.А.\*, Стрельцов А.Н., Веселова О.В.

ФГБУ «Национальный медико-хирургический Центр им.Н.И. Пирогова», Москва

DOI: 10.25881/20728255\_2022\_17\_4\_2\_13

**Резюме.** В 2022 году Пироговский Центр отмечает 20-летие с момента своего основания.

Информационно-технологическое обеспечение медицинских процессов, создание условий для их совершенствования за счет цифровой трансформации являются главными задачами информационных систем, их разработчиков и обеспечивающего персонала. В статье рассмотрена история развития медицинской информационной системы Пироговского Центра как ключевого элемента ИТ-ландшафта.

**Ключевые слова:** медицинские информационные системы, история информатизации.

## Введение

20-летний юбилей отмечает ФГБУ «НМЦХ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России (Пироговский Центр) и 20 лет ведется информационно-технологическое обеспечение его деятельности. Пироговский Центр всегда был сложным объектом автоматизации — чрезвычайная сложность предметной области, обусловленная круглосуточным оказанием медицинской помощи практически по всем хирургическим профилям, повышенные требования к защите информации, необходимость интеграции с разнообразным оборудованием и большим числом смежных автоматизированных систем, комплексная территори-

## HEALTH INFORMATION SYSTEM OF THE PIROGOV NATIONAL MEDICAL AND SURGICAL CENTER — 20 YEARS OF DEVELOPMENT

Karpov O.E., Subbotim S.A.\*, Streltsov A.N., Veselova O.V.

Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow

**Abstract.** In 2022, the Pirogov National Medical and Surgical Center celebrates the 20th anniversary of its foundation.

The main tasks of information systems, their developers and support staff are IT provision of medical processes and creation of conditions for their improvement through digital transformation. The article surveys the history of the development of the health information system of the Pirogov National Medical and Surgical Center as a key element of the IT landscape.

**Keywords:** health information systems, the history of informatization.

ально-распределенная структура, высокие требования к эргономике и быстродействию. Компонентом, обеспечивающим информатизацию медицинских процессов, ключевым элементом ИТ-ландшафта Пироговского Центра, является медицинская информационная система (МИС). За прошедшие годы из набора разнородных изолированных систем и компонентов МИС Пироговского Центра стала сложным цифровым решением, сочетающим ядро для учета оказываемых медицинских услуг, сложные профильные подсистемы и большой набор сервисов, обеспечивающих решение специфических задач. Ее структурная схема приведена на рисунке 1.



Рис. 1. Структурная схема МИС Пироговского Центра.

\* e-mail: nmhc@mail.ru

Рассмотрим, как с течением времени менялся и преобразовывался ландшафт информационных решений, и как развивалась его МИС.

### Автоматизированная клиника

Начальный период развития МИС — «годы, когда Пироговский Центр сформировался как самостоятельное многопрофильное медицинское учреждение. Начиналось все с разнородного ИТ-ландшафта, в котором в каждом из филиалов и большинстве подразделений были свои программные продукты, зачастую не промышленного производства, а разработанные группой энтузиастов» [1]. Базовая информатизация, включающая создание начального уровня инфраструктуры, в основном была закончена к 2007 году, и ее результаты в части поддержки медицинских процессов соответствовали предыдущему поколению МИС, когда «решения за редким исключением давали возможности реализации только ключевых требований внешних регуляторов и были по сути расширениями стандартных учетных систем общего назначения.

Состояние медицинской организации, в которой были созданы МИС предыдущего поколения, именуется «автоматизированной клиникой» [2]. Количество пользователей, использующих возможности систем для учета и обеспечения медицинской деятельности, на тот момент не превышало 100 человек.

### Цифровая клиника

Комплексная информатизация медицинских процессов Пироговского Центра начинает свой отчет с уже далекого 2008 года, когда появился базовый модуль «Приемное отделение», обеспечивший регистрацию случаев госпитализаций. С этого момента и начинается использование решения, выросшего сегодня в программу автоматизации медицинских учреждений (ПАМУ) «MS Clinic». Сразу после его внедрения МИС начинает расти, появляются новые возможности, позволяющие оформлять медицинские документы и учитывать оказанные медицинские услуги. В процесс автоматизации вовлекается амбулаторное звено.

В тот же период внедряется PACS, Picture Archiving and Communication System — система передачи и архивации DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine — отраслевой медицинский стандарт создания, хранения, передачи и визуализации цифровых медицинских изображений и документов обследованных пациентов) файлов на базе решения «Махаон».

В рамках информационной системы административно-хозяйственной деятельности были внедрены модули кадрового учета медицинских работников, ведение договоров с поставщиками и потребителями медицинских услуг. В рамках управления товарно-материальными ценностями появился модуль «Аптека», обеспечивающий учет закупок, хранения и выдачи в отделения лекарственных препаратов.

В 2012 году в Пироговском Центре внедряется лабораторная информационная система (ЛИС) «АльфаЛаб», которая на текущий момент полностью интегрирована в МИС и является ее неотъемлемой частью. Работы по развитию ЛИС и расширению парка лабораторного оборудования продолжались вплоть до 2017 года, и в настоящее время к ней подключено более 50 анализаторов различного типа.

В 2013 году в рамках создания интегрированных операционных была обеспечена возможность трансляции хода выполнения оперативных вмешательств, а также проведения сеансов экстренной видеоконференцсвязи (ВКС) для получения консультаций или обсуждения вопросов, возникающих в ходе проведения операций. Стала развиваться робот-ассистированная хирургия.

В масштабах системы здравоохранения России в этот период также произошли существенные изменения. В 2011 году Приказом Минздравсоцразвития России от 28.04.2011 №364 была утверждена концепция создания единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ). Сегодня ЕГИСЗ объединяет большое количество подсистем, информационных реестров и ресурсов, и медицинские организации должны выступать для нее как потребителями, так и поставщиками данных. В последующие годы количество автоматизированных систем и цифровых сервисов, с которыми требовался информационный обмен, постоянно и быстро росло. Как следствие, развитие МИС Пироговского Центра в 2012–2016 годах было во многом сфокусировано на создании интеграционных возможностей для бесшовного обмена информацией.

Таким образом к 2016 году МИС Пироговского Центра стала соответствовать уровню решения для «цифровой клиники» (Рис. 2), которая в [2] определялась как комплексное решение, объединяющее и поддерживающее все ключевые процессы медицинского учреждения, интегрированное с ЕГИСЗ. Количество пользователей системы на этот момент уже превысило 1000 человек.

### Научное обеспечения развития МИС

В Пироговском Центре ведется постоянная активная проработка теоретических основ медицинской информатики. Подведение итогов перехода к цифровой клинике, осмысление задач следующего этапа привело к публикации целого ряда монографий:

- «Цифровое здравоохранение в цифровом обществе» (2016) [3];
- «Автоматизированное проектирование медицинских технологических процессов» (2016) [4];
- «Цифровое здравоохранение в цифровом обществе. Экосистема и кластер» (2017) [5].

Данные труды стали программными для дальнейшего развития МИС и связанных сервисов. В них предусматривается не только автоматизация существующих медицинских технологических процессов, но и создание

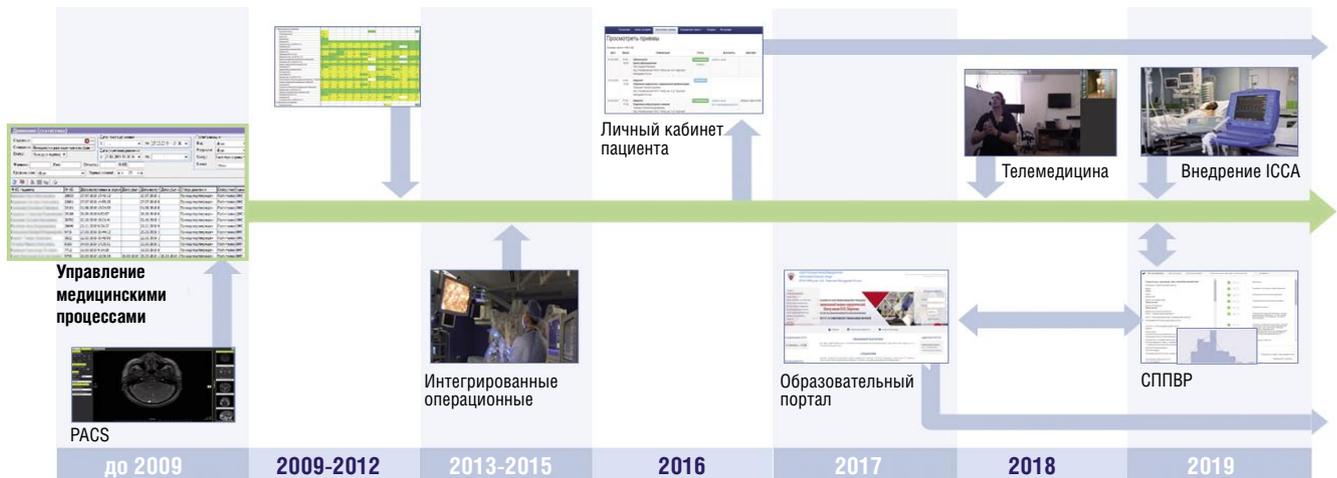


Рис. 2. Этапы развития МИС Пироговского Центра 2007–2019 годы.

принципиально новых, сразу проектируемых с использованием интеллектуальных информационных решений, что составляет суть цифровой трансформации. Целевое состояние медицинского учреждения на новом этапе принято называть «умная клиника». МИС умной клиники согласно [2] определяется следующими характеристиками:

- информационно-технологической поддержкой принципов 4П-медицины (фокусирование системы здравоохранения на прогнозировании, персонализации, профилактике и партисипативности — активной вовлеченности человека в сохранение и развитие своего здоровья) [6];
- обеспечением экосистемного характера взаимодействия в среде поставщиков и потребителей, прежде всего пациентов, которые должны стать активными пользователями МИС;
- наличием функционального контроля медицинского оборудования, технологий информационного моделирования;
- реализацией управления на основе моделей с переходом к цифровому двойнику клиники,

при этом все указанные возможности базируются на интеллектуальных цифровых решениях. Пока медицинские организации (и не только России, но и мировые лидеры) к этому уровню только присматриваются, реализуя отдельные пилотные проекты. По этому пути идет и Пироговский Центр. В рамках парадигмы «умной клиники» помимо непрерывных работ по расширению функциональных возможностей ПАМУ «MS Clinic» и связанных систем в контуре МИС появились новые направления развития:

- в качестве шага к реализации концепции 4П-медицины, Пироговский Центр выделил новую категорию пользователей МИС — пациенты;
- началась системная работа по обеспечению использования инновационных цифровых медицинских решений, в т.ч. с использованием технологий искусственного интеллекта и виртуальной реальности.

### Функциональное развитие МИС цифровой клиники

В 2020–2021 Пироговский Центр, как и многие другие медицинские учреждения, вступил в борьбу с новой коронавирусной инфекцией COVID-19. На базе Пироговского Центра были развернуты первый среди федеральных учреждений специализированный инфекционный госпиталь, ситуационный Центр по борьбе с COVID-19, резервный федеральный консультационный центр, распределительный центр международных поставок медицинских изделий и оборудования. Все это потребовало корректировки планов развития МИС, так как появился параллельный поток срочных узконаправленных задач, которые требовали безусловной оперативной реализации.

Несмотря на это, функциональное развитие МИС не прерывалось, и к настоящему времени в 2022 году создано значительное количество новых сервисов (приведены только ключевые с точки зрения обеспечения медицинских процессов и технологий):

- контроля этапов хирургических операций, позволяющий оптимизировать работу операционной службы в условиях сложной эпидемиологической обстановки;
- планирования операций, позволяющий оптимизировать использование операционных;
- автоматизированного расчета значения риска наличия резистентных возбудителей инфекции, который позволил персонализировать антимикробную терапию с целью повышения эффективности лечения пациентов, снизить риск возникновения внутрибольничных инфекций, вызванных антибиотикорезистентными возбудителями, повысить эффективность расходования средств на закупку дорогостоящих антибиотиков широкого спектра действий;
- ведения программ реабилитации и абилитации, позволяющий автоматизировать процесс оценки состояния пациента по различным шкалам, а также обеспечивающий учет реабилитационных диагнозов как наборов кодов Международной классификации

функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья;

- передачи назначений на исследования из ПАМУ «MS Clinic» на консоли диагностического оборудования — «WorkList», что позволило повысить качество работы отделений инструментальной диагностики.

Отдельно необходимо отметить внедрение в рамках автоматизации деятельности отделений анестезиологии и реанимации инновационной подсистемы для операционного и послеоперационного мониторинга жизненно важных функций организма пациентов IntelliSpace Critical Care and Anesthesia (ICCA). Данное решение обеспечивает сбор, визуализацию и анализ всех данных пациента, включая поступающие с медицинского оборудования. ИТ-решение также интегрировано с другими подсистемами МИС и содержит функции поддержки принятия врачебных решений, дополнительно содержит комплекс функций, значительно облегчающий процесс документирования пребывания пациента в отделениях реанимации.

В настоящее время МИС Пироговского Центра полностью соответствует установленным Минздравом России Требованиям к МИС медицинских организаций [7].

### Переход к умной клинике

В рамках направления «пациентоцентричность» в соответствии с принципами 4П-медицины, уже в 2016 году появляется «Личный кабинет» — решение, обеспечивающее новый уровень взаимодействия с пациентами и их законными представителями. За прошедшее время из информационной страницы с расписанием он вырос в полноценный сервис, позволяющий записаться на прием, оптимизировать процесс посещения Пироговского Центра, получить результаты проведенных исследований. На конец 3 квартала 2022 года «Личным

кабинетом» пользуются более 26 тысяч пациентов. 2018 год ознаменовался запуском сервиса телемедицинских консультаций на российской ВКС-платформе TrueConf, который доступен в «Личном кабинете» и обеспечивает дистанционное взаимодействие «врач-пациент» с соблюдением всех требований законодательства. Для дальнейшего развития направления ведутся проектные работы по созданию мобильного приложения, которое даст новые возможности для вовлечения пациента в заботу о своем здоровье и повышение приверженности профилактике и лечению.

По результатам пройденного пути (Рис. 3) у МИС Пироговского Центра на сегодняшний день почти 2 тыс. пользователей, а ее ядро — ПАМУ «MS Clinic» — содержит данные более 2 млн. 600 тыс. пациентов, результаты более 40 млн. медицинских услуг, почти 21 млн. оформленных медицинских документов (размер базы данных превысил 1,2 Тб). База данных PACS превышает 73,8 Тб, и в ней хранится более 133 миллионов изображений, полученных с медицинского оборудования. В базе данных ЛИС содержатся результаты более чем 55 млн. тестов, объем которых превышает 290 Гб. Колоссальный исторический информационный массив позволяет не только отслеживать эффективность медицинских услуг и принимать врачебные решения с опорой на интегрированные резюме медицинской документации, но и приступить к формированию обогащенных баз биомедицинских данных. Такие цифровые активы могут применяться как для решения образовательных задач, так и для использования системами на основе технологий машинного обучения.

### Функциональные и технологические перспективы

Двигаясь по направлению «инновационные цифровые медицинские решения», Пироговский Центр много внимания уделяет партнерской программе и сегодня является одной из точек притяжения, вокруг которой

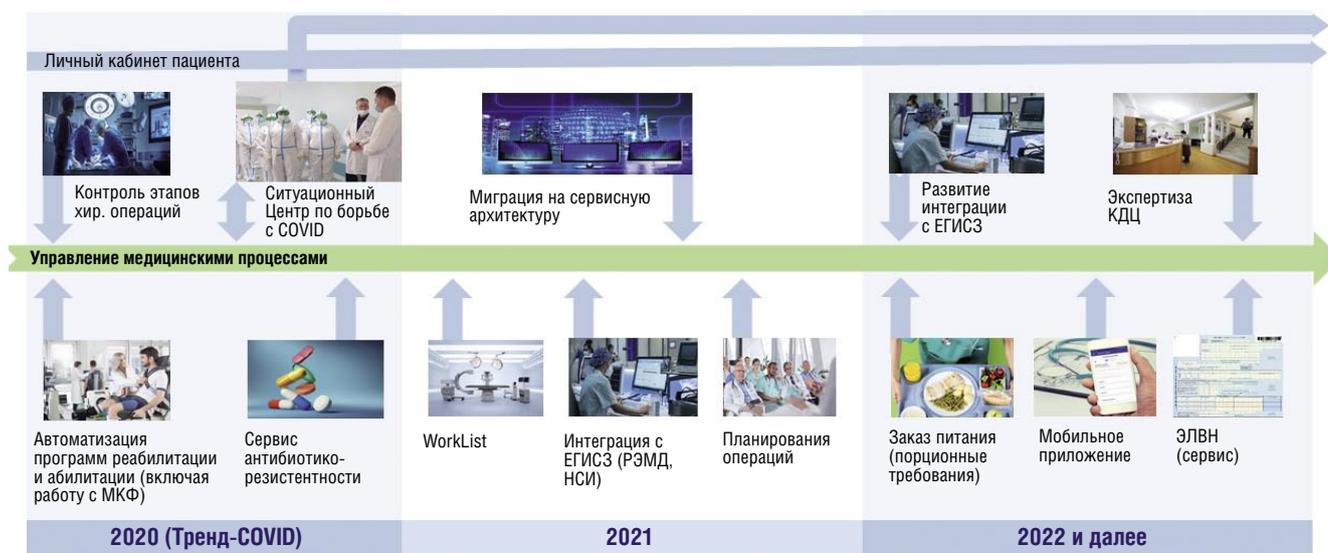


Рис. 3. Этапы развития МИС Пироговского Центра после 2019 года.

концентрируются научные коллективы и разработчики — как крупные компании, так и стартапы. Сочетание высочайшего уровня медицинской экспертизы с инновационностью научных и технологических подразделений позволяет эффективно проводить регулярные эксперименты, клинические исследования и испытания в целях тестирования и апробации цифровых решений. Выделим наиболее интересные, что не уменьшает значимости и качества решений других партнеров, с практической или научной точки зрения решения:

- интеллектуальный анализ электроэнцефалограмм (ЭЭГ) для автоматического выявления фокальных эпилептоморфных разрядов (технологический партнер — ООО «СберМедИИ») и для автоматического предсказания эпилепсии по сверхкороткой записи ЭЭГ с нагрузочными пробами (ООО «Иммерсмед»);
- интеллектуальный анализ маммограмм для автоматического нахождения артефактов, включая злокачественные новообразования (ООО «Медицинские скрининг системы», торговая марка «Цельс»);
- тренажер «Крисаф» для безопорного восстановления двигательной функции у людей с тяжелыми травмами спинного мозга и неврологическими заболеваниями с виртуальной игровой средой и биологической обратной связью (ООО «Аспект Медикал»);
- интеллектуальный анализ результатов магнитно-резонансной томографии головного мозга для автоматического детектирования фокальных кортикальных дисплазий (Сколковский институт науки и технологий);
- контроль качества медицинской документации на основе технологий искусственного интеллекта (ООО «Доконколл», торговая марка «Док+»).

Развитие данного направления привело к созданию в Пироговском Центре первого среди российских медицинских учреждений акселератора стартапов для цифровой медицины. Его финалисты и победители, из числа которых отметим компании:

- «Точка зрения» (автоматическое детектирование полипов при эндоскопических исследованиях);
- «Полигонатор» (снижение болевого синдрома за счет нахождения в специально подобранных ландшафтах и выполнения упражнений в виртуальной реальности);
- «Виарти» (тренажер сердечно-легочной реанимации, состоящий из «умного» манекена и системы погружения в виртуальную реальность, и предназначенный для обучения оказанию первой помощи в реальных условиях), смогли не только включить свои решения в программу инициативных клинических исследований, но и проработать вопросы включения своих решений в контур МИС. Все новые решения рассматриваются как потенциальные сервисы МИС Пироговского Центра, некоторые уже прошли этап промышленной эксплуатации.

Для оценки технологического аспекта перспектив развития МИС отметим необыкновенную длительность

эксплуатации ее ключевых программных компонентов в Пироговском Центре. В связи с этим стали проявляться эффекты накопления типичных для подобных сценариев технологических проблем:

- увеличение объема базы данных снижает быстродействие, затрудняет формирование сложных отчетов, предъявляет высокие требования к аппаратному обеспечению;
- как следствие, необходимы повышенные меры контроля качества реализации модулей и подсистем, их регулярная оптимизация, а это требует значительных затрат времени ключевых специалистов, хорошо знающих исходный код и интеграционные зависимости;
- это, в свою очередь, замедляет разработку новых функциональных возможностей.

Кроме того, резко ужесточились внешние требования к МИС медицинских организаций в части обеспечения импортонезависимости, в том числе в части системного программного обеспечения, включая операционные системы и офисные приложения.

Для решения указанных проблем начиная с 2019 года был реализован ряд организационно-технологических новаций, ключевыми из которых стали переход к сервисной модели и использование гибридной трехзвенной архитектуры. Это означает, что большинство новых функциональных возможностей реализуются как самостоятельные программные сервисы, тесно интегрированные с существующими подсистемами МИС, но имеющие собственный интерфейс и набор данных. Для их создания используется исключительно свободное и отечественное программное обеспечение. Применяемый технологический набор инструментов разработки приведен на рисунке 4. Данный подход обеспечивает надежный фундамент для дальнейшего развития МИС. В качестве примеров сервисов, созданных в рамках новой модели, можно привести «Планирование хирургических операций», «Передача структурированных электронных документов в ЕГИСЗ».



Рис. 4. Используемый технологический набор инструментов разработки сервисов МИС Пироговского Центра.

МИС, как и сам Пироговский Центр, непрерывно совершенствовалась на всем протяжении прошедших 20 лет. Она успешно прошла сложные и важные этапы своего развития, и готова к дальнейшему обеспечению цифровой трансформации в МИС умной клиники.

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов (The authors declare no conflict of interest).**

#### ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- 1 Карпов О.Э., Шишканов Д.В., Субботин С.А., Баракшаев Д.Н. Информационные технологии в Пироговском Центре — текущее состояние и перспективы цифровой трансформации // Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова. — 2017. — №4-1. — С.107-109 [Karpov OE, Shishkanov DV, Subbotin SA, Barakshaev DN. Vestnik Nacional'nogo mediko-hirurgičeskogo centra im. N.I. Pirogova, 2017; 4-1: 107-109. (In Russ.)]
- 2 Карпов О.Э., Никуличев А.А., Пензин О.В., Субботин С.А., Андриков Д.А., Перфильев А.Е. Архитектура медицинских информационных систем нового поколения // Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова. — 2019. — №3. — С.126-134. [Karpov OE, Nikulichev AA, Penzin OV, Subbotin SA, Andrikov DA, Perfil'ev AE. Vestnik Nacional'nogo mediko-hirurgičeskogo centra im. N.I. Pirogova. 2019; 3: 126-134. (In Russ.)]
- 3 Карпов О.Э., Акаткин Ю.М., Конявский В.А., Микерин Д.С. Цифровое здравоохранение в цифровом обществе. М.: Деловой экспресс, 2016. — 492 с. [Karpov OE, Akatkin YuM, Konyavskiy VA, Mikerin DS. Digital Healthcare in a Digital Society Moscow, Russia: Delovoy express. 2016. 492 p. (In Russ.)]
- 4 Карпов О.Э., Клейменова Е.Б., Назаренко Г.И., Силаева Н.А. Автоматизированное проектирование медицинских технологических процессов. М.: Деловой экспресс, 2016. — 199 с. [Karpov OE, Kleymenova EB, Nazarenko GI, Silaeva NA. Automated Design of Medical Technological Processes. Moscow: Delovoy express. 2016. 199 p. (In Russ.)]
- 5 Карпов О.Э., Акаткин Ю.М., Конявский В.А. и др. Цифровое здравоохранение в цифровом обществе. Экосистема и кластер. М.: ДПК Пресс, 2017. 220 с. [Karpov OE, Akatkin YuM, Konyavskij VA, et al. Digital Healthcare in a Digital Society. Ecosystem and Cluster. Moscow: DPK; 2017. 220 p. (In Russ.)]
- 6 Скворцова В.И. Национальный проект «Здравоохранение» — путь к инновационной медицине. Доступно по: [https://static-3.rosminzdrav.ru/system/attachments/attaches/000/045/217/original/Презентация\\_к\\_докладу\\_В.И.Скворцовой.pdf?1560941849](https://static-3.rosminzdrav.ru/system/attachments/attaches/000/045/217/original/Презентация_к_докладу_В.И.Скворцовой.pdf?1560941849). Ссылка активна на 29.09.2022. [Skvortzova VI. National project "Healthcare" — the path to innovative medicine. Available at: [https://static-3.rosminzdrav.ru/system/attachments/attaches/000/045/217/original/Презентация\\_к\\_докладу\\_В.И.Скворцовой.pdf?1560941849](https://static-3.rosminzdrav.ru/system/attachments/attaches/000/045/217/original/Презентация_к_докладу_В.И.Скворцовой.pdf?1560941849). Accessed 2022 Sep 29. (In Russ.)]
- 7 Требования к государственным информационным системам в сфере здравоохранения субъектов Российской Федерации, медицинским информационным системам медицинских организаций и информационным системам фармацевтических организаций, утв. Приказом Минздрава России от 24.12.2018 № 911н. [Requirements for State Information Systems in the Field of Healthcare of the Constituent Entities of the Russian Federation, Health Information Systems of Medical Organizations and Information Systems of Pharmaceutical Organizations. Appr. by order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated 11.24.2018 No. 911n. (In Russ.)]