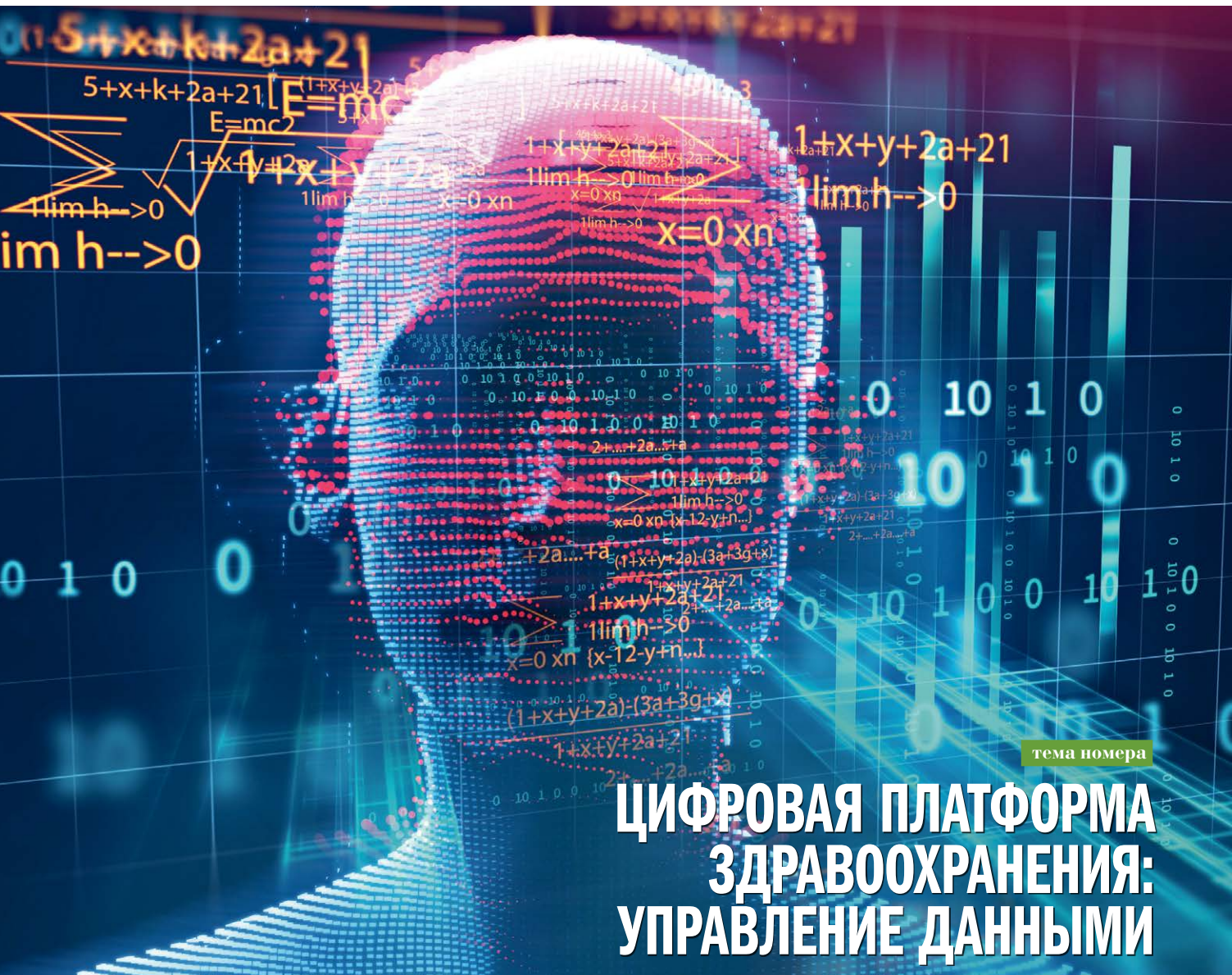


# МОСКОВСКАЯ МЕДИЦИНА

№ 1 (47) 2022



тема номера

## ЦИФРОВАЯ ПЛАТФОРМА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ: УПРАВЛЕНИЕ ДАННЫМИ

**Большие данные в мировом здравоохранении и клинической практике**

Е. И. Аксенова, Н. Н. Камынина,  
А. Д. Хараз, Н. Н. Верзилина

стр. 12

**Система поддержки принятия врачебных решений — цифровой инструмент врача поликлиники**

Н. Н. Кузенкова

стр. 54

**Цифровой двойник в медицине**

П. С. Тимашев

стр. 72



Наука



Образование



Статистика



НИИ  
ОРГАНИЗАЦИИ  
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
И МЕДИЦИНСКОГО  
МЕНЕДЖМЕНТА

Аналитика



Социологические  
исследования



Методология



[www.niioz.ru](http://www.niioz.ru)

niiozmm@zdrav.mos.ru / +7 (495) 530-12-89  
115068, г. Москва ул. Шарикоподшипниковская, д. 9



## **Алексей Хрипун,**

руководитель Департамента  
здравоохранения города Москвы

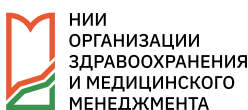
Московская медицина стремительно меняется: она становится высокотехнологичной, пациентоориентированной и более доступной. В систему здравоохранения Москвы вовлечены более 12 миллионов ее жителей и огромное количество пациентов из других городов. Справиться и с объемом оказываемой помощи, и с вызовами времени, такими как пандемия COVID-19, увеличение числа хронических неинфекционных заболеваний, нам помогают современные технологии, и в том числе системы управления большими данными.

В эпоху глобальной цифровизации московское здравоохранение продемонстрировало эффективное развитие и во многом поменяло свой контур. Опираясь на накопленные массивы данных и новые технологические возможности, мы совершенствуем модели взаимодействия врача и пациента, процессы оказания помощи, схемы лечения. Пациент все более вовлекается в заботу о своем здоровье. Благодаря таким информационным системам, как электронная медицинская карта, чат-бот сбора анамнеза, он становится полноправным участником терапевтического процесса.

Сегодня можно утверждать, что мы создали одну из самых эффективных цифровых платформ в мире, которая формировалась на протяжении двух десятилетий. К Единой медицинской информационно-аналитической системе подключены все городские поликлиники и большинство московских стационаров. Продолжается процесс внедрения системы и в другие медицинские организации города, а значит, продолжается накопление больших данных, которые станут основой для новых достижений информационных технологий в области медицины и здравоохранения. Уже стало возможным внедрение цифрового помощника врача — системы поддержки принятия врачебных решений, компьютерного зрения, идут разработки виртуального двойника пациента. Московское здравоохранение чутко реагирует не только на научные открытия в медицинских областях, но и на новые технологические достижения в цифровой сфере. Все это делается для того, чтобы процесс оказания медицинской помощи стал максимально индивидуализированным, оперативным и комфортным для наших медицинских работников и пациентов.



Фото на обложке: Shutterstock



**Редакция журнала «Московская медицина»:**  
115088, г. Москва, Шарикоподшипниковская ул., д. 9  
niiozmm@zdrav.mos.ru  
Представителем авторов публикаций в журнале «Московская медицина» является издатель. Перепечатка только с согласия авторов (издателя).  
Мнение редакции может не совпадать с мнением автора.

Журнал представлен в РИНЦ (Российский индекс научного цитирования)

**Учредитель:**  
Департамент здравоохранения города Москвы

**Издатель:**  
НИИ организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций 28 апреля 2014 года.  
Регистрационный номер ПИ № ФС 77-57984

Выпуск № 1 (47) 2022 г. журнала «Московская медицина» отпечатан 28 февраля 2022 года

Отпечатано ООО «Агентство Мид Диджитал», зак. 1680-2022  
Тираж 10 000 экз.  
Печать произведена при содействии полиграфического комплекса АО «Красная Звезда»  
Распространяется бесплатно.

ISSN 2587 - 8670



# Журнал «Московская медицина»

Председатель редакционного совета Печатников Леонид Михайлович

## Редакционный совет

**Андреева Елена Евгеньевна**, руководитель Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по городу Москве, главный государственный санитарный врач по городу Москве

**Анциферов Михаил Борисович**, главный внештатный специалист эндокринолог Департамента здравоохранения города Москвы

**Богородская Елена Михайловна**, главный внештатный специалист фтизиатр Департамента здравоохранения города Москвы

**Бордин Дмитрий Станиславович**, главный внештатный специалист гастроэнтеролог Департамента здравоохранения города Москвы

**Брюн Евгений Алексеевич**, главный внештатный специалист психиатр-нарколог Департамента здравоохранения города Москвы

**Васильева Елена Юрьевна**, главный внештатный специалист кардиолог Департамента здравоохранения города Москвы

**Дубров Вадим Эрикович**, главный внештатный специалист травматолог-ортопед Департамента здравоохранения города Москвы

**Загребнева Алена Игоревна**, главный внештатный специалист ревматолог Департамента здравоохранения города Москвы

**Зайратьянц Олег Вадимович**, главный внештатный специалист по патологической анатомии Департамента здравоохранения города Москвы

**Крюков Андрей Иванович**, главный внештатный специалист оториноларинголог Департамента здравоохранения города Москвы

**Курынин Роман Викторович**, руководитель Территориального органа Федеральной службы по надзору в сфере здравоохранения по городу Москве и Московской области

**Мазус Алексей Израилевич**, главный внештатный специалист по проблеме диагностики и лечения ВИЧ-инфекции Департамента здравоохранения города Москвы

**Мантурова Наталья Евгеньевна**, главный внештатный специалист пластический хирург Департамента здравоохранения города Москвы

**Назарова Ирина Александровна**, председатель Совета главных врачей города Москвы

**Оленев Антон Сергеевич**, главный внештатный специалист

по акушерству и гинекологии Департамента здравоохранения города Москвы

**Орджоникидзе Зураб Гивиевич**, главный внештатный специалист по спортивной медицине Департамента здравоохранения города Москвы

**Османов Исмаил Магомедтагирович**, главный внештатный специалист педиатр и детский нефролог Департамента здравоохранения города Москвы

**Потекаев Николай Николаевич**, главный внештатный специалист по дерматовенерологии и косметологии Департамента здравоохранения города Москвы

**Пушкарь Дмитрий Юрьевич**, главный внештатный специалист уролог Департамента здравоохранения города Москвы

**Урванова Ирина Анатольевна**, директор МГФОМС

**Фомин Виктор Викторович**, главный внештатный специалист терапевт Департамента здравоохранения города Москвы

**Хатьков Игорь Евгеньевич**, главный внештатный специалист онколог Департамента здравоохранения города Москвы

**Хубутия Могели Шалвович**, главный внештатный специалист трансплантолог Департамента здравоохранения города Москвы

**Шабунин Алексей Васильевич**, главный внештатный специалист хирург и эндоскопист Департамента здравоохранения города Москвы

**Шамалов Николай Анатольевич**, главный внештатный специалист невролог Департамента здравоохранения города Москвы

Главный редактор: **Алексей Иванович Хрипун**  
Заместитель главного редактора: **Елена Ивановна Аксенова**

Научный редактор: **Наталья Николаевна Камынина**

Шеф-редактор: **Сергей Викторович Литвиненко**

Редакторы: **Алина Дмитриевна Хараз**

**Наталья Николаевна Верзилина**



Cover: Shutterstock



**The editorial staff of the «Moscow Medicine» journal:**  
 Bldg. 9, Sharikopodshipnikovskaya str., 115088, Moscow  
 niozmm@zdrav.mos.ru  
 The publisher acts as authors' representative. Reprinting available only upon authors/publisher's permission. Editing team's opinion may be different from authors' opinion.

Journal indexed in Russian Science Citation Index (RSCI)

**Founder:**  
 Moscow Healthcare Department

**Publisher:**  
 Research Institute for Healthcare Organization and Medical Management of Moscow Healthcare Department

The journal is registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology, and Mass Media on April 28, 2014  
 Registration number  
 ПИ № ФС 77-57984

Issue # 1 (47) 2022  
 of the «Moscow Medicine» journal  
 printed on February 28, 2022

Mig Digital Agency, Ltd  
 Ord. 1680-2022  
 Circulation — 10 000 copies.  
 Printed with the assistance of the Printing Complex AO «Krasnaya Zvezda»  
 Distributed free of charge.

ISSN 2587 - 8670



9 772587 867000

# Moscow Medicine

Chairman of the Editorial Board Pechatnikov Leonid Mikhailovich

## Editorial Board

**Andreeva Elena Evgenyevna**, Head of the Office of the Federal Supervision Agency for Customer Protection and Human Welfare in the Moscow city, Chief State Sanitary Doctor in the Moscow city

**Antsiferov Mikhail Borisovich**, Chief External Expert in Endocrinology of the Moscow Healthcare Department

**Bogorodskaya Elena Mikhailovna**, Chief External Expert in Phthiology of the Moscow Healthcare Department

**Bordin Dmitriy Stanislavovich**, Chief External Expert in Gastroenterology of the Moscow Healthcare Department

**Bryun Evgeniy Alekseevich**, Chief External Expert in Psychiatry and Narcology of the Moscow Healthcare Department

**Vasilyeva Elena Yurievna**, Chief External Expert in Cardiology of the Moscow Healthcare Department

**Dubrov Vadim Erikovich**, Chief External Expert in Traumatology and Orthopedics of the Moscow Healthcare Department

**Zayratyants Oleg Vadimovich**, Chief External Expert in Pathological Anatomy of the Moscow Healthcare Department

**Zagrebneva Alena Igorevna**, Chief External Expert in Rheumatology of the Moscow Healthcare Department

**Kryukov Andrey Ivanovich**, Chief External Expert in Otorhinolaryngology of the Moscow Healthcare Department

**Kurynin Roman Victorovich**, Head of the Territorial office of the Federal Service for Surveillance in Healthcare in the Moscow City and the Moscow Region

**Mazus Aleksey Izrailevich**, Chief External Expert in Diagnostics Problems and Treatment of HIV Infection of the Moscow Healthcare Department

**Manturova Natalya Evgenyevna**, Chief External Expert in Plastic Surgery of the Moscow Healthcare Department

**Nazarova Irina Aleksandrovna**, Chairman of the Moscow City Council of Chief Doctors

**Olenev Anton Sergeevich**, Chief External Expert in Obstetrics and Gynecology of the Moscow Healthcare Department

**Ordzhonikidze Zurab Givievich**, Chief External Expert in Sports Medicine of the Moscow Healthcare Department

**Osmanov Ismail Magomedtagirovich**, Chief External Expert in Pediatrics and Pediatric Nephrology of the Moscow Healthcare Department

**Potekaev Nikolay Nikolayevich**, Chief External Expert in Dermatovenereology and Cosmetology of the Moscow Healthcare Department

**Pushkar Dmitriy Yuryevich**, Chief External Expert in Urology of the Moscow Healthcare Department

**Urvanova Irina Anatolyevna**, Director of Moscow City Compulsory Medical Insurance Fund

**Fomin Viktor Viktorovich**, Chief External Expert in Therapy of the Moscow Healthcare Department

**Khatkov Igor Evgenyevich**, Chief External Expert in Oncology of the Moscow Healthcare Department

**Khubutia Mogeli Shalvovich**, Chief External Expert in Transplantology of the Moscow Healthcare Department

**Shabunin Alexey Vasilyevich**, Chief External Expert in Surgery and Endoscopy of the Moscow Healthcare Department

**Shamalov Nikolay Anatolyevich**, Chief External Expert in Neurology of the Moscow Healthcare Department

Editor-in-Chief: **Alexey Ivanovich Khripun**

Deputy Editor-in-Chief: **Elena Ivanovna Aksenova**

Science Editor: **Natalia Nikolaevna Kaminina**

Managing Editor: **Sergey Viktorovich Litvinenko**

Editors: **Alina Dmitrievna Kharaz**  
**Natalia Nikolaevna Verzilina**

# Содержание

- 1** Обращение руководителя Департамента здравоохранения города Москвы  
Алексея Хрипуна

## Глобальные тренды

- 6** Управление большими данными в здравоохранении  
*А. А. Могилюк, Я. В. Палис*
- 12** Большие данные в мировом здравоохранении и клинической практике  
*Е. И. Аксенова, Н. Н. Камынина, А. Д. Хараз, Н. Н. Верзилина*

## Большие данные здравоохранении

- 26** Перспективы применения больших данных в российском здравоохранении  
*А. В. Гусев*
- 32** Цифровизация: от накопления данных к их использованию  
*И. А. Тыров*
- 36** Инфографика. Большие данные в здравоохранении Москвы



## Управление здравоохранением

- 38** Система управления данными в городском здравоохранении  
*А. А. Григоров*
- 42** Современный подход к сбору и анализу статистических данных здравоохранения  
*А. М. Подчернина*
- 46** Цифровые решения в управлении процессами в медицинских организациях

## Клиническая практика

- 54** Система поддержки принятия врачебных решений — цифровой инструмент врача поликлиники  
*Н. Н. Кузенкова*
- 56** Система поддержки принятия врачебных решений в педиатрии  
*Э. А. Каширина*
- 58** Интернет вещей в здравоохранении  
*Е. И. Аксенова, С. Ю. Горбатов*
- 68** Облачные хранилища данных в здравоохранении  
*А. В. Бахаев*
- 70** Чат-бот сбора анамнеза перед посещением врача  
*А. А. Тяжелников*
- 72** Цифровой двойник в медицине  
*П. С. Тимашев*
- 76** Технологии виртуальной и дополненной реальности в здравоохранении  
*Е. И. Аксенова, С. Ю. Горбатов*
- 88** 5G в здравоохранении  
*А. В. Шалагинов*





# Contents

- 1** Address from Aleksey Khrypun, Head of the Moscow Healthcare Department

## Global Trends

- 6** Big Data Management in Healthcare  
*A. A. Moguiluk, Ya. V. Palis*
- 12** Global Big Data in Healthcare and Clinical Practice  
*E. I. Aksenova, N. N. Kamynina, A. D. Kharaz, N. N. Verzilina*

## Big Data in Healthcare

- 26** Big Data Use in Healthcare in Russian Healthcare System  
*A. B. Гусев*
- 32** Digitalization: from Collecting to Using Data  
*I. A. Tyrov*
- 36** Infographics. Big Data in Moscow Healthcare

## Healthcare Management

- 38** Healthcare Big Data City Management System  
*A. A. Grigorov*
- 42** Modern Approach to Healthcare Statistical Data Collection and Analysis  
*A. M. Podchernina*
- 46** Digital Solutions for Processes Management in Medical Institutions

## Clinical Practice


- 54** Clinical Decision Support System — a Digital Tool for an Outpatient Care Doctor  
*N. N. Kuzenkova*
- 56** Clinical Decision Support System for Pediatric Care  
*E. A. Kashirina*
- 58** Internet of Things for Healthcare  
*E. I. Aksenova, S. Yu. Gorbatov*
- 68** Cloud Storage for Healthcare  
*A. V. Bakhaev*
- 70** Chat-Bot for Collecting Anamnesis before a Doctor's Appointment  
*A. A. Tyazhelnikov*
- 72** Virtual Twin in Medicine  
*P. S. Timashev*
- 76** VR and AR Technologies in Healthcare  
*E. I. Aksenova, S. Yu. Gorbatov*
- 88** 5G in Healthcare  
*A. V. Shalaginov*




# Управление большими данными в здравоохранении



---

 А. А. Могилюк, Я. В. Палис

 ГБУ «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы»

---

*Человечество с самого начала своего существования непрерывно накапливает информацию, представленную в разных видах и формах: от примитивного узелкового письма аборигенов южных островов Тихого океана до сложных музыкальных произведений великих композиторов эпохи Возрождения. Но только в XX веке, с появлением интернета, процесс накопления приобрел лавинообразный характер.*



Фото: Shutterstock

На данный момент объем накопленных за последние тридцать лет цифровых данных более чем в двадцать раз превышает объем данных, накопленных человечеством за всю историю его существования. Этот феномен

невозможно было оставить без внимания, особенно после того, как появились технические возможности обработки и анализа накопленной информации. Причем весьма разнородной по своему составу.

Большими данными Клиффорд Линч считал массивы неоднородных данных более 150 Гб в сутки, однако единого критерия до сих пор не выработано.

## История вопроса

Термин «большие данные» был введен в 2008 году Клиффордом Линчем, редактором журнала Nature, который в своей статье обобщил ранее разрозненные материалы об объеме, росте этого объема и разнообразии обрабатываемых данных. И впервые была озвучена парадигма вероятного скачка от простого накопления больших объемов информации к их качественной обработке.

До 2009 года термин «большие данные» существовал в основном в академической среде как предмет научных исследований в области роста и разнообразия данных. Но со временем он вышел из научной среды и обосновался в деловых изданиях, а первые коммерческие решения для обработки больших и разнородных массивов информации начали появляться в 2010 году. Крупнейшие

поставщики информационных технологий, такие как IBM, Oracle, Microsoft, используют понятие больших данных в своих деловых стратегиях и разрабатывают соответствующие программные продукты.

С 2011 года начинается применение обработки и анализа больших данных в производстве, здравоохранении, торговле и прочих смежных областях с большим притоком информации.

К 2013 году большие данные вернулись в академическую среду, но уже как предмет обучающих программ для вузов.

На данный момент они используются практически во всех областях, где требуется анализ больших и разнородных объемов информации с построением неочевидных зависимостей между ними.

## Что подразумевает понятие «большие данные»

В общем смысле «большие данные» — это структурированные и неструктурированные данные огромных объемов и значительного разнообразия, которые эффективно обрабатываются горизонтально масштабируемыми программными инструментами, такими как базы данных NoSQL.

Определяющими характеристиками больших данных являются три «V». Объем (volume) — физический объем данных; скорость (velocity) — как скорость прироста данных, так и скорость их обработки; многообразие (variety) — возможность одновременной обработки различных типов структурированных и полуструктурированных данных. Помимо основных трех «V» существуют еще несколько дополнительных составляющих, существенно расширяющих понимание термина.

Основными источниками больших данных считаются социальные медиа, внутренняя информация предприятий и организаций, создающаяся в локальных информационных средах, медицина, физика и прочие отрасли, оперирующие с большими объемами данных, полученных в результате наблюдений или поступающих с различной аппаратуры в реальном времени.

Разнообразие получаемых данных предполагает разнообразие методов их обработки и анализа. Среди них есть как старый, проверенный временем статистический анализ, так и новые методы, появившиеся благодаря развитию и изучению феномена больших данных. К ним можно отнести нейронные сети, машинное обучение, распознавание образов и многие другие.

**БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ ПРАКТИЧЕСКИ ВО ВСЕХ ОБЛАСТЯХ, ГДЕ ТРЕБУЕТСЯ АНАЛИЗ РАЗНОРОДНЫХ ОБЪЕМОВ ИНФОРМАЦИИ С ПОСТРОЕНИЕМ НЕОЧЕВИДНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ МЕЖДУ НИМИ**



## ПАРАДИГМА ВЕРОЯТНОГО СКАЧКА ОТ ПРОСТОГО НАКОПЛЕНИЯ БОЛЬШИХ ОБЪЕМОВ ИНФОРМАЦИИ К ИХ КАЧЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКЕ ВПЕРВЫЕ БЫЛА ОЗВУЧЕНА В 2008 ГОДУ



Если говорить о технологических решениях, применяемых при обработке больших данных, то базовым и основным принципом является горизонтальная масштабируемость, которая обеспечивает обработку данных, распределяя ее на множество вычислительных узлов, без деградации производительности.

Основными программными средствами, применяемыми при обработке больших данных, являются фреймворк MapReduce от Google, предоставляющий возможности для кластерных вычислений, Hadoop, проект фонда Apache, представляет из себя набор библиотек и фреймворк для разработки и выполнения программ распределенных вычислений, а также язык программирования R, специализированный для статистической обработки данных.

Для хранения и обработки больших массивов информации, как правило, используется

технология NoSQL, которая радикально отличается от существующих традиционных реляционных СУБД. В частности, в системах NoSQL не предполагается атомарность и согласованность данных. Также не существует понятия отката транзакции, и любой запрос к базе считается гарантированно завершенным, независимо от полученного результата. И существует возможность создания базы данных и работы с ней без заранее заданной схемы.

Аппаратные решения в данном случае вполне традиционны и представляют из себя серверные кластеры с большими объемами оперативной и дисковой памяти, необходимые для хранения огромных объемов информации, быстрого доступа к ней и быстрой обработки.

▲ NoSQL – это технология реализации масштабируемого хранилища информации с гибкой моделью данных

## Применение в здравоохранении

Здравоохранение является классическим источником больших данных, поскольку постоянно накапливаются огромные объемы разнородной информации: истории болезни, результаты анализов и иной диагностики. Причем эти данные зачастую никак не связаны друг с другом, хотя при нормальном анализе можно вывести массу интересных закономерностей.

Можно выделить достаточно много областей практического применения больших данных в здравоохранении. Наиболее актуальными из них на данный момент являются следующие:

- планирование медицинского обслуживания отдельных пациентов и групп населения, в том числе прогнозирование течения заболевания;
- определение и реализация эффективных практических мер, способствующих сокращению числа повторных госпитализаций;
- оптимизация управления результатами лечения и затратами на лекарственную терапию;

- разработка программных инструментов, позволяющих повысить качество обслуживания пациентов;
- анализ ранее выписанных рецептов, данных о физиологии и прочей медицинской информации позволит выявить хроническое заболевание на ранних стадиях, до его диагностического подтверждения;
- анализ сведений о соблюдении пациентом предписаний врача после выписки из больницы поможет медицинскому учреждению с большой вероятностью прогнозировать повторную госпитализацию пациента.

Одним из примеров таких применений больших данных является Единая платформа регистров НИИ организации здравоохранения и медицинского менеджмента, в которую на ежедневной основе сотни организаций вносят информацию о себе и своих пациентах. В платформе регистров вносятся данные практически по всем направлениям здравоохранения — телемедицина, учет пациентов, потребность в обучении и многое другое.

Большие данные помогают проанализировать все значимые факторы и принять правильное решение





## ОДНИМ ИЗ ПРИМЕРОВ ПРИМЕНЕНИЯ БОЛЬШИХ ДАННЫХ ЯВЛЯЕТСЯ **ЕДИНАЯ ПЛАТФОРМА РЕГИСТРОВ НИИ ОРГАНИЗАЦИИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И МЕДИЦИНСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА**

Благодаря данной платформе у организаций здравоохранения упрощается доступ к важной информации о пациентах и внутренней работе.

Технологии Big Data создают условия для масштабной аналитики, систематизации данных и управления отраслью. В московской медицине эти возможности активно используются, например, в системе ЕМИАС и электронных медкартах, которые становятся источником больших данных. Единая медицинская информационно-аналитическая система была разработана в 2011 году, в 2012 году она прошла тестирование в десяти московских поликлиниках и постепенно стала внедряться в столичное здравоохранение. Сейчас к системе подключены все городские поликлиники и большинство стационаров. К настоящему времени ЕМИАС стала одной из самых масштабных цифровых

платформ здравоохранения в мире. Пациентам система обеспечивает доступность и комфортность медицинских услуг. Записаться к врачу-терапевту и наиболее востребованным специалистам теперь можно в два клика, а приема не придется ждать часами — прием пациентов регламентируется системой. Более того, москвичам стала доступна электронная медицинская карта, в том числе ее мобильная версия. Врачи благодаря ЕМИАС избавлены от рутинной бумажной работы, имеют быстрый доступ к информации и возможность пользоваться сервисами системы поддержки принятия врачебных решений. На федеральном уровне внедряется проект Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ), который объединяет огромные массивы данных с целью формирования единого цифрового контура.

Использование потенциала больших данных поможет оптимизировать работу медицинских организаций и эффективно управлять персоналом.

### Вопросы внедрения

Медицина одной из первых обратилась к информационным технологиям и активно включилась в процесс оцифровки массивов данных. Во всем мире, по некоторым оценкам, более трети всех сохраненных данных представляют собой медицинскую информацию, и объемы медданных будут только расти.


Инструменты Big Data весьма перспективны для применения в здравоохранении. Однако на этом пути встречается ряд препятствий. Зачастую работа с большими данными ограничивается этапом сбора и хранения информации либо единичными пилотными проектами. Процесс перехода к Big Data не сиюминутный: модели применения технологий требуют отладки и финансовых вливаний. Бизнес же не спешит инвестировать свои средства в проекты, связанные с большими


данными, из-за долгосрочности их реализации. Но говорить о полноценной реализации инструментов Big Data можно только при условии использования сохраненных данных и управления ими.

Помимо технических задач, предстоит также решить кадровый вопрос: отрасли требуются квалифицированные специалисты, способные работать на стыке медицинских и информационных технологий.

Тем не менее рынок инструментов автоматической обработки и анализа больших данных формируется и приобретает вполне реальные очертания. Подтверждением этого факта являются внедренные в московскую медицину системы поддержки принятия врачебных решений, которые успешно применяются врачами всех городских поликлиник. **ММ**

# Большие данные в мировом здравоохранении и клинической практике

 Е. И. Аксенова, Н. Н. Камынина, А. Д. Хараз, Н. Н. Верзиллина

 ГБУ «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы»

## Из предыстории вопроса

Ровно 20 лет назад, в 2002 году, человечество вступило в новую фазу развития — началась цифровая эра. Столь точную дату определяют, поскольку впервые количество цифровой информации превысило количество информации на аналоговых носителях. И если в 2002 году это соотношение было 50/50, то уже в 2007-м оно составило 94 % в цифровом виде против 6 % на аналоговых носителях (рис. 1).

Приведенная классическая схема, предложенная профессором М. Хилбертом в 2011 году, сегодня, 10 лет спустя, даже для неподготовленного читателя уже выглядит немного устаревшей как с точки зрения цифровых носителей (облачные технологии, вероятно, входят в «другое», поскольку сам термин утвердился как раз 2007 году<sup>1</sup>, хотя первый патент

на облачное хранилище данных был получен еще в 1994 году), так и с точки зрения больших чисел: из эксабайтов (10<sup>18</sup> байт) мы перешли к зеттабайтам (10<sup>21</sup> байт). По данным компании Statista, в 2020 году человечество произвело 64,2 зеттабайта хранимой информации (в 2014 году — 4,6 зеттабайта<sup>2</sup>). А к 2025 году прогнозируется рост до 180 зеттабайт<sup>3</sup>.

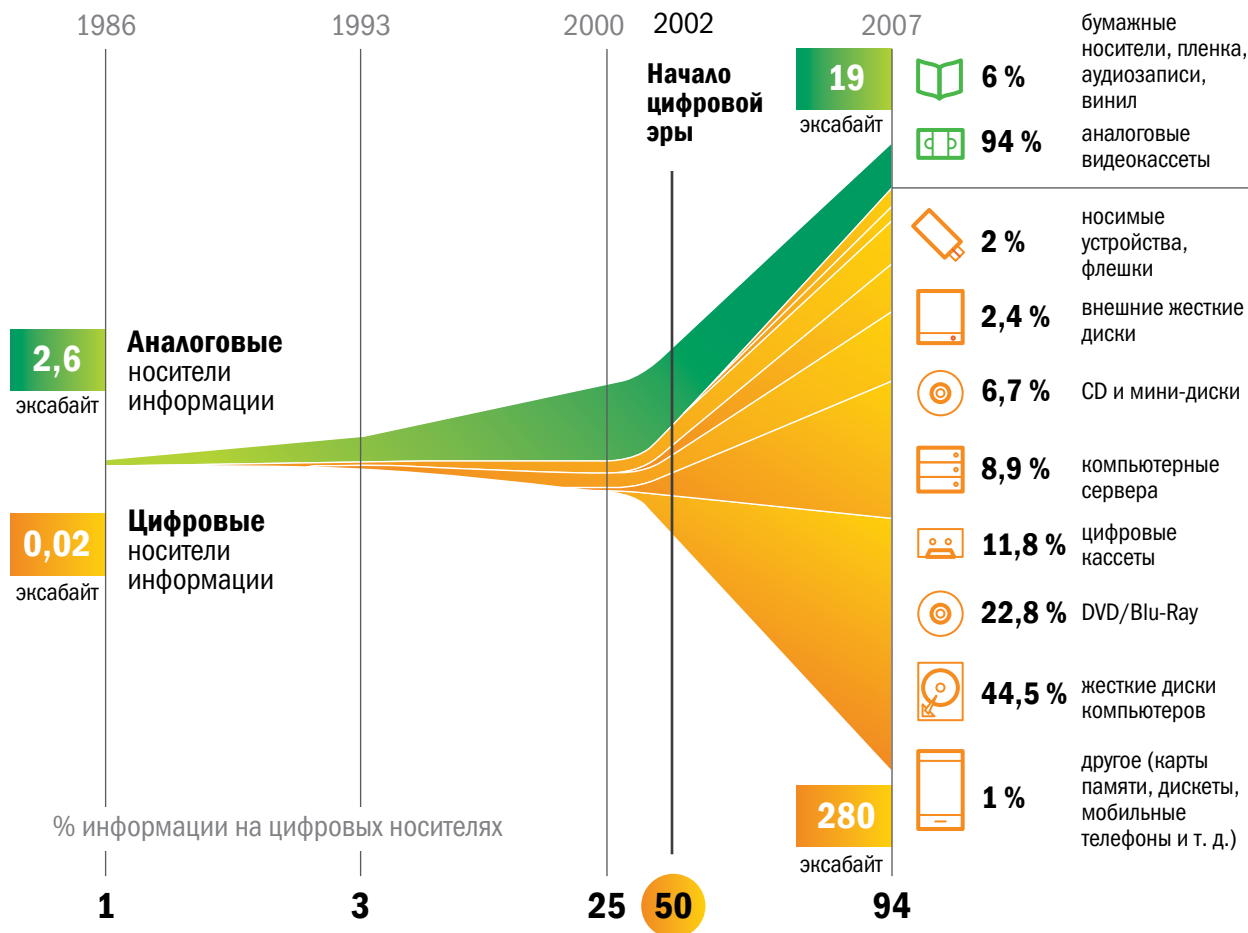
Принципиальное отличие больших данных от другого вида данных заключается в наборе «V»-характеристик. Изначально провозглашалось три пункта: Volume — объем, Velocity — скорость накопления и роста, Variety — разнообразие. Постепенно к ним добавились Veracity — достоверность, Value — ценность и Variability — переменчивость (рис. 2)<sup>4</sup>.

## Актуальность для медицины и здравоохранения

Интересно, что приведенные выше огромные числа, ассоциируемые с большими данными, на самом деле не так велики в сравнении

с «большими данными», которые произведены и продолжают производиться природой. Любопытные факты приводит уже упомянутый

«ЦИФРОВОЙ ВЗРЫВ» СОВПАЛ ПО ВРЕМЕНИ С ЕЩЕ ОДНИМ **ВАЖНЕЙШИМ ДЛЯ НАУКИ И МЕДИЦИНЫ СОБЫТИЕМ: РАСШИФРОВКОЙ ГЕНОМА ЧЕЛОВЕКА**



**Рис. 1. | Рост глобального хранимого объема информации с 1986 по 2007 год.**

Источник: Hilbert, M., Lopez, P. (2011). The World's Technological Capacity Store, Communicate, and Compute Information. Science, 332(6025). 60–65. <http://www.martinhilbert.net/WorldInfoCapacity.html>. @Creative Commons

известный специалист в области больших данных М. Хилберт.

- Все молекулы ДНК одного взрослого человека хранят больше информации, чем все существующие девайсы для хранения информации, вместе взятые.
- Если сравнить бактерию с битом информации, то бактерий на планете в 330 млн раз больше, чем бит переданной информации за год.
- Максимальное число нервных импульсов, которые способны произвести

<sup>1</sup> Пьянзина Т. А. Облачные технологии: становление и развитие // Орапёв-онлайн. — 2017. Вып. 2. <https://cyberleninka.ru/article/n/oblachnye-tehnologii-stanovlenie-i-razvitiye>

<sup>2</sup> Hilbert M. Information Quantity // Encyclopedia of Big Data. 2018. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-32001-4\\_512-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-32001-4_512-1)

<sup>3</sup> Volume of data/information created, captured, copied, and consumed worldwide from 2010 to 2025. — Statista: <https://www.statista.com/statistics/871513/worldwide-data-created/>

<sup>4</sup> Risteovski B., Chen M. Big Data Analytics in Medicine and Healthcare // J Integr Bioinform. 2018 Sep; 15(3): 20170030. doi: 10.1515/jib-2017-0030



Рис. 2. | Шесть «V» больших данных.

64 человека, равно числу заданий, которые способны выполнить все существующие вычислительные устройства, вместе взятые (в 1999 году способность существующих вычислительных устройств соответствовала количеству импульсов мозга одного человека)<sup>5</sup>.

В сущности, работа живого организма во многом построена на передаче данных с помощью нервных импульсов, взаимодействия белков, гормонов, нейромедиаторов, других сигнальных молекул. Таким образом, управление немислимыми массивами информации заложено в самой природе, и нынешний уровень технологического развития,

вероятно, является одним из первых шагов на новом витке развития наук о человеке.

«Цифровой взрыв» совпал по времени с еще одним важнейшим для науки и медицины событием: расшифровкой генома человека в 2003 году. И дело не только в том, что человек, как и ожидалось, с его тремя миллиардами нуклеотидов сам оказался носителем больших данных (хотя, напомним, этот термин тогда еще не был в обиходе), а в том, что этот проект раскрыл новое видение в биологии и фундаментальной медицине и положил начало так называемым омикам — нескольким научным дисциплинам, смежным с прикладной медицинской наукой<sup>6</sup> (табл. 1).

## КОНЦЕПЦИЯ 4П-МЕДИЦИНЫ ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ В ЗНАЧИТЕЛЬНОЙ СТЕПЕНИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ РАБОТЫ С БОЛЬШИМИ ДАННЫМИ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ НА ЭТОЙ ОСНОВЕ

Таблица 1. | Основные сферы омик.

Дисциплина	Сфера исследований
Геномика >	Геном — полный набор генов живого организма в комплексе и взаимодействии
Эпигеномика >	Совокупность эпигенетических модификаций внутри живой клетки
Транскриптомика >	Совокупность молекул РНК в клетках того или иного органа или ткани
Протеомика >	Протеом человека — белки, синтезируемые в организме под влиянием тех или иных условий, внешних и внутренних
Метабомика >	Метаболом — комплекс метаболитов внутри клеток, тканей, органа или целого организма
Интерактомика >	Прямое и косвенное взаимодействие белков между собой и с другими молекулами внутри клетки и его последствия
Фармакогеномика >	Специфика реакций генома на тот или иной фармакологический препарат

Омики — это источник колоссального количества разнородных данных, которые в перспективе станут базой для персонализированной медицины, основанной на знании генома конкретного пациента. Для того чтобы это стало повседневной реальностью, необходима стандартизация и упорядочивание этих огромных массивов разнородных данных для практического применения в здравоохранении.

Известно, что пандемия в целом стала сильным импульсом для внедрения цифровых технологий в здравоохранение и практическую медицину. В области изучения больших данных в здравоохранении 2021 год стал рекордным по числу научных публикаций (рис. 3).

Любопытно отметить, что в 2020 году появилось около 85 новых цифровых инструментов для специалистов в области метабомики — компьютерных программ, пакетов, баз данных, электронных ресурсов и других пособий для упорядочивания и анализа получаемых больших данных. Стремительно развивающиеся новые разработки, как пишут эксперты, отражают общий тренд — более быстрые, простые, удобные и доступные средства для использования стремительно

накапливаемых знаний на практике<sup>7</sup>. Очевидно, что не все они останутся среди активно применяемых инструментов, но вся эта проделанная работа, совершенный поиск, эти проекты, предлагающие видение метабомики с разных точек зрения, в совокупности — шаги на пути к практическому применению биомедицинских наук, во многом обусловленному возможностью извлечения ценной информации из больших данных. Рост наработок касается не только направления метабомики.

Один из основных критериев успеха той или иной разработки в области больших данных в биомедицинских науках, да и вне их соответствует устоявшимся и признанным универсальными принципам FAIR: Findability (находимости), Accessibility (доступности), Interoperability (совместимости), Reusability (возможности многократного использования). Аббревиатура FAIR сама по себе весьма элегантно отражает характеристику этих принципов, сформулированных в 2016 году международной командой из более чем 50 экспертов из разных стран Европы, США и Китая<sup>8</sup>, и в переводе с английского означает «ясный, честный, справедливый».

Тезаурус определяет слово «омики» как собирательное название наук, работающих с большими массивами сложно организованных данных, преимущественно о биомолекулах.

<sup>5</sup> Hilbert M. Analogies & Orders of magnitude in perspective. <http://www.martinhilbert.net/WorldInfoCapacity.html/>

<sup>6</sup> Risteovski B., Chen M. Big Data Analytics in Medicine and Healthcare // J Integr Bioinform. 2018 Sep; 15(3): 20170030. doi: 10.1515/jib-2017-0030

<sup>7</sup> Misra B.B. New software tools, databases, and resources in metabolomics: updates from 2020 // Metabolomics. 2021; 17(5): 49. doi: 10.1007/s11306-021-01796-1

<sup>8</sup> Wilkinson, M., Dumontier, M., Aalbersberg, I. et al. The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. Sci Data 3, 160018 (2016). doi: 10.1038/sdata.2016.18

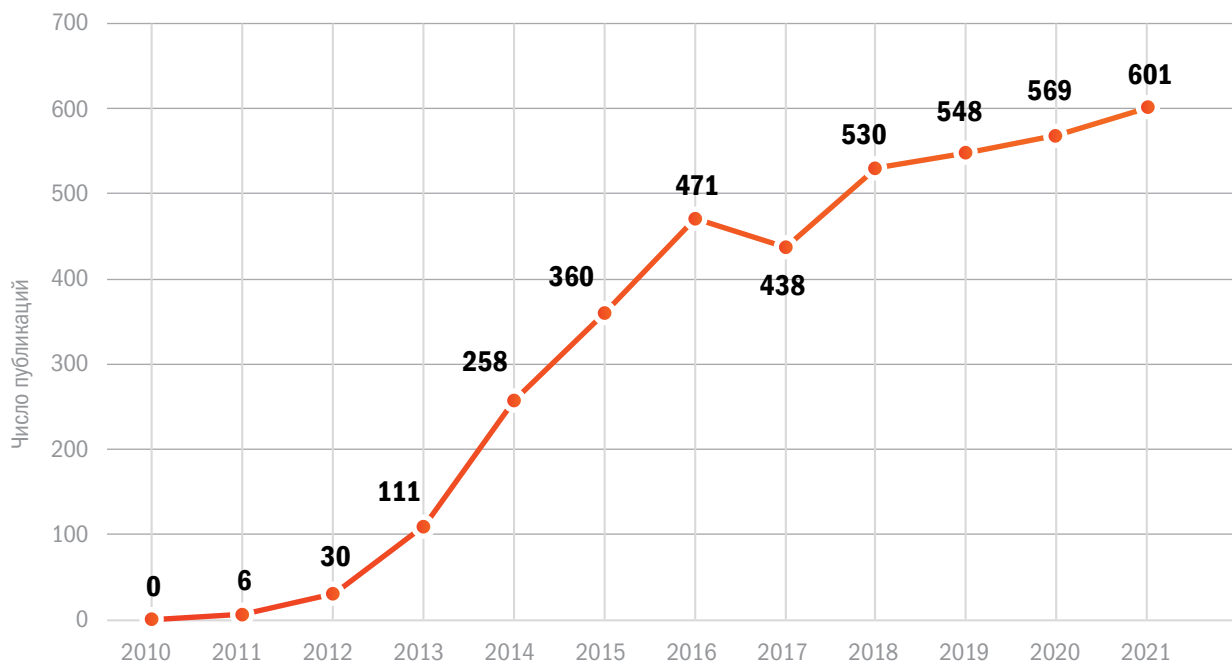


Рис. 3. | Число публикаций со словосочетанием **big data** в названии на платформе PubMed за 2010–2021 годы. Источник: данные платформы [pubmed.org](https://pubmed.org).

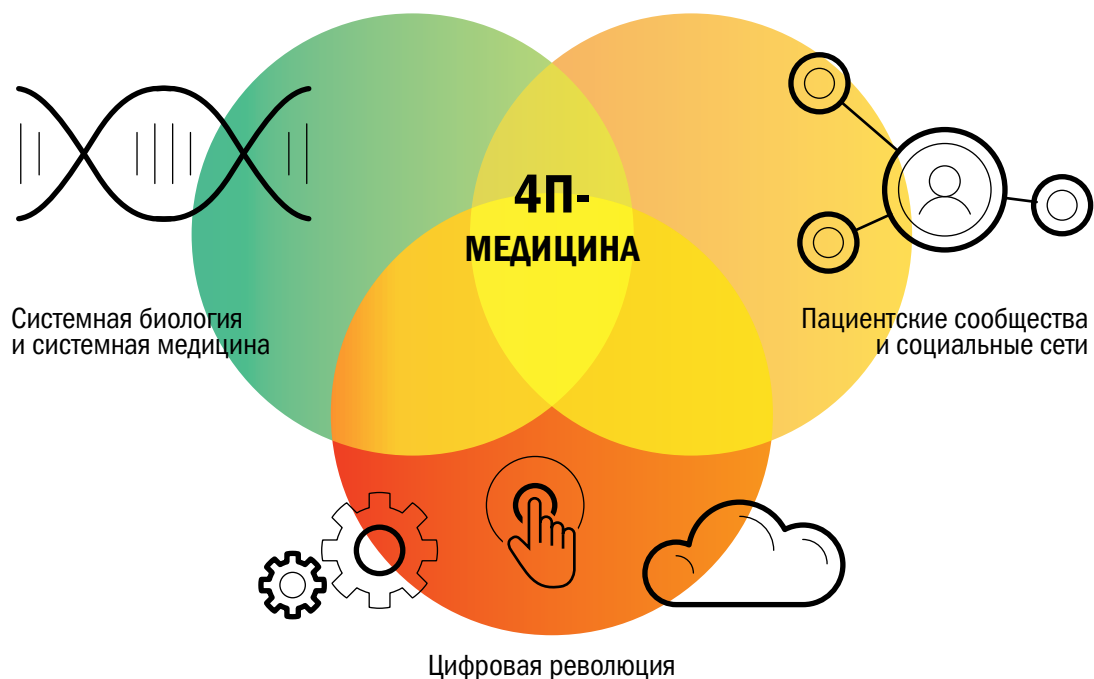
## Анализ больших данных — одна из основ 4П-медицины

Термин «4П-медицина» был введен американским доктором Л. Худом. В 2000 году он создал Институт системной биологии (некоммерческую исследовательскую организацию) и назвал новую концепцию «клиническим воплощением системной биологии».

Концепция 4П-медицины — признанной парадигмы здравоохранения будущего — в определенной мере стала возможной и сформировалась, с одной стороны, на фундаменте открытия и развития упомянутых выше омик, позволяющих иначе оценивать, понимать и воздействовать на природу заболеваний и здоровья человека, а с другой стороны — благодаря широкому внедрению и перспективам цифровой трансформации здравоохранения (рис. 4)<sup>9</sup>. Все более точные данные о природе заболеваний и специфике их течения в сочетании с системным пониманием особенностей конкретного пациента, условий его жизни позволяют выстраивать персонализированный и предиктивный подход в медицине, широкое распространение и оперативный обмен информацией в пациентских сообществах и социальных сетях укрепляют партисипативную составляющую,

а цифровая трансформация позволяет обеспечить синхронизацию информации и анализ данных для принятия конкретных решений как индивидуальных, так и на уровне систем здравоохранения, для формирования превентивных мер в сфере общественного здоровья и индивидуальной медицинской профилактики.

Подходы прецизионной медицины сегодня рассматриваются не только в лечении конкретного заболевания у конкретного пациента, но и в области общественного здоровья. Однако важно различать прецизионность в этих двух разных ветвях здравоохранения. Если в первом случае учитываются геномные, эпигеномные и другие персональные данные, то во втором — предельно детальная стратификация различных когорт населения, также основанная на больших данных<sup>10</sup>.



**Рис. 4. | Три связанных мегатренда, обуславливающих трансформацию здравоохранения и становление 4П-медицины.**

Источник: Flores M., Glusman G., Brogaard K., Price N.D., Hood L. P4 medicine: how systems medicine will transform the healthcare sector and society // *Per Med.* 2013; 10(6): 565–576. doi: 10.2217/PME.13.57

Одна из основ обозначенных выше трех мегатрендов (рис. 4) — большие данные и работа с ними. Это путь к медицине будущего. Если вплоть до конца XX века перед национальными системами здравоохранения стояла задача восстанавливать и поддерживать человеческие ресурсы, то сегодня стоит задача увеличения «человеческого капитала»<sup>11</sup>. Работа с большими данными и открытия омик постепенно формируют возможность научного подхода к тонкой настройке систем здравоохранения и адаптации к потребностям индивида, что прямо указывает на персонализированную медицину — первый и основополагающий из аспектов 4П-медицины.

Действительно, как ни парадоксально, возможности анализа массивов данных

способствуют переходу от обезличенного здравоохранения, основанного на стандартных методах лечения, к индивидуальному подходу и персонализированной медицине. Ведь эти огромные массивы данных, связанные с генетической, геномной, протеомной, метаболомной информацией пациента, — ничто иное, как возможность более детального и глубокого понимания процессов, протекающих в конкретном организме в конкретное время, возможность сосредоточиться на индивидуальных особенностях пациента и целенаправленно — прецизионно — исправлять нарушения.

Персонализированная медицина в определенной мере является характеристикой

<sup>9</sup> Flores M., Glusman G., Brogaard K., Price N.D., Hood L. P4 medicine: how systems medicine will transform the healthcare sector and society // *Per Med.* 2013; 10(6): 565–576. doi: 10.2217/PME.13.57

<sup>10</sup> Dolley S. Big Data's Role in Precision Public Health // *Front Public Health.* 2018; 6: 68. doi: 10.3389/fpubh.2018.00068

<sup>11</sup> Makarenko M. Use of big data in healthcare // *Sciences of Europe* # 74, (2021). P. 58-61

## ПОНЯТИЕ СРЕДНЕСТАТИСТИЧЕСКОГО ЧЕЛОВЕКА, СРЕДНЕЙ НОРМЫ **УТРАЧИВАЕТ АКТУАЛЬНОСТЬ В УСЛОВИЯХ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЙ МЕДИЦИНЫ**

Футуристические изображения медицины будущего имеют под собой реальные основания. Дополненная реальность, компьютерное зрение обеспечиваются большими данными



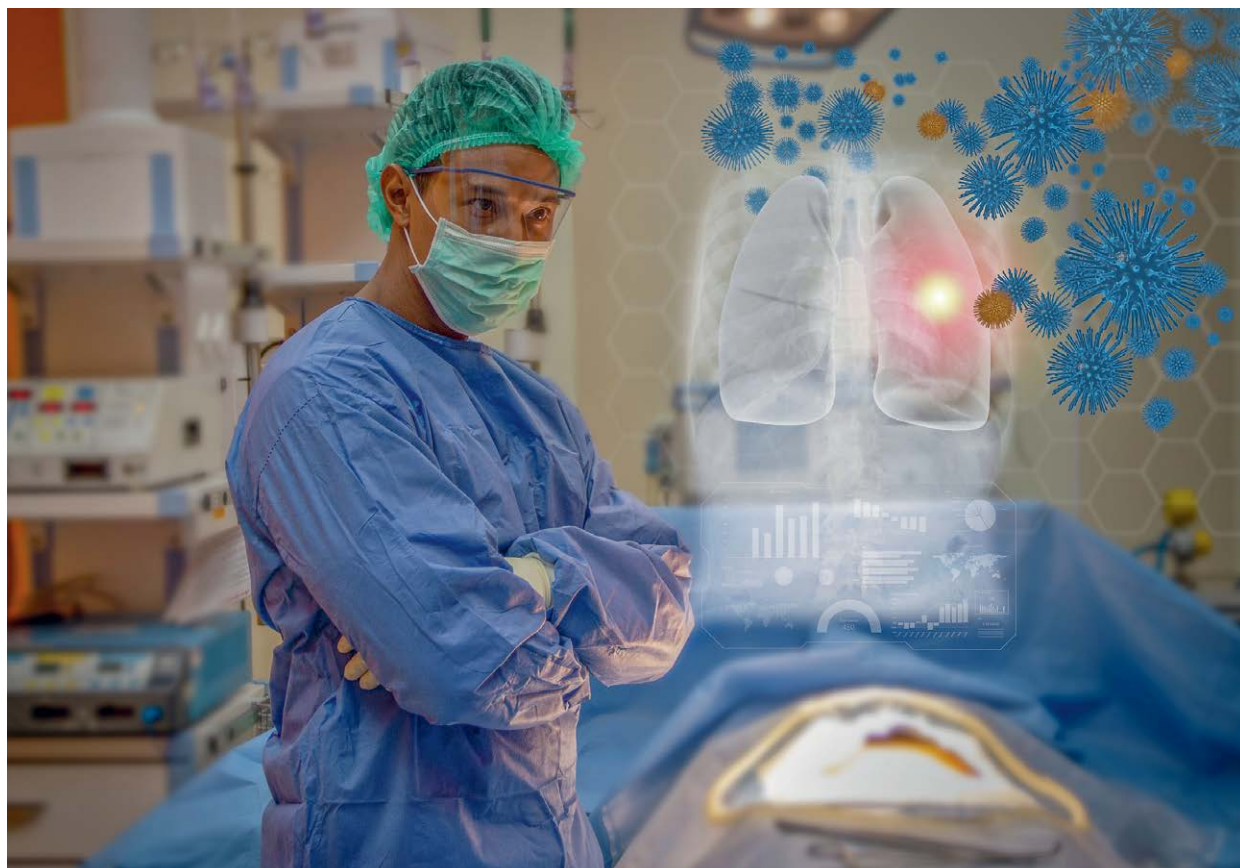
здравоохранения, но требует научного фундамента в виде системной медицины и биологии. В свою очередь системная медицина опирается на пять неразделимых основ.

- Передовые технологии для сбора данных в самых разных многочисленных проекциях о показателях состояния здоровья и болезней каждого отдельно взятого человека.
- Цифровая инфраструктура, соединяющая научные изыскания, клиническую деятельность и пациентов/ потребителей.
- Персонализированные облачные хранилища всеобъемлющих данных о специфическом, уникальном опыте здоровья и болезней каждого человека от молекулярного уровня до социального, что подразумевает обобщение и соединение данных

генетических, фенотипических, демографических, социометрических, медицинской истории людей.

- Новые аналитические подходы, техники и технологии для извлечения из данных информации, значимой для принятия клинических и иных решений.
- Модели системной биологии для понимания уникальной комбинации множества показателей в динамике для оценки состояния здоровья каждого индивида с целью максимально эффективного (в том числе с точки зрения финансов) управления здоровьем человека.

Корень каждого из перечисленных условий развития системной медицины (другими





словами, персонализированной) — это освоение технологий накопления и анализа больших данных и извлечения из них «полезных ископаемых». Неслучайно большие данные сравнивают с новым золотом или новой нефтью. Их недостаточно просто найти и даже добыть, дальше начинается процесс серьезной обработки, чтобы сделать их пригодными для разнообразного использования.

Предикция — одна из основных целей огромной части проводимых исследований, выявление тех или иных рисков, с тем чтобы своевременно были приняты превентивные меры, выгодные как с точки зрения сохранения здоровья конкретного человека, так и с точки зрения экономики здравоохранения. Следующий этап — превентивные меры — тоже может быть основан на результатах анализа больших данных с точки зрения опыта и эффективности тех или иных профилактических мероприятий.

Партисипативность в определенном смысле встречное направление внутри концепции 4П. Если персонализация и предикция находятся в сфере компетентности медицинских

экспертов, превентивность предполагает переход в практическую плоскость и реальные действия пациента в соответствии с рекомендациями медицинского специалиста, и успех во многом зависит от партисипативности пациента, его личной ответственности, вовлеченности в процесс поддержания собственного здоровья, приверженности проведению превентивных мер или, при необходимости, лечению.

Важно отметить серьезный нарастающий тренд, тесно переплетенный с партисипативностью и превентивностью 4П-медицины. Научно обоснованное здравоохранение выходит за рамки собственно медицинской и даже профилактической помощи, смещая ее в сторону велнеса, гармоничного состояния физического и душевного благополучия, не просто здоровья, а «хорошего здоровья», как принято переводить слово *wellness*. Есть мнение, что новый виток развития велнес-индустрии может стать одним из крупных источников экономического роста в XXI веке, и через 10–15 лет она может достичь объемов современной индустрии здравоохранения<sup>12</sup>.

Применение больших данных в медицинской практике открывает широкий спектр возможностей. Уже сегодня достаточно активно применяются системы искусственного интеллекта и поддержки принятия врачебных решений, телемедицина, чат-боты.

## Научно-клиническое применение больших данных

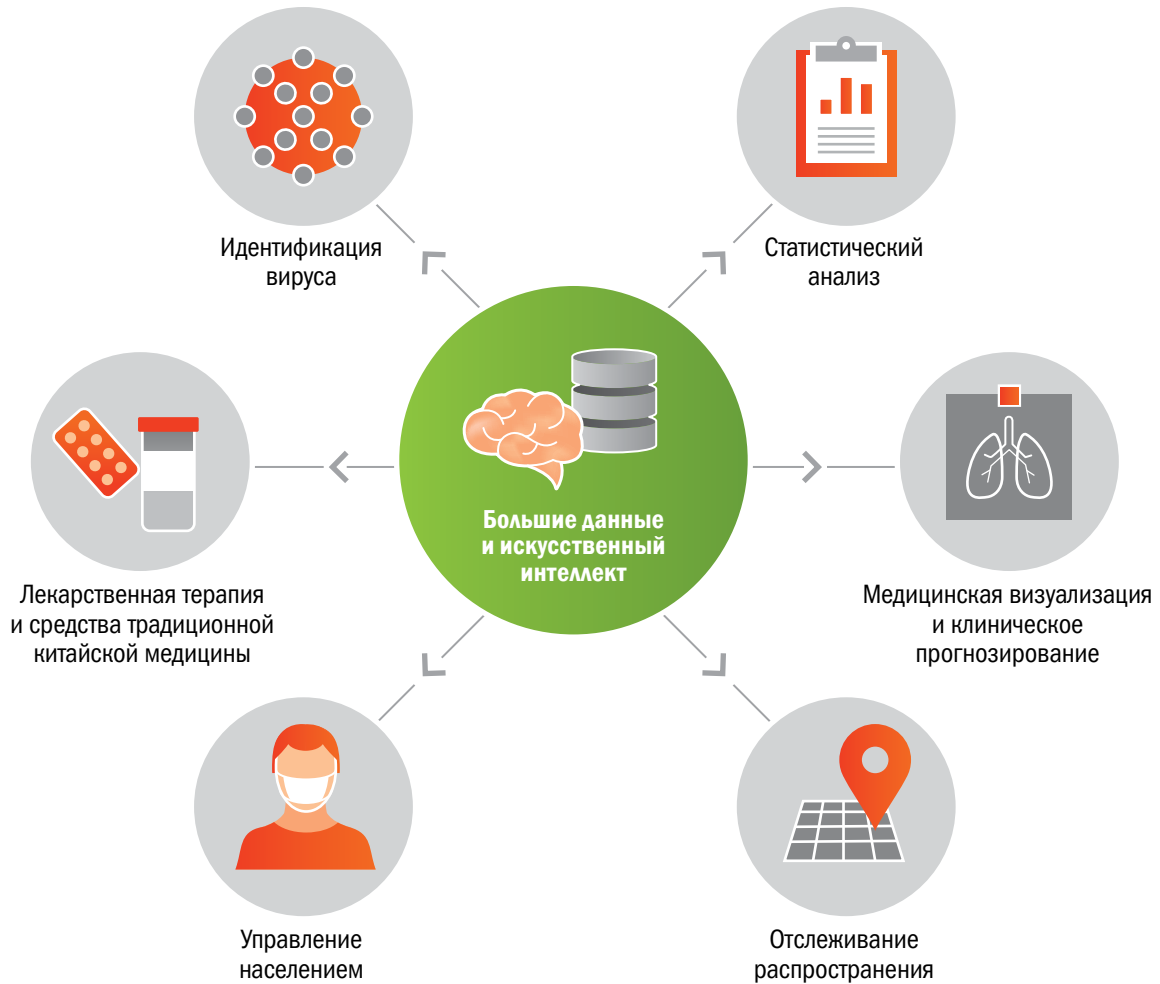
Системная медицина, построенная на анализе больших данных, открывает путь к созданию личной медицинской карты организма человека, в которой будут содержаться сведения о внешних признаках, анатомическом строении, физиологических биохимических показателях, ДНК, РНК. Эти данные уже сегодня можно получить с помощью аппаратных и клинических исследований, а на основе сопоставительного анализа на массиве больших данных можно будет составлять прогноз состояний, потенциально угрожающих здоровью человека, и просчитывать с учетом многообразных показателей степени риска реализации существующих

генетических предрасположенностей в реальных условиях.

Пока большие данные в большей степени осваиваются фундаментальной медицинской наукой. Описание какой-либо нормальной ткани человека само по себе требует выстраивания взаимосвязей между несколькими тысячами переменных данных, в том числе из генома, транскриптома или протеома, и все эти данные должны быть интегрированы с данными, связанными с экологическими и иными условиями жизни данного человека. Таким образом, понятие среднестатистического человека, средней нормы утрачивает актуальность в условиях персонализированной медицины<sup>13</sup>.

<sup>12</sup> Flores M., Glusman G., Brogaard K., Price N.D., Hood L. P4 medicine: how systems medicine will transform the healthcare sector and society // *Per Med*. 2013; 10(6): 565–576. doi: 10.2217/PME.13.57

<sup>13</sup> Trifonova O. P., Il'in V. A., Kolker E. V., Lisitsa A. V. Big Data in Biology and Medicine // *Acta Naturae*. 2013 Jul-Sep; 5(3): 13–16.



**Рис. 5. | Сферы применения сбора, обработки и анализа больших данных и искусственного интеллекта во время пандемии COVID-19 в Китае.**

Источник: Dong J., Wu H., Zhou D., et al. Application of Big Data and Artificial Intelligence in COVID-19 Prevention, Diagnosis, Treatment and Management Decisions in China.

И, возможно, со временем в клинических исследованиях вместо «контрольной группы» будут использоваться соответствующие большие данные.

В настоящее время практическая медицина делает только первые шаги в области использования анализа больших данных. Наиболее известные примеры — компьютерное зрение, «обученное» на большом массиве снимков с высокой степенью точности обнаруживать по заданным параметрам те или иные изменения тканей, от отложения

кальция до начальных стадий онкологического процесса.

Большие данные позволили сформировать исследователям из разных стран несколько шкал определения риска тяжелого течения COVID-19, обладающих различной спецификой. В их числе — разработка московских врачей «КТ-калькулятор», который на основе комбинации данных клинических анализов и осмотра позволяет оценить степень повреждения легких без проведения компьютерной томографии<sup>14</sup>.



## ВОЗМОЖНО, СО ВРЕМЕНЕМ В КЛИНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ **ВМЕСТО «КОНТРОЛЬНОЙ ГРУППЫ» БУДУТ ИСПОЛЬЗОВАТЬСЯ СООТВЕТСТВУЮЩИЕ БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ**

COVID-19 вообще стал своеобразным полигоном для разностороннего использования больших данных. Приведем пример Китая (рис. 5).

Помимо диагностики КТ-изображений с помощью искусственного интеллекта китайскими учеными был разработан собственный алгоритм прогнозирования тяжелого течения и исхода болезни. Из 74 предварительно отобранных в качестве критериев клинических данных в результате анализа и глубокого изучения 10 оказались статистически значимыми и легли в основу системы прогнозирования исхода заболевания у тяжелых пациентов<sup>14</sup>. Также собираемые с самого начала эпидемии данные по синдромам, сопровождающим новую коронавирусную инфекцию, были проанализированы с точки зрения подхода традиционной китайской медицины и сопоставлены с накопленными большими данными по эффективности тех или иных средств. В результате была составлена формула на основе трав, которая в ходе клинических исследований подтвердила способность контролировать воспалительный процесс в легких и подавлять вирус COVID-19. Формула успешно применяется в Китае и получила разрешение от FDA (американского Агентства по контролю над пищевыми и фармацевтическими продуктами) на проведение клинических испытаний<sup>16</sup>.

Интересный кейс клинического применения результатов анализа больших данных — система оценки риска деменции, разработанная научным подразделением одной из крупнейших американских страховых компаний Kaiser Permanente, под красноречивым названием eRADAR (EHR Risk of Alzheimer's and Dementia Assessment Rule — правило риска болезни Альцгеймера и деменции на основе электронной медицинской карты). Модель риска включает 31 предиктор, в том числе симптомы, факторы риска и некоторые особенности поведения<sup>17</sup>. Можно предположить, что один из первых шагов к созданию этого инструмента был сделан еще в 2009 году, когда исследователи Kaiser Permanente отследили связь между развитием деменции и эпизодами гипогликемии у пациентов с сахарным диабетом 2 типа и вывели закономерность вероятности риска<sup>18</sup>. Это исследование нередко приводится как пример анализа больших данных, хотя тогда этот термин еще не использовался широко в сфере здравоохранения.

Еще один пример успешного применения больших данных — разработанная в Германии программа INFORM (INdividualized therapy FOr Relapsed Malignancies in children — индивидуализированная терапия рецидивов рака у детей). Это регистр онкологических пациентов детского возраста, созданный с целью контроля и лечения детей с высоким риском рецидива рака. Регистр содержит

Глобальный рынок больших данных в области здравоохранения в 2022 году предположительно достигнет \$34.27 млрд, а к 2024 году — \$68.03 млрд.

<sup>14</sup> Шкода А. С. КТ-калькулятор: дополнительный инструмент диагностики COVID-19 // *Московская медицина*. — 2021. — № 5.

<sup>15</sup> Dong J., Wu H., Zhou D., et al. Application of Big Data and Artificial Intelligence in COVID-19 Prevention, Diagnosis, Treatment and Management Decisions in China // *J Med Syst*. 2021; 45(9): 84. doi: 10.1007/s10916-021-01757-0

<sup>16</sup> Dong J., Wu H., Zhou D., et al. Application of Big Data and Artificial Intelligence in COVID-19 Prevention, Diagnosis, Treatment and Management Decisions in China // *J Med Syst*. 2021; 45(9): 84. doi: 10.1007/s10916-021-01757-0

<sup>17</sup> Barnes D. E., Zhou J., Walker R. L., et al. Development and Validation of eRADAR: A Tool Using EHR Data to Detect Unrecognized Dementia // *J Am Geriatr Soc*. 2020 Jan;68(1):103-111. doi: 10.1111/jgs.16182

<sup>18</sup> Whitmer R. A., Karter A. J., Yaffe K., et al. Hypoglycemic Episodes and Risk of Dementia in Older Patients With Type 2 Diabetes Mellitus // *JAMA*. 2009;301(15):1565-1572



Рис. 6. | 18 примеров использования анализа больших данных в здравоохранении.

Источник: The DataPine Blog

данные экзоста, генома, РНК, метилирования ДНК на основе микрочипов и используется для выявления индивидуальных терапевтических целей. Сегодня регистр объединяет уже восемь европейских стран и Австралию<sup>19</sup>. Это позволяет накапливать данные и на их основе подбирать все более точные средства предикции и лечения рака у детей. Успешных кейсов применения анализа больших данных в самых разных медицинских направлениях

очень много уже на сегодняшний день. Аналитические системы продолжают активно развиваться, появляются новые разработки — все это позволяет увидеть колоссальный практический потенциал технологии. Однако пока это все же отдельные кейсы. Глобальная перспектива — применение больших данных на всех этапах оказания медицинской помощи.

Уже сегодня на основе больших данных созданы системы поддержки принятия врачебных

## ГЛОБАЛЬНАЯ ПЕРСПЕКТИВА – ПРИМЕНЕНИЕ БОЛЬШИХ ДАННЫХ НА ВСЕХ ЭТАПАХ ОКАЗАНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ



# МЫ СВИДЕТЕЛИ ЦИФРОВОЙ РЕВОЛЮЦИИ, И ДАЛЬНЕЙШАЯ ЦИФРОВАЯ ЭВОЛЮЦИЯ НЕИЗБЕЖНА. ЗАВОРАЖИВАЮЩИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ БОЛЬШИХ ДАННЫХ – ОДИН ИЗ ЯРКИХ ВЕКТОРОВ ЕЕ РАЗВИТИЯ

решений по отдельным медицинским дисциплинам и заболеваниям. В структуре первичной медико-санитарной помощи и взрослым, и детям в поликлиниках Москвы уже внедрены пакетные назначения, покрывающие соответственно 80 и 70 % запросов, с которыми люди обращаются к врачу. Мировой рынок систем поддержки принятия врачебных решений (Clinical Decision Support Systems) составляет сегодня \$1,2 млрд и достигнет к 2025 году \$1,8 млрд с прогнозируемым ежегодным приростом 9,1 %<sup>20</sup>. Это колоссальный полигон для специалистов в области медицинской информатики.

В качестве одного из примеров использования больших данных для персонализированного подхода к оказанию медицинской помощи можно привести планы американского холдинга Express Scripts, осуществляющего деятельность в сфере фармацевтических услуг, лекарственного обеспечения, управления активами и поставок лекарственных препаратов. Компания обрабатывает миллионы рецептов на лекарства и на основе анализа, проводимого с помощью инструментов обработки больших данных, планирует

составлять индивидуальный прогноз и уведомлять лечащего врача, выписывающего препарат, какие лекарства могут вызвать у тех или иных пациентов серьезные побочные эффекты. Также анализ выписанных рецептов может указать на развитие хронического заболевания, его прогрессирование, а анализ потребления предписанных лекарственных средств поможет предсказать риск обострения хронического заболевания и сформировать общий профиль состояния здоровья. Таким образом, медицинские специалисты, ориентируясь на уже готовый заведомо индивидуальный список потенциально опасных для человека препаратов, смогут избежать фатальных ошибок и правильно подобрать терапию. Такой подход не только повышает качество лечения, но и позволяет существенно снизить затраты на оказание медицинской помощи. Исследованием было установлено, что 10 наиболее часто выписываемых в США препаратов в рамках государственной программы медицинской помощи в 79 % случаев неэффективны<sup>21</sup>. А это колоссальные потери с точки зрения бюджета на лекарственное обеспечение и здравоохранение в целом.

Принятие организационных решений на основе больших данных применяется в крупных бизнес-структурах. Этот опыт успешно перенимается индустрией здравоохранения.

## Большие данные в организации здравоохранения и общественном здоровье

Управление процессами на основе больших данных — будущее систем здравоохранения (рис. 6). Это касается значительной части аспектов оказания медицинской помощи.

С нашей точки зрения, применительно к большим данным в сфере медицины и здравоохранения особое значение приобретают критерии достоверности и ценности, так как именно

<sup>19</sup> Pastorino R., De Vito C., Migliara G., et al. Benefits and challenges of Big Data in healthcare: an overview of the European initiatives // Eur J Public Health. 2019 Oct; 29(Suppl 3): 23–27. doi: 10.1093/eurpub/ckz168

<sup>20</sup> Markets and Markets. Clinical Decision Support Systems/CDSS Market // Dec. 2020

<sup>21</sup> Билл Э. Л. Большие данные в сфере здравоохранения // SAS. [https://www.sas.com/ru\\_ru/insights/articles/big-data/big-data-in-healthcare.html](https://www.sas.com/ru_ru/insights/articles/big-data/big-data-in-healthcare.html)

они создают основу для управления процессами как клиническими, так и организационными, в сфере здравоохранения на основе существующих больших данных. Если управление всеми (или почти всеми) остальными «V» (см. рис. 2) лежит практически полностью в плоскости информационных технологий, то вопросы достоверности таких данных и тем более их ценности в значительной степени относятся к компетенции медицинских экспертов, медицинского бизнеса, организаторов здравоохранения, так как подразумевают разнообразные возможности дальнейшего применения проанализированных данных. Анализ больших данных — источник решений по оптимизации работы системы.

Например, учеными Университета Нотр-Дам (США) разработана на основе больших данных программа CARE (Collaborative Assessment and Recommendation Engine — ресурс объединенной оценки и рекомендаций), которая прогнозирует риски для здоровья не только на основе общих рисков, но в сочетании с персональной информацией. То есть поиск идет не от распознавания общеизвестных факторов риска, а на основе поиска соответствий конкретного пациента, его медицинской информации, демографического, социального статуса с данными огромного пула других пациентов. Эти подобию могут включать общие заболевания, симптомы, наследственность, место проживания, род занятий и т. д., находить порой неожиданные зависимости и закономерности. Все это дает предельно детализированную картину персонального риска пациента. Такой подход авторы считают основой пациентоориентированного здравоохранения<sup>22</sup>.

Большие данные — это не только огромный массив информации, но и эффективный инструмент, с помощью которого удастся разрабатывать новые подходы к решению клинических и организационных задач в медицине и в целом качественно трансформировать отрасль.

Еще один пример. Китайские специалисты предложили систему оценки сестринской деятельности на основе больших данных. Многокомпонентный анализ включает множество простых параметров, которые в совокупности дают достоверную оценку. В частности, среди критериев оценки соотношение медицинских сестер по специальностям, укомплектованность, количество пациентов на каждую медсестру, удовлетворенность персонала и пациентов, объективные параметры состояния пациентов: чистота и целостность кожных покровов, падения, частота внутрибольничной инфекции мочевыводящих путей, удовлетворенность пациентов контролем болевого синдрома. Эксперты убеждены, что комплекс этих и множества других (до 260!) показателей сестринской деятельности позволяют не только контролировать кадровые вопросы, но также влияют на результаты лечения пациентов<sup>23</sup>.

Израильские ученые на основе больших данных (были исследованы данные крупной больницы за несколько лет) предложили решение, позволяющее с высокой точностью прогнозировать госпитальную смертность при поступлении пациента. Несколько однократных переменных позволяют выстроить прогноз и выбрать соответствующую рациональную тактику лечения<sup>24</sup>.

Американская некоммерческая общественная корпорация Dignity Health, управляющая больницами и другими медицинскими учреждениями в штатах Калифорния, Аризона и Невада, выстраивает долгосрочные стратегические планы с учетом анализа больших данных. Многолетний анализ клинических, социальных и поведенческих характеристик пациентов и создание технологий для обработки этих данных позволяют усовершенствовать планирование обслуживания пациентов и повысить качество оказываемой помощи. Аналитическая платформа делает возможным прогностическое локальное управление болезнями, сокращение количества повторных

«Анализ больших данных в ближайшие годы может изменить облик сектора здравоохранения. При анализе больших массивов данных в целях диагностики и прогнозирования клинических исходов и осложнений, связанных с несколькими хроническими заболеваниями, удалось достигнуть среднего и высокого уровня точности».

Из публикации ВОЗ

**БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ – ЭТО ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ, С ПОМОЩЬЮ КОТОРОГО УДАЕТСЯ РАЗРАБАТЫВАТЬ НОВЫЕ ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ КЛИНИЧЕСКИХ И ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ**



# ЗАДАЧИ, КОТОРЫЕ ПРЕДСТОИТ РЕШИТЬ ПО МЕРЕ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ, ОСНОВАННЫХ НА БОЛЬШИХ ДАННЫХ, СВЯЗАНЫ В ПЕРВУЮ ОЧЕРЕДЬ С ПРИНЦИПАМИ FAIR

госпитализаций, а также оптимизацию затрат на лечение и лекарственные препараты. Технологии обработки больших данных перспективны во многих сферах здравоохранения. Так, Big Data помогает прогнозировать эпидемии, что в свою очередь позволяет системам здравоохранения подготовиться к вспышкам

инфекционных заболеваний и принять меры задолго до критического сезона. Например, французские исследователи предложили способ отслеживать сезонные эпидемии гриппа на основе больших данных больниц<sup>25</sup>. И это не единственная попытка эпидемиологических прогнозов.

«Потенциал и преимущества использования больших данных заключаются в возможностях совершенствования процедур принятия оперативных решений с помощью аналитики в режиме реального времени, улучшения пациентоориентированного медицинского обслуживания, сокращения нерационального использования ресурсов».

Из публикации ВОЗ

## Трудности роста

Большие данные не работают сами по себе. Они требуют осмысления, анализа, разработки соответствующих технологий и вариантов использования. Однако, несмотря на множество вопросов, которые вырастают по мере накопления знаний в этой области, очевидно, что они уже становятся одной из основ здравоохранения будущего. В мире растет средняя продолжительность жизни, повышается нагрузка на государственные системы здравоохранения, меняются его контуры. В условиях увеличения расходов на оказание медицинской помощи особую актуальность приобретают оптимизация работы медицинских организаций и поиск новых способов управления персоналом и рабочими процессами. С помощью анализа данных можно рассчитывать необходимое количество медицинских кадров для конкретного медучреждения и годовую потребность в лекарственных препаратах, предсказать эпидемическую ситуацию и даже настроение пациентов.

Некоторые задачи, которые предстоит решить по мере внедрения технологий, основанных на больших данных, связаны в первую очередь с принципами FAIR:

- 1) Качественная обработка и очищение данных.
- 2) Стандартизация и возможности совмещения разнородных данных.
- 3) Разработка адекватных инструментов для анализа больших данных.
- 4) Защита персональной информации.
- 5) Свободный взаимобмен нужными данными.

Нам представляется, что, несмотря на скепсис со стороны некоторых экспертов, пути вне технологий у современного здравоохранения нет. Мы свидетели цифровой революции, и, по нашему мнению, дальнейшая цифровая эволюция неизбежна, и завораживающие перспективы освоения больших данных — один из ярких векторов ее развития. **ММ**

<sup>22</sup> Chawla N. V., Davis D. A. Bringing Big Data to Personalized Healthcare: A Patient-Centered Framework // J Gen Intern Med. 2013 Sep; 28(Suppl 3): 660–665. doi: 10.1007/s11606-013-2455-8

<sup>23</sup> Chen A., Jiang X., Lian F., et al. Application and Effectiveness of Big Data and Artificial Intelligence in the Construction of Nursing Sensitivity Quality Indicators // J Healthc Eng.; 2021: 2087876. doi: 10.1155/2021/2087876

<sup>24</sup> Soffer S., Klang E., Barash Y., et al. Predicting In-Hospital Mortality at Admission to the Medical Ward: A Big-Data Machine Learning Model // Am J Med. 2021 Feb;134(2):227-234.e4. doi: 10.1016/j.amjmed.2020.07.014.

<sup>25</sup> Bouzillé G., Poirier C., Campillo B., et al. GimenezLeveraging hospital big data to monitor flu epidemics // Computer Methods and Programs in Biomedicine. V. 154, Feb. 2018, p. 153-160.

# Перспективы применения больших данных в российском здравоохранении

Александр Гусев



*Цифровизация, большие данные открывают новую страницу во всех сферах жизни общества. Пожалуй, одной из наиболее активно развивающихся в этом направлении отраслей является медицина и здравоохранение. Как это будет работать и как работает сейчас, рассказывает директор по развитию проекта Webiomed Александр Гусев.*

**Александр Гусев, кандидат технических наук, директор по развитию проекта Webiomed, эксперт по искусственному интеллекту Центрального научно-исследовательского института организации и информатизации здравоохранения Минздрава России, старший научный сотрудник Научно-практического клинического центра диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы, ответственный редактор журнала «Врач и информационные технологии»**

## — Что такое большие данные применительно к здравоохранению?

— Как такового устоявшегося определения термина «большие данные» пока нет. Вообще термин появился в 2008 году и пришел из телекома на фоне бурного развития отрасли. «Большими» предлагали называть данные, ежедневный объем которых составлял свыше 150 гигабайтов. Именно такие гигантские объемы информации тогда появились в телекоммуникациях — сотовая связь, интернет. Постепенно термин стал применяться

практически везде, в том числе и в здравоохранении. Сейчас большими данными стали называть такой способ их сбора, который хранит полностью картину какого-то объекта. Например, если мы в одну папку запишем всю медицинскую информацию пациентов региона или даже крупного медицинского центра, включая генетические данные, всю родословную, все факторы окружающей среды, это тоже будут гигабайты информации. И даже один человек — это уже тоже «большие данные». Не только и не столько по размеру, сколько по всеохватности. Или большие данные клиники, когда в одной информационной системе есть информация обо всех протекающих рабочих процессах: о ее пациентах, врачах, финансовых потоках, лекарственных ресурсах, оборудовании и его загруженности и т. д. Так что термин не устоялся, хотя слово употребляется очень широко. В любом случае, как мы считаем, большие данные — это колоссальное количество либо записей, либо объема информации.

Тем не менее все эксперты сходятся во мнении, что у этого явления — «большие данные» — есть явные черты. Для работы с большими данными необходимы



специализированные средства. Обычная настольная база данных не выдержит нагрузки и не сможет хранить и обрабатывать запросы на доступ к этим данным. Поэтому, как правило, речь идет о специализированных системах управления данными. Обычные программные продукты, например медицинская информационная система, могут храниться в реляционной СУБД (система управления базами данных), но если мы собираем данные, например, по целому региону, где все централизовано, то требуется уже другой специализированный инструментарий и, следовательно, специализированные методики работы с большими данными, потому что при таком колоссальном объеме невозможно проанализировать каждую строчку или, например, подсчитать в онлайн-режиме неподготовленные запросы. Такие большие данные, как правило, готовят к аналитической обработке. Это радикально отличает их от обычных данных в обычных информационных системах.

Применительно к здравоохранению инструментарий управления, организации процессов смещается к автоматической обработке объективных данных, которые мы собираем в реальном мире: в медицинских системах клиник, лабораторных системах, социальных сетях — это истинно большие данные, терабайты информации. Анализируя их в режиме реального времени, мы действительно можем увидеть реальную картину мира и принимать оперативные и иногда стратегические решения по отрасли на основе такого инструмента.

### — Каковы перспективы больших данных в медицине и здравоохранении, конкретные возможности применения?

— Сегодня большие данные плюс технологии искусственного интеллекта как способ извлекать из этих данных ценность очень напоминают ситуацию с появлением электричества. Всем известно, что в результате его открытия произошла индустриальная революция. Но если внимательно изучить то время, мы увидим, что сценариев применения, конкретной пользы электричества было очень мало: лампочка, освещение улиц, потом связь... Технология появилась, но ее применение, а затем и тотальная замена старого, устоявшегося индустриального подхода потребовали времени. Предприниматели, промышленники

с каждым годом создавали на основе все той же технологии все новую и новую ценность, но я уверен, что изобретатели электричества даже не представляли себе электромобилей и всех бытовых приборов, которыми мы сейчас пользуемся не задумываясь. Большие данные и искусственный интеллект в здравоохранении — точно такая же фундаментальная технология. Мы понимаем, что границ применения и потенциальных эффектов мы сейчас просто не видим. Пока мы довольно существенно ограничены и находимся на самых начальных этапах освоения больших данных в практическом здравоохранении. Нам доступна только верхушка айсберга, но и она уже впечатляет. Поэтому сомнений нет, что нужно накапливать и накапливать эти большие данные, даже если мы еще до конца не научились извлекать из них выгоду. Чем больше будет этих данных, тем большей ценностью

будут обладать технологии искусственного интеллекта. К тому же, и это самое интересное, мы можем создавать новую ценность, новые цифровые проекты.

### — Что вкладывается в понятие «управление большими данными»?

— Чтобы не было подмены понятий, необходимо четко разделить термины «управление большими данными» и «управление на основе данных». Что касается первого, это техническая наука, сфера информационных техно-

логий, которая изучает и разрабатывает в основном прикладные решения: конкретные программные продукты, математические алгоритмы, аппаратное обеспечение, для того чтобы мы могли обрабатывать и накапливать данные. Сегодня проблема больших данных состоит в том, что они генерируются с такой скоростью, что компьютеры или программное обеспечение, не говоря уже о людях, не всегда способны их обработать. Даже сверхпроизводительные процессоры и высоконагруженные приложения уже не всегда справляются.

Управление на основе данных — это наука об организации процессов по принятию управленческих решений на основе анализа данных, так называемый data-based management. Корпоративный, зрелый бизнес давно живет по этим правилам. Они означают, что решения по процессам не принимаются, если эти процессы не измерены, если нет объективной, собранной без участия человека и его интерпретаций информации. Решения принимаются только по тем процессам, которые

## БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ — ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ. ГРАНИЦ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ И ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ЭФФЕКТОВ МЫ СЕЙЧАС ПРОСТО НЕ ВИДИМ

автоматизированы и работают на цифровых платформах. Только такие процессы можно считать управляемыми. Подобные тезисы кажутся иногда наивными или даже оторванными от реальности. Но именно когда эту теорию изучаешь, когда она внедряется в организациях, приходит понимание, как работают эти аналитические порты, как формируются прогнозные модели, строятся тренды, создается красивая визуализация, а вы сосредоточены не на том, чтобы копаться в отчете, а на том, чтобы искать причину того или иного явления и пути решения. Методики управленца, построенные на анализе накопленных данных, позволяют выиграть в конкурентной борьбе, выжить в условиях ограниченных ресурсов по времени, финансам. Руководителю не надо верить кому-то на слово, он работает с информационными системами.

### — Как реализуется это в системах здравоохранения?

— В основном эти технологии научились применять для решения вполне конкретных, прикладных задач. Несколько примеров. Накопление больших данных позволило разрабатывать системы автоматического контроля за лечебно-диагностическим процессом, системы поддержки принятия врачебных решений, которые, анализируя большие данные, могут подсказывать врачу об ошибке или рекомендовать те или иные исследования, терапию. У нас миллионы пациентов, и системы учатся находить среди них подобных, выявлять закономерности, упрощая врачу процесс диагностики и лечения. Во-вторых, большие данные очень хорошо используются в научных исследованиях: новые данные о влиянии факторов риска, симптомах заболеваний, каких-то нетипичных течениях. Все эти крупницы знаний добавляются в медицинскую науку и шлифуются. В-третьих, много интересных кейсов в организации и управлении. Например, показательный кейс одной американской технологической компании, которая к определенной категории пациентов направляла медсестер для проведения обследования прямо на дому. По результатам пациенту назначалась терапия, амбулаторное лечение. Цель была — определить: болен / не болен, лечить / не лечить. Другая компания делала то же самое, но собрала шире данные, разработала алгоритмы анализа этих данных и в результате смогла стратифицировать этих пациентов прямо дома по группам

риска и выявить тех, у кого могут быть серьезные проблемы со здоровьем. Медицинская помощь уже оказывалась в зависимости от группы риска. Таким образом компания смогла на 15 % сократить госпитализации своих пациентов. Если учесть, что рынок здравоохранения США составляет несколько триллионов долларов, можно себе представить, что сокращение на 15 % госпитальных затрат — это колоссальный экономический эффект, выгода для работодателей, для пациентов, для здравоохранения.

### — Получается, что выгоднее оказалось буквально ко всем после определенного возраста отправлять на дом средний медперсонал, чтобы обследовать людей, выявить эту группу и ее контролировать?

— Совершенно верно. Рутинный скрининг в сочетании с использованием больших данных, а следовательно, прогнозной аналитики, машинного обучения — это очень серьезный способ оптимизации работы системы здравоохранения.

Управление на основе данных — это будущее организации здравоохранения, возможность прогнозировать ситуацию, принимать управленческие решения, перераспределять ресурс не после того, как случилась катастрофа, а заранее. И это чуть ли не единственный путь, потому что заболеваемость растет, траты на здравоохранение повышаются, ведь чем дольше живет

пациент, тем больше у него хронических заболеваний, тем больше он нуждается в медицинской помощи, а значит, ресурсов будет не хватать все больше, и это глобальная проблема. Сбор данных и принятие управленческих решений на их основе — это способ обеспечить эффективность существующей системе. Альтернативный путь — резкое увеличение затрат на здравоохранение. Но если львиная доля ресурсов пока еще идет на предотвратимую медицинскую помощь, к чему наращивать неэффективные траты? Ведь они могут увеличиваться только за счет других секторов экономики. Я убежден, что выход — это управление на основе цифровизации и больших данных.

### — А что в этом направлении уже реализуется в нашей стране?

— У нас есть повод для национальной гордости. Например, около 31 % стран мира, согласно аналитике ВОЗ, представляет государственное стимулирование для внедрения

## РУТИННЫЙ СКРИНИНГ В СОЧЕТАНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БОЛЬШИХ ДАННЫХ, ПРОГНОЗНОЙ АНАЛИТИКИ, МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ – ЭТО СЕРЬЕЗНЫЙ СПОСОБ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ



электронных медицинских карт. И мы входим в это продвинутое меньшинство. У нас с 2011 года развивается проект Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ). Это колоссальное федеральное инвестирование, создана инфраструктура, куплено огромное количество компьютеров, созданы локальные вычислительные сети, территория у нас огромная, и потребности соответствующие, вложены огромные ресурсы в защиту информации, медицинское программное обеспечение. Например, по такому показателю, как доля медицинских организаций, внедривших систему ведения электронных медицинских карт, если не ошибаюсь, по итогам 2021 года мы вышли на уровень 90 % по всей стране. Это очень хороший показатель. В США наилучший в мире показатель — 98 %. 100 % нет нигде. А множество стран вообще только в самом начале этого пути. Но несмотря на такие успехи, у нас пока маленький рынок цифрового здравоохранения — 0,1–0,2 % от глобального, то есть потенциал роста огромный. Глобально пока лидируют Китай, Великобритания, США. В России — традиционно хорошие идеи, успешно создаются системы, но пока слабый предпринимательский задел.

**— Немного футурологии: как будет выглядеть система здравоохранения, управляемая на основе больших данных?**

— Банальная истина: любое будущее невозможно предсказать. Но анализируя спокойно и трезво, через экспертную дискуссию, мы можем выработать сценарии, выбирать из них, как нам кажется, наиболее реалистичный и двигаться исходя из него. Если внимательно посмотреть на структуру инвестиций в цифровое здравоохранение, на то, какие продукты и для кого создаются в последние два-три года, мы увидим тихую революцию, которая происходит у нас за спиной каждый день. Еще пять лет назад цифровое здравоохранение главным своим потребителем, плательщиком и пользователем видело участника здравоохранения. Создавались продукты для клиник, которые покупал главный врач или директор, для фарминдустрии, для применения в стационарах, поликлиниках. Сейчас львиная доля инвестиций направляется в продукты для пациентов. Компании, работающие в сфере цифрового здравоохранения, классическую клинику, медицинскую организацию, врача и руководителя уже воспринимают не только

как своего заказчика, но и как своего потенциального конкурента. Примерно через 5–10 лет мы окажемся в ситуации, когда цифровое здравоохранение станет «перехватывать» пациента у обычной медицинской организации, работающей в офлайн-режиме, и будет стремиться к тому, чтобы он туда не попал, не заболел или, по крайней мере, у него не развилось осложнение. Вот это один из самых интересных сценариев будущего, с моей точки зрения. Превентивное здравоохранение станет виртуальным и нацеленным на то, чтобы не позволить пациенту попасть под нож хирурга или просто на койку в стационар.

**— Речь идет о развитии инструмента, аналогичного системе поддержки принятия врачебных решений на уровне профилактики, чтобы пациент мог самостоятельно контролировать здоровье или процесс лечения?**

**Но кто-то же должен проанализировать его личные данные, симптомы, показатели?**

— Именно. Мы накапливаем большие данные, с их помощью мы знаем уже практически все о нашем пациенте, о течении его заболевания, можем прогнозировать, как оно будет развиваться, к чему приведет. Мы даже знаем порой, какие лекарства ему назначали и помогли они ему или нет. Эти бесконечные знания

спрятаны в цифре, и их надо оттуда извлечь. Как мы можем это сделать? Алгоритмы «интеллектуального помощника» сейчас активно обсуждаются. Концепция цифрового ассистента — это новый взгляд на систему поддержки принятия врачебных решений. На самом деле, это чисто российское название — «врачебных решений». На Западе устоявшийся термин — «система поддержки клинических решений» (clinical decision support system). Эти системы применяются в том числе средним медицинским персоналом, медсестрами, как основными и наиболее многочисленными участниками лечебно-диагностического процесса. Технологические компании сейчас говорят: мы можем вытащить из больших данных знания, чтобы создать виртуального ассистента, и почему он должен включаться в процесс только тогда, когда пациент свалился и оказался на койке в больнице, пусть он помогает ему дома, как только появился первый симптом и пациент еще даже не дошел до врача. Поэтому сейчас очень активно

**ЕСЛИ ВНИМАТЕЛЬНО ПОСМОТРЕТЬ НА СТРУКТУРУ ИНВЕСТИЦИЙ В ЦИФРОВОЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЕ, НА ПРОДУКТЫ, КОТОРЫЕ СОЗДАЮТСЯ В ПОСЛЕДНИЕ ДВА-ТРИ ГОДА, МЫ УВИДИМ ТИХУЮ РЕВОЛЮЦИЮ**

развиваются соответствующие мобильные приложения. Есть уже множество таких программ: вы сами можете сфотографировать родинку и получить с высокой долей точности ответ, есть ли онкологический риск; вбить симптомы, и алгоритм распознает, какое у вас, возможно, заболевание, скажет, куда обратиться и есть ли в этом необходимость. Цифровые ассистенты, обученные на больших данных, — это будущее.

**— Что требует развитие всех этих технологий от медицинского персонала? Расхожие опасения: что же будет делать врач?**

— Это острый вопрос. Но основная задача — не создать совершенного виртуального врача, об этом даже не идет речь, а дать что-то пациенту. Технология — не конкурент врачу. Человечество уже прошло несколько технологических революций, и человек не пропал! Созданные им инструменты и машины не заменили его. Происходило исчезновение того человека, который хотел жить с каменным топором в эпоху электричества. Искусственный интеллект заменит только такого врача, который не применяет искусственный интеллект. Потому что это усиление его профессиональных возможностей, а не замена. Мы пришли не уничтожить, а повысить эффективность.

**— Как это влияет на медицинское образование?**

— Для того чтобы наше образование не отставало от технологического уровня и производило кадры с актуальными компетенциями, цифровое здравоохранение нужно погружать в образовательный процесс, сотрудничать с такими авторами, как главный внештатный специалист Минздрава России по информационным системам в здравоохранении Татьяна Васильевна Зарубина и другие, общаться со студентами, находить среди них поклонников, интересантов. Тогда завтра врачи не будут относиться к «цифре» как к чему-то искусственно привнесенному технологической компанией. Сегодня для них абсолютная норма — ЭКГ и КТ, а завтра к ним добавится цифровой помощник.

**— Но ведь современные студенты уже естественным образом «прокачаны» в сфере цифровых технологий.**

— Да, на мой взгляд, ничего дополнительного, искусственного вносить в жизнь не надо. Наоборот, роль академической науки состоит в том, что ей нужно это понять, принять и включить в образовательные программы, увеличивать часы медицинской кибернетики, давать практику по различным цифровым медицинским продуктам — естественным образом отвечать на запрос молодежи.

**— К вопросу о медицинской кибернетике. Она преподается сейчас только на специальных кафедрах. Имеет ли смысл сделать ее частью общего медицинского образования?**

— Есть. Более того, в России несколько центров уже работают над этим. Например, Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова. Там сильная кафедра медицинской кибернетики, где готовят врачей-кибернетиков — не тех, кто будет пользоваться, а тех, кто будет правильно разрабатывать будущие продукты. Для врачей общей практики и других специальностей тоже есть базовые программы по компьютерной грамотности. Есть пласт профессионального сообщества в разных научных школах, разных научных центрах, сосредоточенный на том, чтобы обогащать образовательные программы цифровыми дисциплинами и для студентов, и для специалистов, и в последипломном образовании, и при подготовке преподавателей.

**— Что вы можете сказать о Москве, о ее перспективах в работе с большими данными?**

— У нас в стране сложились два концептуально разных подхода к цифровизации здравоохранения. Есть так называемый децентрализованный подход. Он подразумевает, что каждая клиника уникальна, только главный врач может принять решение, какой программный продукт ему выбрать, максимально зачитывая его под свои процессы. Потом мы соединяем все эти клиники через определенные сервисы, чтобы получить общий банк данных этих клиник. По такому пути пошел Санкт-Петербург, сегодня это самый крупный децентрализованный проект в России. Его полный антагонист — централизованный подход, реализованный в Москве: у нас единый программный продукт, который внедряется во всей очень крупной сети медицинских организаций. За счет этого продукт развивается быстрее, мы сразу начинаем собирать данные централизованно, а не перегоняем их из системы в систему, форматируя и теряя иногда по пути. Москва, по моим ощущениям, — это один из крупнейших проектов в мире и по ведению электронного здравоохранения, электронной медицинской карты, электронной радиологии. ЕМИАС и ЕРИС в ее составе — это колоссальный производитель тех самых больших данных. И я верю, что в Москве зрелый менеджмент научится извлекать из этой «бигдаты» нужные данные и успешно решать конкретные вопросы эффективности. ММ



НИИ  
ОРГАНИЗАЦИИ  
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
И МЕДИЦИНСКОГО  
МЕНЕДЖМЕНТА



# Образование

**НИИОЗММ ДЗМ – один из главных организаторов непрерывного профессионального развития медицинских кадров для Департамента здравоохранения города Москвы**

## КОМПЕТЕНЦИИ

- Разработка методов повышения профессионального уровня врачей и среднего медицинского персонала.
- Создание условий для доступа к результатам современных исследований, актуальным научным публикациям.
- Организация программ с использованием электронного обучения.
- Организация стажировок и профессиональных тренингов за рубежом.
- Подготовка команды современных медицинских лидеров.

В программы обучения входят темы:

- > эффективное управление ресурсами медицинской организации;
- > медицинская статистика;
- > кодирование по МКБ;
- > навыки профессионального общения;
- > оказание медицинской помощи в экстренной форме и др.

С 2016 ГОДА ОБУЧЕНО БОЛЕЕ  
**5000** СПЕЦИАЛИСТОВ

РАЗРАБОТАНО БОЛЕЕ **40**  
ПРОГРАММ ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

**ВСЕ ПРОГРАММЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ПРОХОДЯТ АККРЕДИТАЦИЮ НА ПОРТАЛЕ НЕПРЕРЫВНОГО МЕДИЦИНСКОГО И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ МИНЗДРАВА РОССИИ.**

**С 2019 ГОДА В ИНСТИТУТЕ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ НАБОР В АСПИРАНТУРУ, А С 2020 ГОДА – И В ОРДИНАТУРУ.**

**АСПИРАНТУРА: НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ 32.06.01 МЕДИКО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЕ ДЕЛО, НАПРАВЛЕННОСТЬ (ПРОФИЛЬ) ПРОГРАММЫ 14.02.03 ОБЩЕСТВЕННОЕ ЗДОРОВЬЕ И ЗДРАВООХРАНЕНИЕ.**

**ОРДИНАТУРА: СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 31.08.71 ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И ОБЩЕСТВЕННОЕ ЗДОРОВЬЕ**

# Цифровизация: от накопления данных к их использованию

Илья Тыров



*По мнению Ильи Тырова, самые интересные проекты в области цифровизации здравоохранения сегодня реализуются в Москве. В своем интервью он рассказал о ключевых трендах в работе с цифровыми данными в медицине и перспективах развития технологий в этой области.*

**Илья Тыров, заместитель руководителя Департамента здравоохранения города Москвы**

**— Илья Александрович, каковы сегодня механизмы работы с цифровыми данными на уровне городской системы здравоохранения? Чего удалось добиться за последнее время?**

— Больше десяти лет назад в Москве началось накопление медицинских данных в системе ЕМИАС (Единая медицинская информационно-аналитическая система). Сегодня ЕМИАС стал единым агрегатором цифровых данных о пациенте, а также хозяйственной и операционной деятельности медицинских организаций. Причем данные структурированных, готовых к использованию

и обработке в режиме реального времени. Совершенно очевидно, что без этапа накопления данных не может идти речь и об их использовании, о том, чтобы получать дивиденды от сервисов ЕМИАС. Пожалуй, это самый ответственный и трудоемкий этап во всем цикле работы с данными.

Процесс этот идет давно, но в прошедшие два года был совершен большой рывок с точки зрения полноты собираемых данных. Стационары тоже начали накапливать структурированные по стандартизированным формам данные в клинической подсистеме ЕМИАС — КИС ЕМИАС (Клиническая информационная система ЕМИАС). Эта подсистема интегрирована с ЕМИАС, между ними отлажен обмен данными. Таким образом, поликлиники и больницы Москвы объединены единой цифровой платформой, и данные об истории болезни пациента доступны медицинскому персоналу на всех уровнях оказания медицинской помощи. Собственно, из этих данных



и формируется единая электронная медицинская карта каждого пациента — основа системы управления данными в здравоохранении.

Это большой труд многих специалистов: и тех, кто согласовывал структуру форм ввода данных, и тех, кто ее реализовал технически, и тех, кто изо дня в день эти формы наполняет. Благодаря этому колоссальному труду всех участников процесса мы можем говорить о создании системы управления на базе достоверных первичных данных.

**— Какова основная сложность в этой работе? Что обязательно нужно учитывать для того, чтобы такая система работала эффективно?**

— Главная проблема и одновременно необходимое условие работы системы — стандартизация электронных форм медицинской документации и правил ввода данных в систему — унификация структуры данных. Когда данные собирались вручную, зачастую они собирались и предоставлялись в удобной исполнителю форме, не всегда достаточно качественно фиксировались и структурировались, в итоге сегодня это приводит к тому, что не все данные доступны для машинной обработки. Сейчас мы стараемся подходить к сбору данных с позиций эффективности их использования. Ведется скрупулезная работа над тем, чтобы собирались и хранились лишь те данные, которые действительно нужны, которые могут быть использованы для аналитики и принятия решений на ее основе. При разработке форм ввода данных мы должны понимать, кем данные будут использованы, для каких целей и каким образом. Таким образом, формируется единая оптимальная структура сбора данных для городской системы здравоохранения.

Еще один важный аспект — формирование культуры работы с данными. Сейчас врач в большей степени ощущает себя поставщиком данных в систему и воспринимает этот процесс как рутинный, трудоемкий, еще и отнимающий время от главного — лечения пациентов. То есть он не всегда видит связь между данными, которые он вводит в систему, и конечным

и полезным для себя результатом их обработки и анализа. А ведь в Москве накоплен большой массив уже структурированной информации в цифровом виде, которую можно использовать для облегчения труда врачей. Когда хирург, например, оперирует, ему нужно не только суметь удержать в уме огромный объем информации о пациенте, но и принимать на ее основе врачебные решения в каждый момент операции. При этом значительный объем данных по пациенту и сопутствующей информации уже есть в нашей информационной системе, и есть техническая возможность эту информацию предоставлять врачу в нужный момент. Врач, получая такую информацию, не только понимает, зачем он ее вводил в систему, но и получает мотивацию работать над качеством предоставляемых в систему данных.

Сбор медицинских данных в цифровой форме — кропотливая работа каждого в системе здравоохранения над формированием структурированной базы, помогающей решать клинические и управленческие задачи в сфере здравоохранения. Один из важнейших сегментов нашей работы сегодня — превращение врача — поставщика данных во врача — пользователя информации. Сначала мы работали на данные — теперь они должны работать на нас.

**ДАнные ДОЛЖНЫ СТАТЬ ПРИМЕНИМЫМИ К КОНКРЕТНЫМ КЛИНИЧЕСКИМ СИТУАЦИЯМ. СНАЧАЛА МЫ РАБОТАЛИ НА ДАННЫЕ – ТЕПЕРЬ ОНИ ДОЛЖНЫ РАБОТАТЬ НА НАС**

**— Массив данных накоплен, а какие решения используются для ее обработки и получения профессионально значимых результатов для врачей и управленцев?**

— Надо понимать, что процесс накопления данных непрерывен. Объемы информации в медицине, как и в любой другой сфере, растут экспоненциально. Причем данные увеличиваются не только в объеме, но и в своем качественном разнообразии. Данные становятся более детальными, появляются их новые виды. Весь этот массив нужно уметь структурировать и обрабатывать. Мы поддерживаем в актуальном состоянии электронные формы медицинских документов, нормативно-справочную информацию, учитываем изменения в нормативной базе, формулируем новые концептуальные подходы к обработке данных. При этом появляются

новые источники данных. Например, сейчас при покупке медицинского оборудования мы формируем требования к технической интеграции с ЕМИАС, так как данные, передаваемые в систему напрямую с медицинского оборудования, наиболее объективные, подвержены меньшим рискам ошибок ручного ввода. Нам предстоит еще много работы, чтобы оцифровать все, что нужно врачу для принятия решений.

При этом стандартизация форм сбора данных требует согласования с огромным количеством участников. Решение должно быть и клинически обосновано, и здравым смыслом продиктовано, и в целом принято медицинским сообществом.

При этом по мере увеличения объема медицинских данных совершенствуются алгоритмы их машинной обработки. Обработка и анализ огромных массивов данных требует использования более сложных технологий, а именно внедрения технологий искусственного интеллекта.

И эта сложная работа уже дает конкретные результаты. В Москве реализован ряд успешных проектов по использованию имеющихся цифровых данных. Например, эксперимент по компьютерному зрению, который мы ведем совместно с коллегами-радиологами (Научно-практическим центром диагностики и телемедицины). Появилось и развивается много сервисов на основе алгоритмов машинного обучения, большинство из которых — отечественные решения. За два года эксперимента алгоритмы искусственного интеллекта научились с довольно высокой точностью определять различные патологии на КТ, рентгенограммах органов грудной клетки и маммограммах.

Есть перспективные технологии, использующие алгоритмы распознавания речи. Эти решения очень полезны для врачей инструментальной диагностики. Они сокращают время на описание исследований — алгоритмы позволяют распознать живую речь, например врача-рентгенолога, и сформировать большую часть описания по ключевым словам, преобразуя медицинские термины в текст заключения. По сути, мы говорим о сервисах, аналогичных популярным голосовым помощникам, но распознающих медицинскую лексику.

Еще одна перспективная область использования данных — прогнозирование. Мы вплотную подходим к созданию так называемых цифровых двойников — набора связанных актуальных данных, точно копирующих пациента. На их основе можно строить прогностические модели, позволяющие составить представление о динамике развития той или иной патологии, сопутствующих заболеваний, факторах риска, приведших к развитию патологии, и так далее. Это та самая превентивная медицина на основе данных, о которой так много говорят сегодня специалисты. Уровень развития методов и технологий анализа данных (текст, медицинские снимки, биометрия, видеопоток), в том числе при помощи методов машинного обучения, уже очень высок — нужно только сформулировать потребность, задачу. Этим мы как раз сейчас занимаемся вместе с главными внештатными

специалистами ДЗМ: собираем и систематизируем потребность в данных и управленческих отчетах на их основе.

Все эти проекты ложатся в русло общемировых трендов в цифровизации медицины, но могу сказать, что самое интересное сегодня происходит в Москве. И больше всего я ценю в нашей работе то, что мы стараемся подходить к цифровизации рационально. Всегда стараемся объяснить врачам, для чего нужна цифровизация. И результаты налицо. Мы постепенно меняем процессы лечения и преобра-

зуем данные в удобные инструменты как для врача, так и для управленцев на всех уровнях медицинской сети.

## **В ПЕРСПЕКТИВЕ МЫ ОСВОБОЖДАЕМ ВРАЧА ОТ РУТИННЫХ ОПЕРАЦИЙ И ПРЕДОСТАВЛЯЕМ В УДОБНОЙ ФОРМЕ ДОСТУП К ИНФОРМАЦИИ, НА ОСНОВЕ КОТОРОЙ ОН ПРИНИМАЕТ РЕШЕНИЯ В ХОДЕ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТА**

**— А каков итог этой работы? Есть некая идеальная система работы с данными в здравоохранении, к которой мы стремимся?**

— В перспективе мы освобождаем врача от рутинных операций и предоставляем в удобной форме доступ ко всему массиву информации, на основе которой он принимает решение в ходе лечения пациента. Принятие решений неизменно останется на стороне естественного интеллекта. Машинные алгоритмы работы с данными лишь позволяют врачу иметь оперативный доступ к актуальным данным. Это самая понятная перспектива и цель нашей работы. **ММ**



# Наука

**НИИОЗММ ДЗМ – активный участник научного обоснования реформ, проводимых в московском здравоохранении**

## КОМПЕТЕНЦИИ

- Экспертная деятельность при проведении и планировании реформ в московском здравоохранении.
- Исследовательская работа в области управления здравоохранением и состоянием общественного здоровья.
- Прогнозирование изменений состояния здоровья и социально-демографических показателей среди москвичей.
- Проведение фармакоэкономических расчетов при запуске новых проектов.
- Разработка систем принятия клинических решений.
- Развитие кадрового потенциала столичного здравоохранения.
- Совершенствование базовых технологий оказания медицинской помощи с использованием телемедицины.
- Разработка стратегии экспорта медицинских услуг в Москве.
- Научно-методическая и прогнозная оценка ресурсов в системе здравоохранения и влияния их достаточности на эффективность деятельности медицинских организаций.

**51** ИНДЕКС ХИРША ИНСТИТУТА  
ПО ПУБЛИКАЦИЯМ В РИНЦ

БОЛЕЕ **400** НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ  
ИЗДАЮТСЯ ЕЖЕГОДНО  
СОТРУДНИКАМИ НИИОЗММ

**20** НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ПРОВОДЯТСЯ ЗА ГОД



СОДЕРЖАНИЕ И ПЛАН НАШЕЙ РАБОТЫ ДОЛЖНЫ БЫТЬ МАКСИМАЛЬНО НАПОЛНЕННЫ ПРАКТИЧЕСКИМ СМЫСЛОМ И ПРИВЯЗАНЫ К ПРОЦЕССАМ, ПРОИСХОДЯЩИМ В СОВРЕМЕННОМ ЗДРАВООХРАНЕНИИ».

Елена АКСЕНОВА, доктор экономических наук, директор НИИОЗММ ДЗМ

# БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ МОСКВЫ



# НАУЧНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ



## Здоровье мегаполиса



### Новая площадка

для обобщения отечественного и мирового опыта организации медицинской помощи в условиях больших городов

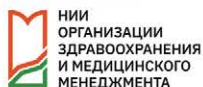
“

Призываю всех активно использовать эту трибуну для обсуждения жизненно важных проблем функционирования крупнейших мегаполисов мира

”



[city-healthcare.com](http://city-healthcare.com)



ISSN 2713-2617



Академик  
Н. И. Брико

# Система управления данными в городском здравоохранении

Андрей Григоров



*Пандемия катализировала многие процессы в организации здравоохранения. Одна из точек роста — сбор и анализ медицинских данных. Ключевой тренд в этой области — цифровизация, позволяющая существенно сократить путь от получения первичных данных до принятия решения на их основе.*

**Андрей Григоров, начальник Организационно-аналитического управления Департамента здравоохранения города Москвы**

**— Андрей Александрович, какими видами данных оперирует современная медицина? Каковы современные подходы к их сбору и обработке?**

— Медицина исторически работает с данными и развивается, используя данные. Сегодня мы отслеживаем как традиционный набор показателей на основе статистических форм, так и ряд данных оперативных мониторингов. Можно выделить клинические, статистические, демографические, финансовые и другие данные. Но главное, пожалуй, не их типология, а возможности, которыми мы обладаем для их сбора и обработки. Современные подходы позволяют оперировать несравненно большими массивами данных. Все это стало возможным благодаря переходу на цифровой формат информации.

Большие массивы детализированных данных по большому количеству наблюдений в цифровом

формате — то, что называют big data, сегодня основа для принятия как клинических, так и управленческих решений. Цифровые данные позволяют в режиме реального времени сравнивать имеющиеся показатели, находить корреляции, строить прогнозы, смотреть динамику изменения показателей, структурировать данные по тем или иным характеристикам. И главное, все это происходит в рабочем автоматическом режиме, ничего больше не нужно просматривать вручную. Достаточно задать параметры — и мы получаем необходимую выборку.

**— Как продвигается работа по оцифровке первичных данных в столичном здравоохранении?**

— Не везде пока мы имеем возможность отказаться от бумажных носителей в силу технических или нормативных ограничений, но мы уверенно продвигаемся вперед по этому пути. В ближайший год планируется завершить переход на полностью цифровой формат работы с амбулаторной картой в детских поликлиниках города. В стационарах также активно работаем с переводом в цифровой вид всех форм первичной учетной документации.



Важнейшее преимущество данных в цифровом формате — оперативность доступа к ним и возможность обработки в режиме онлайн. Классическая статистика — все-таки годовая. По некоторым направлениям собираются полугодовые, ежемесячные отчеты, но цифровой формат дает возможность доступа к данным в режиме реального времени, в любой момент, когда это необходимо. Это существенно повышает оперативность проведения анализа и принятия решений.

— **Именно оперативность обработки данных помогла эффективно реагировать на вводные во время пандемии. Как выстраивалась работа с данными, и как это происходит сейчас?**

дополнительных коек, приостановке или возобновлению профилактических мероприятий, изменению подходов к тестированию или тактике лечения. Таких областей очень много, и в каждом реализуются те или иные проекты, связанные с цифровизацией. Сегодня решения не принимаются только лишь на основе экспертного мнения — всегда в основе лежат расчеты и анализ данных. В свою очередь, из аналитики по каждому направлению складывается общая картина в городском здравоохранении.

— **Как в целом ситуация с пандемией изменила подходы к работе с информацией? Как развивается эта сфера, какие есть точки роста?**

## ВАЖНЕЙШЕЕ ПРЕИМУЩЕСТВО ДАННЫХ В ЦИФРОВОМ ФОРМАТЕ – ОПЕРАТИВНОСТЬ ДОСТУПА К НИМ И ВОЗМОЖНОСТЬ ОБРАБОТКИ В РЕЖИМЕ «ОНЛАЙН»



— Да, быстроменяющаяся ситуация требовала оперативности при принятии решений. Иногда счет шел даже не на сутки, а на часы. И эта оперативность стала возможной благодаря тому, что Правительством Москвы уже была проделана огромная работа — еще до пандемии в столице была заложена серьезная база для работы с цифровыми данными.

Выстроенная система работает и сейчас. Понятно, что никакого суперкомпьютера, который выдает готовые решения на основе стекающихся в него данных, нет и вряд ли такой может быть. Данные в разном виде стекаются в оперативный штаб, где проходят разные стадии обработки и анализа, в том числе и автоматизированного, конечно. После чего эти данные анализа ложатся в основу управленческих решений. Например, по открытию или закрытию



Запись на прием через цифровые терминалы уже освоена москвичами всех возрастов (слева)

Результаты проведенного УЗИ или данные любой другой функциональной диагностики сразу попадают в электронную медицинскую карту пациента (справа)

— В моем представлении пандемия выступила, прежде всего, как катализатор, ускоривший все процессы в системе, дала возможность снять ряд административных барьеров. Данные всегда собирались и анализировались, но пандемия научила нас делать это быстро и использовать максимально доступный объем данных. Причем, как я уже говорил, основные тенденции сформировались еще до пандемии. Ключевые сервисы

цифровой платформы здравоохранения начали работать еще до ее начала. ЭМК, электронные регистры, управление потоками пациентов. Из важных тенденций можно, например, отметить активное внедрение цифровых гаджетов для дистанционного индивидуального мониторинга состояния здоровья. Сейчас не обязательно идти в поликлинику, чтобы померить давление, пульс, сатурацию — все это можно сделать при помощи носимых приборов или умных часов. А на уровне городских сервисов реализована возможность загрузить эти данные в электронную медицинскую карту пациента.

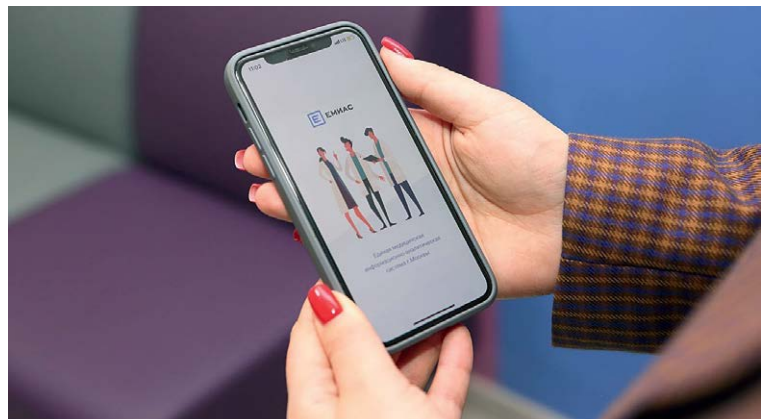
Я считаю, большинство доработанных и внедренных сервисов продолжают работу, ведь это удобно и для пациента, и для врача. Цифровые сервисы позволяют разгрузить врача от рутинных манипуляций и одновременно дают ему больше необходимой адресной информации. Окончательные решения все равно принимает врач, но ему теперь не нужно тратить время и самому где-то искать эту информацию. Все это позволяет избежать ошибок, сократить время на принятие решений.



человек. Поэтому очевидно, что развитие и совершенствование системы обработки данных будет идти, с одной стороны, к наращиванию вычислительных мощностей и совершенствованию алгоритмов машинной обработки данных, а с другой — будут появляться специалисты нового формата, с большим набором компетенций, которые будут способны использовать вычислительные мощности для решения задач, стоящих перед здравоохранением, работать с данными в контексте, которые смогут анализировать и правильно интерпретировать данные, правильно формулировать задачи для компьютера. Данные собираются и испол-

Все рентгенологические аппараты столицы объединены в Единую радиологическую информационную систему для сбора и анализа больших данных (слева)

Москвичи активно пользуются мобильным приложением ЕМИАС, удостоенным престижных международных наград (справа)



## ЦИФРОВЫЕ СЕРВИСЫ ПОЗВОЛЯЮТ РАЗГРУЗИТЬ ВРАЧА ОТ РУТИННЫХ МАНИПУЛЯЦИЙ И ОДНОВРЕМЕННО ДАЮТ ЕМУ БОЛЬШЕ НЕОБХОДИМОЙ ИНФОРМАЦИИ

**— Если говорить о перспективе. Мы идем к некой полностью цифровой системе работы с данными или все-таки она неизменно будет гибридной и никакой суперкомпьютер создать невозможно?**

— Уже сейчас работать с данными без компьютера невозможно. Обработать такое количество данных руками и глазами немыслимо. Без алгоритмов работы с оцифрованной информацией представить себе эффективное управление данными также нельзя. Но задачи перед компьютером, каким бы супер он ни был, ставит

зуются всегда в контексте реальной ситуации, и этим контекстом пока владеет только человек. Компьютер может принять более точное и взвешенное решение в заданной системе координат, а задать эти координаты должен специалист. В системе «врач — пациент» компьютер прежде всего источник дополнительной информации для врача и страховка от ошибок, связанных с человеческим фактором (невнимательностью, усталостью), предупреждение о рисках. Но выбор тактики лечения, индивидуального подхода к пациенту в каждом конкретном случае остается за врачом. ММ



# Медико-социологические исследования

Одна из задач НИИОЗММ ДЗМ – анализ мнения медицинских работников и потребителей медицинских услуг о преобразованиях российского здравоохранения и разработка на этой основе взвешенных управленческих решений

## КОМПЕТЕНЦИИ

- Мониторинг обратной связи от населения.
- Анализ мнений специалистов московского здравоохранения.
- Мониторинг мнений о московском здравоохранении в социальных медиа.
- Экспертное сопровождение преобразований в московском здравоохранении.
- Разработка рекомендаций для развития системы здравоохранения.

**3** ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ СОТРУДНИЧЕСТВЕ  
СО ВСЕМИРНОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

**ПОБЕДА РАБОТ КОЛЛЕКТИВА В 2 КОНКУРСАХ**  
«ЛУЧШИЙ КЕЙС ГОДА ПО АНАЛИТИКЕ СОЦИАЛЬНЫХ МЕДИА» ОТ BRAND ANALYTICS  
И 1 МЕСТО НА РОССИЙСКОМ ЭТАПЕ «RESEARCH GOT TALENT» ОТ ESOMAR

**ЗАПУЩЕНА УНИКАЛЬНАЯ ЦИФРОВАЯ ПЛАТФОРМА  
ПО ВОПРОСАМ ЛОЯЛЬНОСТИ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ  
(NPS.NIIOZ.RU) И ВЫПУЩЕНЫ ОФИЦИАЛЬНЫЕ  
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ НА ДАННУЮ ТЕМУ**

**30+** НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ  
ПО ИТОГАМ ИССЛЕДОВАНИЙ

**23 НОЯБРЯ 2021 ГОДА СОСТОЯЛСЯ III ФОРУМ  
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ**  
**«СОЦИОЛОГИЯ ЗДОРОВЬЯ: УРОКИ ПАНДЕМИИ  
И КОНТУРЫ БУДУЩЕГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ»**



ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ  
И МАТЕРИАЛЫ ФОРУМА

# Современный подход к сбору и анализу статистических данных здравоохранения

*Анастасия Подчернина*



*О современном этапе развития медицинской статистики, ее связи с большими данными и новых возможностях управления процессами рассказывает заведующая Центром медицинской статистики Анастасия Подчернина.*

**Анастасия Подчернина, заведующая Центром медицинской статистики ГБУ «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы»**

**— Какие изменения произошли и продолжают происходить в системе сбора медицинской статистики?**

— Все процессы, происходящие в здравоохранении, в том числе в статистике, постепенно переходят в цифровой формат. Как первичная документация, так и итоговые статистические данные. Принципиальное значение для этого процесса имеет внедрение программы ЕМИАС в медицинских организациях города и постепенное подключение к системе стационаров. Но поскольку переход сложный, многокомпонентный,

как и во всех аналогичных переходных периодах, пока приходится параллельно вести два процесса статистического учета. До тех пор, пока не будет уверенности, что мы все перенесли в «цифру» и все данные полностью соответствуют нормативной документации, нет возможности полностью отказаться от бумажных носителей.

В настоящее время мы дорабатываем собственную новую систему по сбору, обработке и анализу статистической информации. В новой системе заложена возможность полного перехода в цифровой формат, включая подписание всех статистических форм электронными цифровыми подписями, что сократит бумажный обмен данными между медицинскими организациями, нашим Центром медицинской статистики и проверяющими органами. В новой системе — гораздо больше, чем раньше, логических контролей, авторасчетных показателей, других автоматических подсказок,



мгновенных аналитических расчетов, подсвечивающих ошибки, динамику и текущую ситуацию, поскольку все в здравоохранении движется в сторону имплементации искусственного интеллекта. Мы, конечно, этих громких слов еще не говорим, но определенные формы логического контроля уже закладываем в программы и используем. Не только простые математические возможности, как было несколькими годами раньше, но и логические, то есть пытаемся понемногу обучить систему «думать».

**— Что изменилось в подходах к статистическому анализу в здравоохранении? Какие появились новые возможности?**

— Действительно, цифровизация открывает новые возможности. Большие данные перетекают в новые системы. В медицинских организациях учет ведется в ЕМИАС, затем эти данные обрабатываются. Поскольку общий массив данных очень большой, естественно, к этой информации добавляются регистры и реестры узкой направленности, и они позволяют по какому-то конкретному направлению рассматривать не только количественные данные, но в связке с качеством. Например, на базе института были созданы регистры пролеченных иностранных пациентов, с начала пандемии ведется регистр медицинских кадров, работающих с пациентами с COVID-19, а также другие регистры. Такая достаточно узкая информация требуется для разных и не всегда предсказуемых нужд системы здравоохранения. В начале пандемии, например, чтобы провести выплаты, понадобилась очень разнобразная информация о людях, работавших в «красной зоне»: где они живут, есть ли у них дети, есть ли у них автотранспорт, нужна ли им бесплатная парковка возле медицинских организаций, какие-то другие социальные аспекты. Такую специфическую информацию проще вести в регистрах, чтобы не собирать ее из разрозненных источников. О враче, работавшем в «красной зоне», можно узнать из кадровых и бухгалтерских документов, но получить одновременно информацию, работал ли он в «красной зоне» именно в этом месяце, есть ли у него несовершеннолетние дети, требуется ли ему парковка и какой у него автомобиль, невозможно. Такой регистр позволил нам оперативно решить

определенный круг вопросов, связанных с льготами, предусмотренными для этой категории медицинского персонала. Для таких ситуаций — одна альтернатива экстренным или узким запросам: регистры. Если говорить о регистре иностранных граждан, получивших медицинскую помощь в городских московских организациях, то и в этом вопросе есть определенная специфика. Из регистра мы узнаем, в какой медицинской организации, по какому профилю, какой вид медицинской помощи был оказан — это одна сторона вопроса. Другая сторона — за счет чего лечились эти граждане: полис ДМС, ОМС, собственные средства, благотворительная или другая организация.

Специфика регистров заключается в том, что с их помощью мы можем вычленим массив определенных данных по всему городу. Таким образом, регистры

**РЕГИСТРЫ АККУМУЛИРУЮТ ИНФОРМАЦИЮ ИЗ РАЗНЫХ ИСТОЧНИКОВ И НАПРАВЛЕНИЙ И ПОЗВОЛЯЮТ В ОПЕРАТИВНОМ РЕЖИМЕ ВНОСИТЬ, ОБРАБАТЫВАТЬ И ИЗВЛЕКАТЬ КАКИЕ-ЛИБО ДАННЫЕ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ НУЖД**

аккумулируют информацию из разных источников и направлений и позволяют в оперативном режиме вносить, обрабатывать и извлекать какие-либо данные для различных нужд из единой системы, и при этом, что принципиально важно, данные будут обладать едиными параметрами. Все это позволяет минимизировать число запросов из разных организаций и, следовательно, возможные разночтения и разные толкования. Практика показывает, что если мы одну и ту же информацию будем запрашивать

несколько раз у одних и тех же организаций, в силу человеческого фактора каждый раз мы будем получать новые цифры: люди могут ошибиться, неверно истолковать запрос, что-то не учесть, может возникнуть техническая ошибка. Развитие цифровизации и использование больших данных как раз путь к исключению такого рода ошибок.

Еще один важный аспект. Регистр или реестр, тем более если в нем нет персонифицированной информации, позволяет держать данные в открытом виде, чтобы все заинтересованные организации тоже могли ими пользоваться и видеть, какую информацию предоставляют другие. Если регистр персонифицированный, то предусмотрена возможность разделить потоки и входящей и исходящей информации и дифференцировать доступ в зависимости от пользователя и его задач, то есть какие-то графы, строки для части пользователей будут закрыты.

## — Как соотносятся медицинская статистика и сбор, обработка больших данных?

— Правильнее утверждать, что медицинская статистика собирается из первичных документов и массивов больших данных. Но в подавляющем большинстве случаев медицинская статистика предполагает учетные и отчетные формы федерального и отраслевого статистического наблюдения, эти формы ограничены по структуре, они многолетние, чтобы сохранялась возможность преемственности данных и их изучения в ретроспективе. Но когда нужна оперативная информация, разбивка данных по тем или иным признакам для принятия конкретных ситуативных управленческих решений в организации либо в лечебной части, на первый план выходят регистры, реестры и мониторинги.

## — Относительно лечебной части что вы имеете в виду?

— Например, мы хотим развивать узкоспециализированное направление — допустим, трансплантацию определенного органа. Для этого надо сначала посмотреть, есть ли у нас такие пациенты, сколько их, насколько остро они нуждаются в таком лечении, какое альтернативное лечение для них предусмотрено, какими будут результаты клинические и экономические, есть ли условия для последующей реабилитации и сколько она будет стоить — это целый комплекс связанных вопросов по узкой теме. И в этой части мы уже переходим к большим данным. Однако перейти полностью на большие данные пока невозможно. Потому что любые цифры складываются по определенным правилам, и эти правила могут оказаться неприменимы для, казалось бы, похожего запроса информации. Простой пример: мы хотим посмотреть заболеваемость в Москве. Но какую именно? Для этого запроса существует много уровней: общую заболеваемость, то есть все заболевания, которые есть? Или первичную — те заболевания, которые впервые выявили в этом году? Детей и взрослых или только взрослых? Или это пациенты, находящиеся на диспансерном наблюдении по данному заболеванию? Всегда очень много уточняющих вопросов. Информация имеет свойство делиться и делиться едва ли не до бесконечности. То есть, когда два человека произносят одну и ту же фразу, казалось

бы, спрашивают про одно и то же, но по сути они могут иметь в виду совершенно разные значения, разные цифры. Поэтому большие данные в социальной сфере, и особенно в медицине и здравоохранении, — это более сложная ситуация, они не могут быть линейными, не укладываются в так называемые «плоские таблицы» в отличие, например, от производства, где столько-то произвели, столько-то продали, такую выручку получили, такой доход в итоге. Самая последняя единица информации, которая заносится в первичную документацию, неизбежно связана с множеством различных параметров, которые влияют на конечный расчет тех или иных показателей.

## — Что поменялось в профессии медицинского статистика в связи с внедрением новых технологий?

— COVID-19, да и общий тренд цифровизации здравоохранения заставил увеличить скорость нашей работы. Новые данные еще никогда не собирались настолько оперативно. И требования к людям, которые занимаются медицинской статистикой, значительно изменились. Раньше требовалось ориентироваться в медицинском процессе: как идет учет в организации, как пациенты поступают, как выписываются, если мы говорим о стационаре,

понимать общие закономерности и диагнозы, чтобы проверить коды. Теперь вдобавок к этому люди должны иметь представление о работе с большими данными, ориентироваться в массивах информации, понимать логику работы информационных систем. Сегодня всем, кто занимается статистикой, требуются аналитические навыки, хотя бы на базовом уровне. Это никогда не требовалось от наших специалистов и никогда не закладывалось в программы обучения. Потребность строить прогнозы, тренды, рассчитать показатели, сделать какие-то аналитические выводы возрастает. Плюс эти выводы надо изложить доступным для понимания текстом и визуализировать эту информацию. Подобные навыки постепенно становятся обязательными для людей, которые занимаются медицинской статистикой.

В связи с этими требованиями в медицинскую статистику стали приходить люди не из медицины, а информационные специалисты, экономисты, люди с математическим образованием — из специальностей, связанных

**БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ  
В СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЕ,  
И ОСОБЕННО  
В МЕДИЦИНЕ И ЗДРАВООХРАНЕНИИ,  
— ЭТО СЛОЖНАЯ  
СИТУАЦИЯ, ОНИ НЕ МОГУТ БЫТЬ  
ЛИНЕЙНЫМИ**



с аналитикой. Понятно, что эти люди не знают специфики здравоохранения, но они владеют знаниями, которых не хватает специалистам от здравоохранения. Сейчас необходимы специализированные дополнительные курсы или программы повышения квалификации, которые помогут восполнить специалистам от медицины навыки анализа, расчета показателей, работы с большими данными, с информационными системами. А людям, которые пришли с экономической или ИТ-подготовкой, требуется погружение в специфику работы здравоохранения.

Важно отметить, что многие эти ресурсы, регистры, программы по сбору данных становятся доступны практически с любого защищенного рабочего места. Человек не привязан, он может работать с информацией с рабочего компьютера, с ноутбука из дома или любого другого места благодаря применению облачных технологий.

**— Как происходит предиктивная аналитика, и что она дает системе здравоохранения, медицинским работникам и пациентам?**

— Статистика, когда она идет в связке с анализом, позволяет отслеживать, например, статистические выбросы, когда тот или иной процесс шел более-менее равномерно, и вдруг происходит всплеск в большую или меньшую сторону, то есть что-то идет не так, нетипично. Или, например, анализ статистики за длительный период (а многие процессы очень медленно разворачиваются) позволяет увидеть текущие и будущие закономерности. Например, мы наблюдаем спад заболеваемости по определенной нозологии, и мы можем проследить связи. Это очень часто оказывается связано с экологией, наличием врачей тех или иных специальностей, открытием или репрофилированием объектов медицинской помощи, введением нового медицинского оборудования или, например, инфраструктурными изменениями — открытием дорог, в частности. Такое межведомственное сопоставление данных пока достаточно редко, и ясно, что влияние опосредованное, однако очевидно, что это перспективное направление. Хотя потребуются еще годы и определенные технологические и юридические решения, для того чтобы связать разнородные данные. Но некоторые закономерности и прогнозы

можно строить уже сейчас. Предиктивная аналитика в здравоохранении ищет эти закономерности и с их помощью строит прогнозы. Но не просто линейный прогноз, а с учетом множества разнообразных точечных факторов, которые влияют на тот или иной процесс. Актуальный пример: если мы закроем поликлиники на ремонт и перераспределим врачей в другие филиалы, как это повлияет на здоровье жителей района, на уровень заболеваемости? Здесь очень много слагаемых, включая факторы, которые трудно поддаются прогнозированию, — эпидемии (COVID-19, грипп, краснуха), аномальная жара или мороз и другие.


**— Как используются медицинскими статистиками дашборды?**

— Аналитику по разным направлениям в текстовой форме довольно сложно объединить, сопоставить, выявить многоуровневые связи. А дашборд — панель индикаторов — создает визуально яркую картину и дает возможность оперативно взглянуть на ситуацию с разных сторон и разобраться в происходящем. Даже в таблицах автоматически подсвечиваются те или иные отклонения или изменения графика. Зеленая подсветка — значит, все соответствует изначально заложенному направлению. Например, в этом месяце увеличи-

**ПРЕДИКТИВНАЯ АНАЛИТИКА В ЗДРАВООХРАНЕНИИ ИЩЕТ ЗАКОНОМЕРНОСТИ И С ИХ ПОМОЩЬЮ СТРОИТ НЕ ПРОСТО ЛИНЕЙНЫЙ ПРОГНОЗ, А С УЧЕТОМ МНОЖЕСТВА РАЗНООБРАЗНЫХ ТОЧЕЧНЫХ ФАКТОРОВ**

лось число прошедших диспансеризацию по сравнению с прошлым месяцем, но по сравнению с прошлым годом показатели ниже — мы одновременно можем быстро обратить внимание на выбивающиеся из ряда показатели, увидеть, если что-то происходит нелогично, попытаться выявить связи и причины. В том же примере с диспансеризацией это зависит от распределения кадров, от прикрепленного населения или от каких-либо еще других показателей? Дашборды дают возможность понять тенденции и сразу получить общее понимание происходящего, связывая оперативные данные с целевыми показателями, ретроспективными данными, другими зависимостями, которые могут интересовать в данный момент, это понятный общий вид сверху. В 80–90 % дашборды используются для принятия оперативных или даже стратегических решений. Но также данные могут использоваться для научных изысканий, стать основой для нововведений, которые будут в дальнейшем двигать здравоохранение. ММ

# Цифровые решения в управлении процессами в медицинских организациях

 Проекты — участники конкурса лучших региональных практик в рамках III Съезда медицинских статистиков Москвы

*Процесс внедрения информационных технологий в здравоохранение связан с появлением медицинских информационных систем (МИС). Они позволяют медицинским организациям сформировать электронный документооборот, который включает в себя медицинские карты, талоны, рецепты, снимки, результаты анализов и т. д. Также МИС позволяют накапливать большие базы данных о пациентах, что способствует более быстрому принятию решений в части диагностики и лечения и делает оказание медицинских услуг более ориентированным на пациента.*

## Регистр больных с хроническими заболеваниями кожи

ГБУЗ «МОСКОВСКИЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ДЕРМАТОВЕНЕРОЛОГИИ И КОСМЕТОЛОГИИ ДЗМ»

ГБУЗ «МНПЦДК ДЗМ» ведет Регистр больных с хроническими заболеваниями кожи (РБХЗК), состоящих на диспансерном учете, созданный на базе МИС MedWork. Постановка на диспансерное наблюдение (ДН) пациентов в ГБУЗ «МНПЦДК ДЗМ» осуществляется в случае выявления у пациента ХЗК и при соответствии пациента одному из следующих критериев:

1) принадлежность к отдельным категориям граждан, имеющих право на получение государственной социальной помощи;

2) пациент мужского пола до 27 лет и подлежит призыву на военную службу;

3) пациент несовершеннолетний (до 18 лет).

В зависимости от нозологии ДН может проводиться бессрочно (при инвалидности) или до момента установления стойкой ремиссии в течение 3–5 лет. У юношей и лиц призывного возраста — до снятия с воинского учета и в случае признания «негодным».

При постановке больных ХЗК на ДН информация о пациентах вносится в Реги-



страционную карту больного ХЗК (РК), на основании которой автоматически формируются базы данных учета по 31 нозологической форме ХЗК. РК включает информацию об особенностях диспансерного учета (ДУ), сведения об инвалидности, проводимых врачебных мероприятиях, в т. ч. терапии системными препаратами, и другую информацию.

Включенные в РБХЗК пациенты, относящиеся к отдельным категориям граждан, обеспечивались бесплатными лекарственными препаратами. Отбор пациентов для льготного лекарственного обеспечения (ЛО) осуществлялся в соответствии с приказом Департамента здравоохранения города Москвы и Департамента информационных технологий города Москвы от 21.02.2019 № 124/64-16-44/19 «О порядке ведения Единого городского регистра отдельных категорий граждан, имеющих право на обеспечение лекарственными препаратами и медицинскими изделиями, отпускаемыми по рецептам врачей бесплатно или с 50-процентной скидкой в городе Москве» и локальными нормативными актами ГБУЗ «МНПЦДК ДЗМ». Для этого специалистами ГБУЗ «МНПЦДК ДЗМ» предварительно

проводился расчет ежегодной потребности в ЛО для отдельных категорий граждан, учитывающий численность пациентов с ХЗК, включенных в РБХЗК, и формировалась соответствующая заявка на ЛО на следующий год. В течение года проводился ежемесячный оперативный мониторинг реализации заявки на лекарственные препараты для обеспечения отдельных категорий граждан, и при необходимости во взаимодействии с ГБУЗ «ЦЛО ДЗМ» осуществлялась корректировка заявки на ЛО.

Всего за 2020 год в ГБУЗ «МНПЦДК ДЗМ» бесплатными лекарственными препаратами в амбулаторных условиях было обеспечено 11 082 пациента, имеющих право на обеспечение лекарственными препаратами и медицинскими изделиями, в т. ч. 171 пациент с псориазом, включая псориаз артропатический, получил дорогостоящие генно-инженерные биологические препараты.

Внедрение в практику РБХЗК позволило создать в ГБУЗ «МНПЦДК ДЗМ» эффективную автоматизированную систему учета и ДН пациентов с ХЗК, обеспечивающую принцип единого подхода и преемственности

▲ Московский научно-практический центр дерматовенерологии и косметологии ДЗМ, Москва, ул. Селезневская, д. 20



Атлас лучших региональных практик



в ведении пациентов на разных этапах оказания медицинской помощи, охватить большое количество пациентов необходимыми лечебно-профилактическими мероприятиями, а также наладить бесперебойное снабжение

бесплатными лекарственными препаратами в амбулаторных условиях граждан, имеющих право на получение государственной социальной помощи.

## Информационная система поддержки принятия решений в сопровождении пациентов на диализе

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



▲ Башкирский государственный университет, Уфа, ул. Заки Валиди, д. 32

При разработке МИС могут использоваться алгоритмы искусственного интеллекта, которые позволяют с большей достоверностью анализировать массивы медицинских данных и принимать более эффективные и точные решения. На базе ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет» была разработана информационная система поддержки принятия решений в сопровождении пациентов на диализе.

Основной целью данного проекта является внедрение информационной системы, основой которой являются предиктивные модули с использованием технологий искусственного интеллекта, позволяющие поддерживать клинические решения врачей, для персонализации лечения диализных больных.

Разработанная медицинская информационная подсистема диализного центра обладает всем необходимым функционалом для ввода информации о пациентах, проведении

процедур диализа, назначениях лекарственной терапии, результатах лабораторных исследований в максимально оперативном режиме, а также содержит контрольные процедуры для достижения качества и достоверности данных. Разработанные на основе технологий искусственного интеллекта алгоритмы применяются для оценки эффективности назначаемой терапии, определения адекватности месячной программы диализа для больного, оценки риска осложнений во время процедуры диализа или сразу после нее, оценки риска неблагоприятных исходов в период до 30 месяцев у пациентов при длительном лечении диализом. Алгоритмы легко адаптируются под популяционные особенности пациентов.

Данный проект готов к масштабированию в рамках Российской Федерации. Также в планах выход проекта на зарубежный рынок.



## Разработка системы управления ресурсами здравоохранения региона

ГБУЗ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ «МЕДИЦИНСКИЙ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР»

Использование МИС является также актуальным и эффективным инструментом для органов исполнительной власти регионального и федерального уровней, который позволяет принимать своевременные и более действенные решения при разработке политики здравоохранения. Так, в ГБУЗ Нижегородской области «Медицинский информационно-аналитический центр» (МИАЦ) был реализован проект по разработке системы управления ресурсами здравоохранения региона.

Главной целью проекта является однократный ввод информации и многократное ее использование, обеспечение достоверности и оперативности. Все это возможно только при помощи автоматизации.

Одним из первых был разработан модуль «Лаборатория», позволяющий выстроить потоки биологических материалов и информации в части ПЦР-диагностики. Этот блок объединил цепочку от назначения исследования, забо-

Следующий модуль в программе — «Кочный фонд». Он предоставляет возможность оперативного управления количеством коек, перепрофилированных для пациентов с COVID-19, расчет необходимых ресурсов, как кадровых, так и материальных, содержит информацию о доступности свободных коек, в том числе с кислородной поддержкой, позволяет ускорить работу приемного покоя. Модуль интегрирован с федеральным регистром больных COVID-19, сведения передаются ежедневно: тяжесть состояния, уровень сатурации, использование аппаратов кислородной поддержки, применяемые лекарственные препараты, результаты лабораторной и инструментальной диагностики. Реализована передача сведений о свободном койном фонде в службу скорой медицинской помощи. Преемственность лечения обеспечивается передачей выписных эпикризов из стационаров в поликлиники.

Благодаря включению в информационный контур лабораторий всех форм собственности удалось сократить время получения результатов ПЦР до 24 часов в 90 % случаев и до 48 часов в 100 % случаев.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕДИЦИНСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПОЗВОЛЯЕТ ПРИНИМАТЬ СВОЕВРЕМЕННЫЕ И НАИБОЛЕЕ ДЕЙСТВЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПОЛИТИКИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

ра биоматериала до получения результатов, реализована автоматическая передача сведений в Роспотребнадзор с последующим направлением ее в Информационный центр по мониторингу ситуации с коронавирусом, на портал Госуслуг, а также в личный кабинет портала «Карта жителя Нижегородской области». Структурированы и оптимизированы бизнес-процессы, типизированы информационные процессы, достигнута бережливость в проведении ПЦР-исследований. В контур включены лаборатории всех форм собственности. Итогом явилось сокращение времени получения результатов до 24 часов в 90 % случаев и до 48 часов в 100 % случаев. С помощью модуля удастся следить за уровнем заболеваемости и управлять скоростью мобилизации ресурсов.

Модуль «Компьютерная томография» включает этапы от момента назначения исследования до получения результатов, включая маршрутные карты для оптимальной транспортировки пациентов специализированным транспортом. Система позволяет гибко регулировать потоки пациентов и организовывать работу диагностических кабинетов в инфекционном и неинфекционном режиме. Среднее время с момента записи лица с подозрением на ковидную пневмонию на исследование до момента получения его результатов не превышает 24 часа, и в 100 % случаев не превышает 48 часов. Результаты исследования в режиме онлайн видят медицинские организации, орган управления здравоохранением, а также МИАЦ (в части, касающейся сбора

Благодаря применению модуля «Компьютерная томография» среднее время с момента записи лица с подозрением на ковидную пневмонию на исследование до получения ее результатов не превышает 24 часа, и в 100 % случаев — не превышает 48 часов. Результаты исследования доступны онлайн в медицинских организациях.

статистических материалов и ответов на различные запросы).

В модуле «Вакцинация» автоматизированы рабочие места всех участников процесса. В целях сокращения времени на заполнение анкет используются символьные поля. Все документы, необходимые для подписи, распечатываются из системы, сведения о вакцинированном и вакцине автоматически передаются в «Федеральный регистр вакцинированных» и систему «Мониторинг движения лекарственных препаратов», автоматически формируются реестры счетов, отчетные формы. Возможно расширение блока под Национальный календарь прививок.

Модуль «Колл-центр» используется в медицинских организациях, оказывающих помощь в амбулаторных условиях. Он позволяет осуществлять дистанционный контроль за состоянием пациента, проходящего лечение от COVID-19. В случае ухудшения состояния пациента решается вопрос о необходимости экстренной госпитализации. К работе с этим модулем также подключены

представители страховых медицинских организаций.

В результате реализации проекта внедрена региональная ресурсная система здравоохранения (РЛПК), создающая единое информационное пространство. РЛПК построена из модулей, которые связаны между собой и с другими информационными системами и федеральными подсистемами: Региональная медицинская информационная система РМИС, Территориальный Фонд обязательного медицинского страхования, Федеральный регистр вакцинированных, Федеральный регистр больных COVID-19, Мониторинг движения лекарственных препаратов, Карта жителя Нижегородской области, лабораторные информационные системы лабораторий разных форм собственности. Для работы с персональными данными система включена в закрытый контур Министерства здравоохранения.

В дальнейших планах по развитию проекта возможен перенос данной системы на другие нозологические формы и ее тиражирование.

## Адаптация МИС к условиям экстренного перепрофилирования многопрофильного стационара под COVID-19

ГБУЗ «ИРКУТСКАЯ ОРДЕНА "ЗНАК ПОЧЕТА" ОБЛАСТНАЯ КЛИНИЧЕСКАЯ БОЛЬНИЦА»

Помимо принятия решений относительно лечебного процесса, МИС также способствуют принятию более качественных управленческих решений на уровне медицинской организации. Особенно острой данная проблема стала в связи с распространением COVID-19. Хорошим примером информационного сопровождения деятельности многопрофильного стационара в условиях экстренного перепрофилирования под COVID-19 может послужить проект, реализованный в ГБУЗ «Иркутская ордена "Знак Почета" областная клиническая больница».

Главной целью данного проекта была адаптация существующей МИС к условиям экстренного перепрофилирования многопрофильного стационара под COVID-19. В процессе реализации проекта произошла адаптация системы на трех уровнях: врачи и средний медицинский персонал, заведующие отделениями и руководство, а также вспомогательные уровни. Появилась возможность формирования статистических отчетов, включающих основные показатели работы.

Для врачей и среднего персонала была проведена оптимизация взаимодействия с МИС

**СОВРЕМЕННАЯ АДАПТИРОВАННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОЗВОЛЯЕТ ПОЛУЧАТЬ АКТУАЛЬНУЮ ИНФОРМАЦИЮ, НЕОБХОДИМУЮ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ ОПЕРАТИВНЫХ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЭКСТРЕННОГО ПЕРЕПРОФИЛИРОВАНИЯ СТАЦИОНАРА**



и подготовлена система поддержки принятия управленческих решений. Заведующие отделениями получили возможность отслеживать оперативную информацию об отделении онлайн-режиме, также была разработана система поддержки принятия решений по маршрутизации пациентов, которая производит автоматический поиск потенциально переводных и потенциально выписных пациентов. После внедрения проекта руководство может получать оперативную информацию о ситуации в отделениях и стационаре в целом.

Использование современной адаптированной МИС позволило эффективно

обрабатывать данные, получать информацию, необходимую для принятия правильных оперативных решений при управлении медицинской организацией в условиях экстренного перепрофилирования под COVID-19, осуществлять прогнозирование и оперативное планирование деятельности стационара на основе объективных данных, получаемых в формате нон-стоп.

Данный опыт может быть использован и адаптирован к сходной нестандартной ситуации (при массовом поступлении пациентов в условиях чрезвычайных ситуаций и др.).

▲  
Иркутская ордена «Знак Почета» областная клиническая больница, Иркутск, ул. Карла Маркса, д. 29

## Программа телемедицинской реабилитации детей

ГБУЗ «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ НЕОТЛОЖНОЙ ДЕТСКОЙ ХИРУРГИИ И ТРАВМАТОЛОГИИ ДЗМ»

Помимо развития МИС, применение информационных технологий в здравоохранении связано с развитием такого направления, как телемедицина. Всемирная организация здравоохранения определяет телемедицину как предоставление услуг здравоохранения в условиях, когда расстояние является критическим фактором, работниками здравоохранения, использующими информационно-коммуникационные технологии для обмена

необходимой информацией в целях диагностики, лечения и профилактики заболеваний и травм, проведения исследований и оценок, а также для непрерывного образования медицинских работников в интересах улучшения здоровья населения и развития местных сообществ. В медицинских организациях Москвы данное направление также активно развивается, например, в ГБУЗ «Научно-исследовательский институт неотложной



▲ Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии ДЗМ, Москва, ул. Большая Полянка, д. 22

детской хирургии и травматологии Департамента здравоохранения города Москвы» разработан проект пациентоориентированной дистанционной реабилитации детей с неосложненными компрессионными переломами позвоночника.

По данным исследования, в Московском регионе ежегодно около 1746 детей получают различные травмы позвоночника. Пациенты, которые прошли лечение в НИИ НДХИТ, составляют 27 % от всех пациентов этой категории Московского региона. Полученные данные позволяют определить потенциальное количество пациентов, нуждающихся в реабилитационных мероприятиях после травмы позвоночника.

Разработанная программа телемедицинской реабилитации дает возможность заниматься в домашних условиях под контролем врача-реабилитолога. Также родители и дети

получают обратную связь о правильном выполнении упражнений.

Приложение доступно на смартфоне. Смартфон закрепляется на теле пациента, и он выполняет персональную программу упражнений.

На основе статистического анализа группы пациентов была обнаружена потребность в дистанционной (телеметрической) реабилитации детей.

Проект расширяет доступность квалифицированной помощи детям с физическими скелетными травмами.

Дистанционная двигательная телеметрия расширяет географию оказания реабилитационной помощи даже в условиях пандемии.

В будущем проект может быть тиражирован на территорию всей Российской Федерации с поддержкой ведущих специалистов России в области детской травматологии. **ММ**

**СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ОБРАБОТКА ДАННЫХ ПОЗВОЛИЛИ ОБОСНОВАТЬ И СОЗДАТЬ ПРОГРАММУ И МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ОПРЕДЕЛЕННОЙ КАТЕГОРИИ ПАЦИЕНТОВ**



НИИ  
ОРГАНИЗАЦИИ  
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
И МЕДИЦИНСКОГО  
МЕНЕДЖМЕНТА



# Статистика и аналитика

**НИИОЗММ ДЗМ – крупнейший поставщик статистической и аналитической информации для Департамента здравоохранения города Москвы**

## КОМПЕТЕНЦИИ

- Организация и управление системой медицинской статистической отчетности.
- Организация, сбор и обработка медико-статистических данных о сети, кадрах и ресурсном обеспечении медицинских организаций, заболеваемости населения и др.
- Ведение регистров: кадров, медицинских организаций, нозологических и других.
- Анализ медико-статистической информации о состоянии здоровья населения и деятельности учреждений здравоохранения.
- Подготовка сводных государственных и отраслевых медицинских отчетов и формирование сборников, статей и обзоров.
- Проведение образовательных программ для специалистов отрасли здравоохранения.

**ЦЕНТР УСПЕШНО СОБИРАЕТ, ОБРАБАТЫВАЕТ, СВОДИТ И АНАЛИЗИРУЕТ ИНФОРМАЦИЮ ПО**

**21** ФОРМЕ ОТЧЕТА БОЛЕЕ ЧЕМ ОТ **500** МЕДИЦИНСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

**30** В ОПЕРАТИВНОМ РЕЖИМЕ ВЕДЕТСЯ БОЛЕЕ **30** МОНИТОРИНГОВ

**В ГИБРИДНОМ ФОРМАТЕ СОСТОЯЛСЯ III СЪЕЗД МЕДИЦИНСКИХ СТАТИСТИКОВ МОСКВЫ «МЕНЯЮЩИЙСЯ МИР ОФИЦИАЛЬНОЙ СТАТИСТИКИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ: СУБЪЕКТНОСТЬ & ГЛОБАЛИЗМ»**



ВСЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДОСТУПНЫ НА ОФИЦИАЛЬНОМ  
САЙТЕ СЪЕЗДА

# Система поддержки принятия врачебных решений — цифровой инструмент врача поликлиники

*Наталья Кузенкова*



*В работу московских поликлиник более года назад была внедрена система поддержки принятия врачебных решений (СППВР) — электронный ресурс, помогающий врачу ставить диагноз и делать правильные назначения. О том, как работает цифровой помощник и насколько он эффективен, рассказала главный врач городской поликлиники № 68 Наталья Кузенкова.*

**Наталья Кузенкова, главный врач городской поликлиники № 68 ДЗМ**

**— Как работает система поддержки принятия врачебных решений? Какие цифровые инструменты она предлагает?**

— Система поддержки принятия врачебных решений была создана для того, чтобы обеспечить маршрутизацию пациента на всем клиническом пути и дать врачу инструменты для поиска. Клинический путь пациента подразумевает сбор жалоб, который может произойти

как до приема, так и во время приема, постановку предварительного диагноза, набор диагностических процедур, выбор лекарственной терапии, схемы лечения, наблюдения. Системой подразумевается и дальнейшее принятие решений: выписка после контрольного приема, плановая госпитализация или сопровождение пациента как хронического больного. ИТ-компонент системы использует самые современные разработки в области технологий искусственного интеллекта и обработки больших данных.

**— В чем основные преимущества системы поддержки принятия врачебных решений?**



— Благодаря внедрению СППВР врач получает удобные цифровые инструменты, которые сокращают время работы в системе ЕМИАС. Следовательно, у врача появляется больше времени для общения непосредственно с пациентом, обеспечивается соблюдение современных клинических протоколов. При этом повышается эффективность использования оборудования, лекарственных препаратов и других ресурсов системы здравоохранения. Кроме того, внедрение чат-бота сбора анамнеза и системы самонаблюдения обеспечивает вовлечение пациентов в процесс лечения и формирование привычки ответственного отношения к собственному здоровью.

### **— Для каких медицинских специальностей разработана СППВР?**

— В первую очередь система поддержки принятия врачебных решений предназначена для врачей широкого профиля: дежурных врачей, врачей общей практики и терапевтов, но в последнее время цифровой помощник набирает популярность и у узких специалистов.

### **— Насколько точен цифровой помощник?**

— Тестирование системы проводилось на подготовленной обезличенной контрольной выборке из данных электронных медицинских карт (проанализированы 4 миллиона визитов в поликлинику, совершенные за 15 лет). Были получены достоверные результаты. Во время тестирования был проведен эксперимент, в котором участвовали семь опытных врачей. Он показал, что система справляется с постановкой диагноза не хуже клиницистов: более чем в 70 % случаев она правильно выбирала группу диагнозов.

### **— Сколько нозологий сегодня охватывает СППВР в поликлинике?**

— Подготовлено 87 протоколов по наиболее частым заболеваниям, внедрены на уровне первичного звена 54 пакетных назначения с памятками на лабораторные и инструментальные исследования, еще 12 находятся на этапе согласования. При этом на основании жалоб пациента система выбирает из 265 групп диагнозов три наиболее вероятные.

### **— Эффективен ли цифровой помощник в случае коморбидных заболеваний?**

— Для пациентов с коморбидной патологией в рамках СППВР в настоящее время дорабатывается цифровой гид по назначению лекарственной терапии и по совместимости препаратов. Он позволит повысить приверженность пациентов к лечению, обеспечить правильный

прием препаратов, сориентировать врача в множестве быстро меняющихся лекарств, а также не даст назначить конфликтующие между собой препараты. Кроме того, инструмент поможет фильтровать лекарственные препараты, доступные к выписке по льготам, автоматизировать заказ льготных лекарственных препаратов медицинским учреждением и отслеживать их наличие в аптечном пункте.

### **— Так кто же ставит диагноз — врач или цифровой помощник?**

— Система не ограничивает права врачей. Врач по своему усмотрению может или принять рекомендацию системы, или не использовать ее.

### **— Решает ли в какой-то мере система проблему непрерывного медицинского образования?**

— Безусловно, да, поскольку, знакомясь с «подсказками» системы, врач на практике осваивает клинические протоколы в отношении как стандартов обследования пациентов, так и назначения наиболее эффективных схем лечения.

### **— Каковы отзывы врачей о цифровом помощнике?**

— Сегодня врачи пользуются системой пакетных назначений в каждом третьем случае из общего количества приемов, внедрение пакетных назначений позволило сократить время на назначение диагностических исследований практически в 10 раз. Эти факты красноречивее слов говорят о достоинствах системы.

### **— В чем, на взгляд практикующего врача, нужно совершенствовать систему?**

— Сегодня параллельно с СППВР наиболее активно развивается система телемедицинских технологий и включение возможности удаленного внесения дополнительной информации в систему (данных самоконтроля, например). Это позволит повысить качество искусственного интеллекта как в вопросах выбора тактики лечения и диспансерного наблюдения, так и для оценки его эффективности.

### **— Каковы перспективы реализации СППВР?**

— В ближайшей перспективе планируется выстроить «цифровую» систему диспансерного наблюдения по наиболее значимым заболеваниям, внедрить пакеты на лекарственную терапию и продолжить разработку новых возможностей в модели искусственного интеллекта. **ММ**

# Система поддержки принятия врачебных решений в педиатрии

*Эльмира Каширина*



*Врачи детских городских поликлиник в своей работе пользуются системой поддержки принятия врачебных решений, частью которой являются пакетные назначения. Уже по 70% диагнозов, которые ежедневно ставят врачи-педиатры, система предлагает самое эффективное решение. Какие преимущества имеет цифровой помощник, рассказала главный врач ДГП № 110, к. м. н. Эльмира Каширина.*

**Эльмира Каширина, к. м. н., главный врач детской городской поликлиники № 110, главный внештатный специалист по первичной медицинской помощи детскому населению**

**— Как работает система поддержки принятия врачебных решений в детской поликлинике? Какие цифровые инструменты она предлагает?**

— Пакетные назначения для педиатров выполнены на той же технологической платформе, что и ресурс для терапевтов, поэтому принципы работы в системах схожи. СППВР состоит из двух больших модулей: постановка диагноза и пакетные назначения на диагностику впервые выявленных заболеваний. В помощь

врачу система предлагает несколько функциональных инструментов: анкету пациента, «умный» ввод по справочнику. Жалобы, которые врач записал на приеме, система анализирует с помощью искусственного интеллекта и предлагает выбрать диагноз из трех наиболее вероятных. Модуль пакетных назначений предлагает врачу перечень исследований и консультаций согласно предварительному диагнозу. По своему усмотрению врач может назначить дополнительные диагностические процедуры или, наоборот, сократить список предложенных, если пациент их недавно проходил. Решение врача никак не ограничивается системой. Цифровой помощник также дает подсказки для особых случаев, среди которых ведение больных с хроническими заболеваниями или решение о госпитализации. Если в СППВР отсутствует пакетное назначение по установленному



предварительному диагнозу, выбор и назначение исследований для дальнейшей диагностики осуществляются врачом самостоятельно.

### — Как создавалась СППВР? Среди разработчиков были педиатры?

— Система поддержки принятия врачебных решений разработана врачами для врачей. Функционал программы создавался опытными клиницистами, в том числе детскими специалистами, на основе существующих протоколов по наиболее частым заболеваниям. В рабочую группу входили главные внештатные специалисты по профилю пакетных назначений, некоторые главные врачи и практикующие доктора. Прежде чем СППВР внедрять во всех ДГП, состав пакетных назначений был успешно апробирован в пяти детских поликлиниках. В пилотном проекте участвовали детские городские поликлиники № 7, 110, 122, 125, 140. На этом этапе в системе работали 528 врачей-педиатров. Они передавали разработчикам свои отзывы и замечания, и пакетные назначения дорабатывались с учетом этих корректив. Сейчас система работает во всех детских городских поликлиниках, ее используют около 4900 врачей-педиатров.

### — Сколько нозологий охватывает система в детской поликлинике?

— Сегодня врачам-педиатрам предлагается 21 шаблон пакетных назначений по группам наиболее распространенных детских заболеваний, таких как сахарный диабет, бронхиальная астма, отиты, кишечные инфекции, заболевания органов дыхания, сердечно-сосудистой системы и др. Пакетные назначения на диагностику детских заболеваний содержат 73 % наиболее часто встречающихся болезней, с которыми пациенты впервые обращаются к врачам.

### — Как отзываются врачи-педиатры о цифровом помощнике?

— Врачи положительно оценивают цифрового помощника и активно пользуются пакетными назначениями. Работать в системе удобно: у врача перед глазами набор рекомендуемых исследований и консультаций. Не нужно листать списки, обращаться к справочникам

и переживать, что врач на приеме мог о чем-то забыть. СППВР сокращает время назначения исследований в несколько раз. Таким образом, специалист уделяет больше внимания работе непосредственно с пациентом. Кроме того, если пациент недавно проходил исследование из рекомендуемых списков, врач сможет одним кликом открыть файл и посмотреть результаты.

### — Решает ли в какой-то мере СППВР проблему непрерывного медицинского образования?

— Да, важной особенностью системы поддержки принятия врачебных решений является его обучающая функция. СППВР основана на клинических протоколах, и врач, работая в системе, изучает их на практике. Специалист может познакомиться с последними достижениями клинической медицины и наиболее эффективными схемами лечения. Также при назначении дополнительных методов исследования система подсказывает, по каким критериям это лучше сделать.

### — Каковы перспективы реализации СППВР в детской поликлинике?

— СППВР становится неотъемлемой частью клинической практики врача-педиатра, разрабатываются пакетные назначения для других медицинских специалистов. Система помогает повысить точность диагностики и сэкономить время, она за секунды может сопоставить и проанализировать факты о пациенте (симптомы, обследования, жалобы, противопоказания, аллергические реакции и др.) и выдать «подсказки» врачу. Более того, благодаря электронному консультанту влияние человеческого фактора сводится к минимуму, что позволяет избежать ошибок.

### — Кто же ставит диагноз и назначает лечение — врач или его электронный консультант?

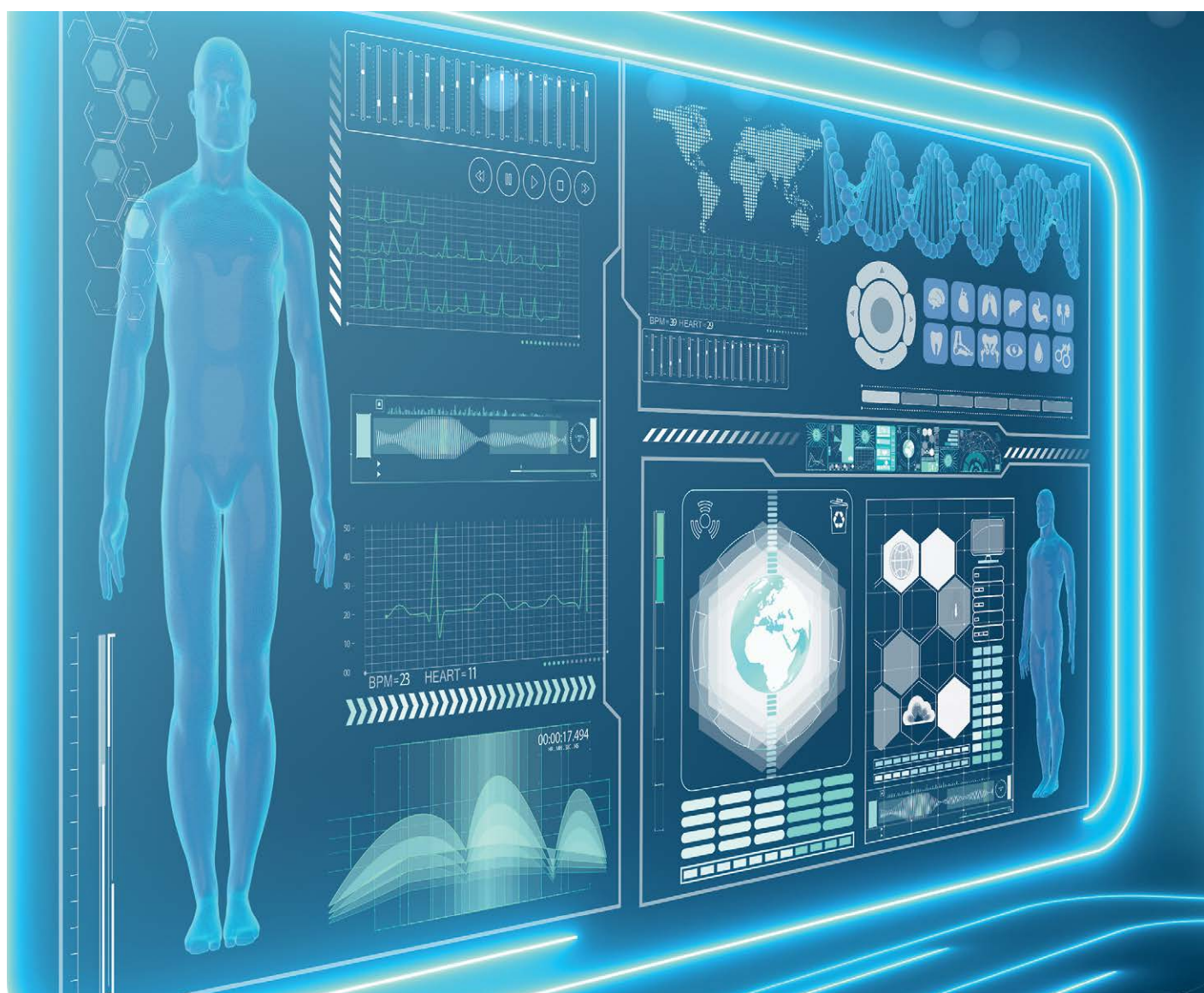
— Цифровой инструмент — только помощник, и в центре медицинской экспертизы по-прежнему остается лечащий врач. Именно он принимает решение, и ответственность за выбранную терапию также лежит на специалисте. **ММ**

**ЦИФРОВОЙ ИНСТРУМЕНТ — ТОЛЬКО ПОМОЩНИК, В ЦЕНТРЕ МЕДИЦИНСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ПО-ПРЕЖНЕМУ ОСТАЕТСЯ ЛЕЧАЩИЙ ВРАЧ**

# Интернет вещей в здравоохранении

Е. И. Аксенова, С. Ю. Горбатов

ГБУ «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы»



*Системам здравоохранения во всем мире в последние годы приходится решать проблемы, связанные со старением населения, ростом хронических и вирусных заболеваний. Вызовы времени заставляют врачей, поставщиков медицинских услуг и органы власти ориентироваться на новые технологии, среди которых особое место занимает интернет медицинских вещей — подключенная инфраструктура медицинских устройств, программных приложений, систем и услуг.*



Основные преимущества применения IoT в здравоохранении — снижение затрат, улучшенные результаты лечения и участие пациента в процессе лечения и профилактики.

## Из истории вопроса

Концепция интернета вещей появилась на рубеже двух столетий, в 1999 году, когда стало понятно, что информационно-коммуникативные устройства можно не только подключать к интернету, но и объединять между собой, подключать друг к другу для обмена данными в режиме реального времени. Впоследствии были разработаны технологические решения для сбора, анализа, передачи информации и платформы с функционалом, позволяющим обрабатывать эти данные. За два десятилетия интернет вещей (IoT) охватил практически все области жизнедеятельности человека.

Стремительному распространению интернета вещей способствовали такие прорывы в цифровой индустрии, как разработка беспроводных технологий, значительное увеличение вычислительной мощности устройств и их миниатюризация. При этом сеть подключенных медицинских устройств — одно из наиболее перспективных и динамично развивающихся направлений. Исследования показывают, что к 2025 году в мире будет использоваться около 200 миллионов медицинских устройств IoT<sup>1</sup>.

Интернет вещей в медицине настолько востребован, что был выделен в отдельный сегмент — интернет медицинских устройств (IoMT). Концепция объединяет людей (пациентов, врачей и тех, кто осуществляет уход), данные (о пациентах или работе медицинской организации), процесс оказания медицинской помощи и непосредственно медицинские устройства и мобильные приложения для эффективного мониторинга состояния здоровья и улучшения результатов лечения.

«Умные» устройства позволяют повысить качество и доступность медицинских услуг и добиться снижения расходов на медицинское обслуживание. Технологические решения в сфере IoMT разрабатываются для таких направлений, как мониторинг здоровья человека (в том числе дистанционный), проведение диагностических процедур, лечение хронических заболеваний, отслеживание состояния медицинского оборудования, решение административных и управленческих задач. Внутренний сегмент составляют устройства для регулярного самоконтроля.

## Преимущества IoMT

Интернет медицинских вещей в значительной степени трансформирует сферу здравоохранения, повышая эффективность лечения и качество ухода за пациентами, увеличивая оперативную производительность медицинских организаций и снижая затраты на обеспечение отрасли.

### Снижение затрат

Очевидное преимущество подключенных медицинских решений — снижение затрат

на организацию медицинской помощи. С интернетом вещей стали возможны такие технологии, как удаленный мониторинг состояния пациента и телемедицина. Становится неактуальной потребность в том, чтобы медицинский специалист постоянно участвовал в сборе данных и регулярно проверял жизненно важные показатели пациентов, состояние которых требует непрерывного контроля. Подключенные медицинские устройства собирают данные оперативно, объективно и точно.

**КОНЦЕПЦИЯ ИНТЕРНЕТА МЕДИЦИНСКИХ ВЕЩЕЙ ФОРМИРУЕТ АКЦЕНТ НА ПАЦИЕНТАХ И ИХ ПОТРЕБНОСТЯХ, СПОСОБСТВУЕТ УКРЕПЛЕНИЮ ПАЦИЕНТООРИЕНТИРОВАННОЙ ПАРАДИГМЫ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ**



При этом за счет постоянного мониторинга улучшается качество оказываемой помощи. В некоторых случаях устраняется потребность очных консультаций пациента с врачом, что повышает доступность медицинской помощи и увеличивает производительность работы специалиста.

### Увеличение доступности медицинской помощи

IoT-устройства позволяют решить проблему доступности медицинской помощи, особенно актуальную для отдаленных регионов и населенных пунктов. Беспроводные решения, связанные с интернетом вещей, предоставляют пациентам возможность доступа как к персональному мониторингу состояния здоровья, так и к инфраструктуре здравоохранения и синхронизации персональных данных в общей медицинской системе. Данные о состоянии здоровья, полученные с помощью различных датчиков, поступают по каналам беспроводной связи медицинским работникам для анализа. Пациент имеет возможность

своевременно получить квалифицированные рекомендации специалистов.

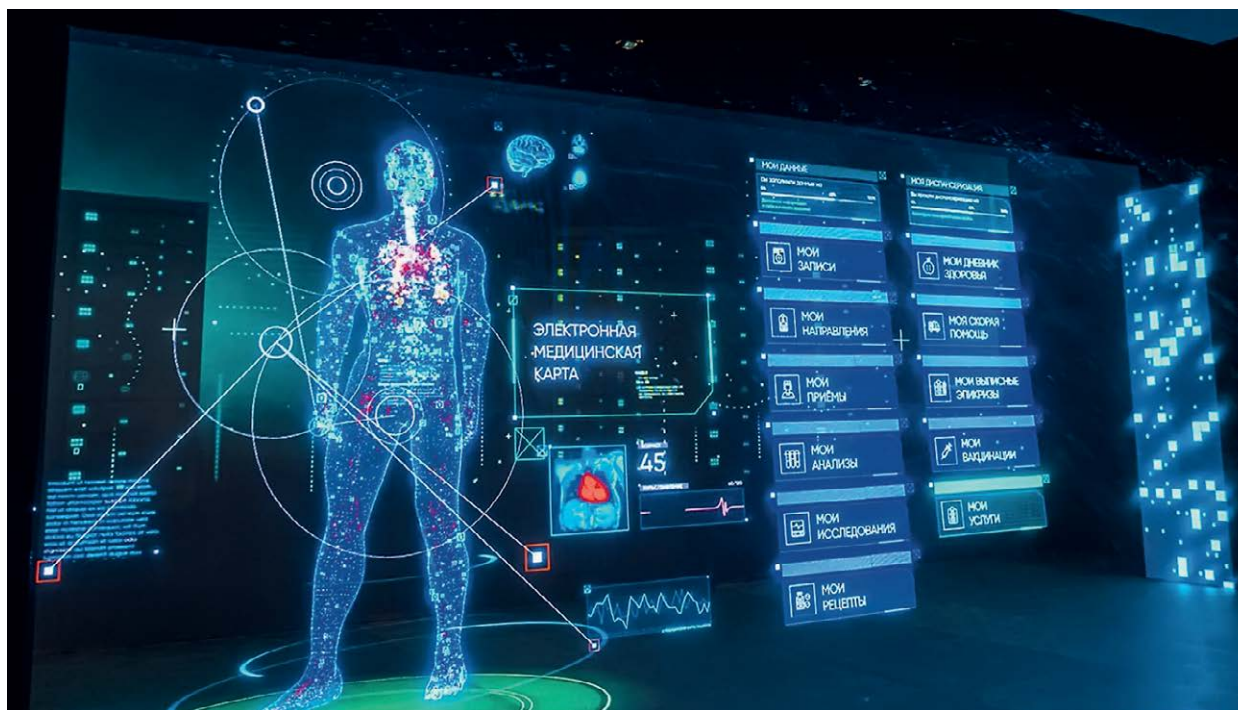
### Эффективность работы

IoT-технологии выводят оказание медицинской помощи на новый уровень эффективности. Доступ к информации в режиме реального времени позволяет врачам принимать правильные решения и осуществлять эффективное и научно обоснованное лечение. Организаторы здравоохранения получают возможность оперативно получать информацию и принимать взвешенные управленческие решения. В свою очередь накопление баз данных и их обработка ложатся в основу новых систем поддержки принятия врачебных решений, создают возможности для формирования новых виртуальных медицинских помощников на разных этапах и по разным профилям медицинской помощи.

### Управление заболеванием

Технологии интернета медицинских вещей способствуют ранней диагностике

Электронная медицинская карта – цифровой инструмент врача. С начала 2020 года сервис стал доступен для московских пациентов



<sup>1</sup> Statista. Global estimated healthcare IoT device installations 2015 to 2020. Электронный педсуп. URL: <https://www.statista.com/statistics/735810/healthcare-iot-installations-global-estimate/>



▲ Подключенные устройства позволяют значительно улучшить клинический мониторинг состояния пациента

заболевания и оказанию квалифицированной медицинской помощи. Когда пациенты находятся под постоянным наблюдением, а медицинские работники, осуществляющие уход, имеют доступ к показателям состояния здоровья в режиме реального времени, это существенно увеличивает вероятность избегания серьезных осложнений. Профилактический, превентивный компонент — один из значимых аспектов IoMT.

#### Участие пациента

Пациент оказывается более вовлеченным в процесс лечения, он может самостоятельно контролировать здоровье, при необходимости обращаясь к врачу. Концепция интернета медицинских вещей формирует акцент на пациентах и их потребностях, способствует укреплению пациентоориентированной парадигмы здравоохранения. Это ведет к новому типу отношений между медицинским специалистом и пациентом, в которых он становится партнером в принятии решений, связанных с лечебным процессом и профилактическими мероприятиями (партисипативность).

#### Управление лекарственными препаратами

Разработка и управление лекарственными

препаратами во всем мире связаны со значительными расходами в здравоохранении. По данным Forbes, стоимость разработки одобренного препарата в среднем составляет около 4 млрд долл. США<sup>2</sup>. Интернет вещей может встраиваться в регулирование цепей поставок препаратов и способствовать лучшему управлению расходами. В частности, технология RFID (способ автоматической идентификации объектов на основе радиочастоты) позволяет подтвердить подлинность и получить полную информацию о препарате: производителе, сроке годности, номере партии, дозировке, изображении упаковки.

#### Вопросы безопасности технологии

Устройства и приложения, связанные со здоровьем, генерируют огромные объемы информации, которые можно использовать для мониторинга здоровья людей. Во многих случаях эта информация имеет сугубо частный характер и содержит персональные медицинские данные и генетические сведения. В связи с этим встает вопрос о защите собранных данных от незаконного доступа. Обеспечение информационной безопасности, конфиденциальности и защиты данных — задача для разработчиков на этапе проектирования устройств и при последующем хранении.

**ДОСТУП К ИНФОРМАЦИИ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ПОЗВОЛЯЕТ ВРАЧАМ ПРИНИМАТЬ ПРАВИЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ И ОСУЩЕСТВЛЯТЬ ЭФФЕКТИВНОЕ И НАУЧНО ОБОСНОВАННОЕ ЛЕЧЕНИЕ**



При этом надежность носимых устройств (или устройств самоконтроля), особенно в сфере

фитнеса и здорового образа жизни, не всегда доказана.

## Применение интернета вещей в здравоохранении

### Удаленный мониторинг здоровья

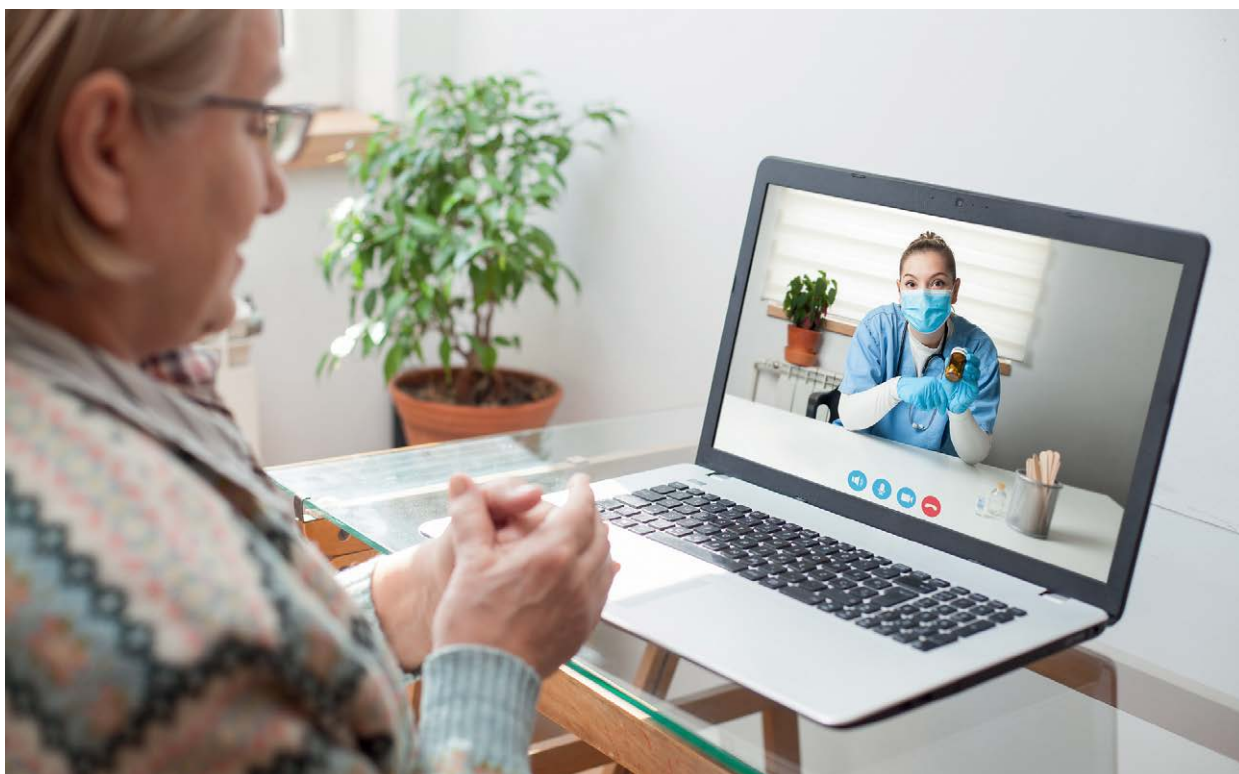
В качестве примера эффективного использования интернета вещей в медицине можно назвать удаленный мониторинг пациентов с хроническими заболеваниями. Подключенные медицинские устройства или носимые биосенсоры фиксируют жизненно важные показатели здоровья (артериальное давление, уровень глюкозы в крови, частоту сердечных сокращений, сатурацию и т. д.), а врачи или медицинские сестры с помощью специальных приложений могут отслеживать и анализировать их в режиме 24/7.

Технологии IoT позволяют не только следить за показателями здоровья, но и улучшать

качество жизни пациентов, позволяя им находиться дома и избавляя от необходимости выбирать между независимой жизнью и безопасностью в случае возникновения обострений хронических заболеваний. Благодаря устройствам дистанционного мониторинга и оповещениям в режиме реального времени пациенты и их родственники могут поддерживать привычный образ жизни в домашних условиях.

Неограниченный потенциал имеет телемедицина. Развитие этой технологии стало возможным в том числе благодаря уже описанным устройствам удаленного мониторинга, которые предоставляют врачам актуальные

Применение телемедицины в РФ регламентируется федеральными законами и приказами Минздрава России



<sup>2</sup> Forbes. The Truly Staggering Cost Of Inventing New Drugs 10.02.2012. Электронный ресурс. URL: <https://www.forbes.com/sites/matthewherper/2012/02/10/the-truly-staggering-cost-of-inventing-new-drugs/?sh=2790f5fc4a94>

медицинские данные о пациентах в режиме реального времени, а также благодаря созданию единых медицинских систем и хранения данных с помощью облачных технологий. Телемедицинские консультации стали особенно актуальны в период пандемии новой коронавирусной инфекции.

#### Отслеживание приема лекарств

Созданы устройства и приложения, которые напоминают пациентам вовремя принимать лекарства и отмечать в приложении, как меняются симптомы заболевания, для дальнейшего анализа врачом. В свою очередь технологии интернета вещей позволяют медицинским специалистам отслеживать влияние назначенной дозировки лекарств на состояние пациента и эффективность препарата.

Более того, уже создаются таблетки со встроенным датчиком, который включается при переваривании и передает данные в носимое устройство. Через защищенный веб-портал устройство может передавать данные о состоянии здоровья членам семьи или медицинскому работнику. Разработаны интеллектуальные упаковки, которые автоматически отправляют оповещения при извлечении таблетки. Эта разработка станет особенно полезной для пациентов с плохой памятью и опекунов с плотным графиком.

#### Мониторинг медицинских активов на основе IoT

Инфраструктура интернета вещей удобна для отслеживания состояния медицинских инструментов и оборудования. Датчики, которыми может быть оснащено медоборудование,

передают стационарным считывателям сведения о местонахождении активов и их состоянии. Информация становится доступной для медицинского персонала с помощью специального веб-приложения с картой расположения объектов. Подобные технологии используются и при контроле потребности пациентов в помощи медработников. Также благодаря RFID-меткам и другим технологиям можно своевременно выявлять сокращение запасов или наличие просроченных медицинских и лекарственных препаратов.

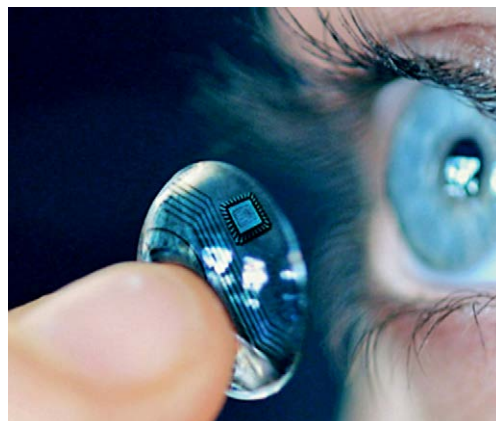
Разработчики предлагают беспроводной дистанционный мониторинг температуры холодильников для вакцин и лекарственных препаратов. Датчик-зонд помещается в холодильный агрегат, данные о текущей температуре и мощности сети оформляются в текстовые сообщения и передаются в пункт назначения. Подобный мониторинг особенно актуален для сельских медпунктов и удаленных клиник.

#### Умное больничное пространство

IoT-устройства используются в мониторинге окружающей среды, контроле температуры и влажности в помещениях и в целом помогают обеспечить комфортное пребывание пациентов (и персонала) в медицинских учреждениях. «Умные» устройства позволяют медперсоналу оперативно изучать потребности пациентов и управлять ситуацией, а также предупреждать о проблемах с закрытием дверей, проникновении воды и других инцидентах, которые могут представлять угрозу для пациентов или нанести вред лекарственным препаратам и медицинскому оборудованию. Разработаны IoT-устройства, которые

Устройства самоконтроля позволяют пациентам систематически следить за показателями здоровья (слева)

Умные контактные линзы со встроенным дисплеем — уже не фантастика, а реальность (справа)





## ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ ВОШЕЛ В ПЕРЕЧЕНЬ ВОСЬМИ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ОБЛАСТЕЙ, КОТОРЫЕ ПРАВИТЕЛЬСТВО РФ РАЗВИВАЕТ СОВМЕСТНО С ГОСУДАРСТВЕННЫМИ КОРПОРАЦИЯМИ

могут следить за тем, правильно ли медперсонал дезинфицирует руки перед контактом с пациентами и после него. Это позволяет снизить риск заражения внутрибольничными инфекциями. Благодаря этой технологии количество внутрибольничных инфекций в больницах США снизилось более чем на 60 %<sup>3</sup>.

### Устройства персонального мониторинга здоровья

В последние годы рынок предлагает огромный ассортимент устройств, гаджетов и приложений для самостоятельного контроля состояния на некритическом уровне. Управление своим здоровьем стало модным трендом, а носимые гаджеты здоровья — модным аксессуаром. Носимые сенсорные технологии позволяют ранее обнаруживать заболевание — до того, как симптомы станут очевидными. Способность устройств обнаруживать незначительные изменения физиологических параметров важна для максимально раннего выявления заболеваний и надежного контроля здоровья.

Помимо ставших уже традиционными шагомеров, калькуляторов калорий, устройств для измерения артериального давления, сатурации и пр., создаются новые приборы с уникальными функциями. Разработаны устройства для контроля качества сна; портативный прибор, который способен за 30 секунд записать ЭКГ и передать ее на смартфон; умный браслет для контроля овуляции (технология направлена на улучшение репродуктивного здоровья женщин). Созданы слуховые аппараты, которые, помимо основных функций, собирают данные о физической активности пользователя. Калифорнская компания разработала «умные» контактные линзы, оснащенные встроенными дисплеями дополненной реальности для предоставления информации без необходимости использования других экранов. В основе изобретения лежит самый маленький (размером с песчинку) и плотный динамический дисплей из когда-либо созданных, он проецирует текст, фотографии и видеоконтент на сетчатку.

Применение IoT в здравоохранении позволяет перейти на новый уровень диагностики заболеваний, точности лечения и отслеживания состояния здоровья пациентов с помощью подключенных устройств.

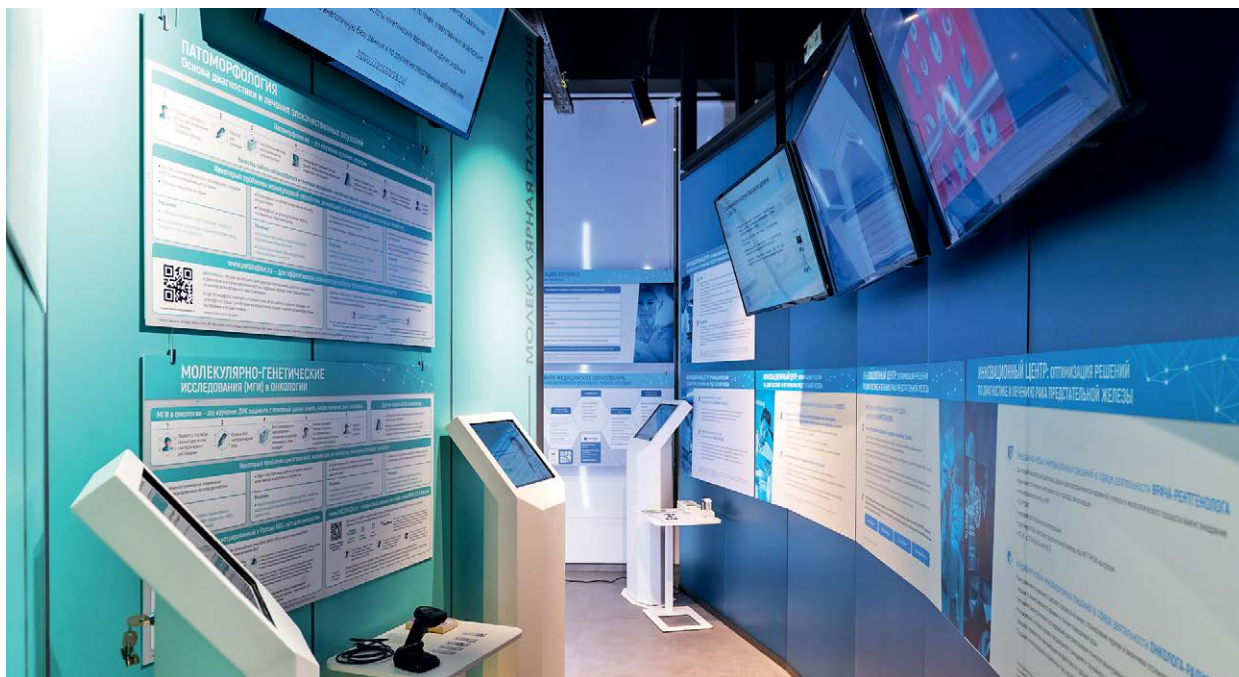
## Перспективы развития интернета вещей в здравоохранении Российской Федерации

В 2017 году Правительство Российской Федерации утвердило программу «Цифровая экономика Российской Федерации», в нее в качестве одной из сквозных технологий был включен интернет вещей. Позже понятие «сквозных технологий» трансформировалось в высокотехнологичные направления и области, и интернет вещей был отнесен к их числу. В 2019 году технология вошла в перечень восьми высокотехнологичных областей, которые Правительство

РФ развивает совместно с государственными корпорациями. В 2020 году была утверждена дорожная карта развития интернета вещей в России, разработанная госкорпорацией «Ростех»: планируется выделить на развитие направления 10,1 млрд руб. до 2024 года<sup>4</sup>. В октябре 2021 года наблюдательный совет автономной некоммерческой организации «Цифровая экономика», координатора государственной программы «Цифровая экономика

<sup>3</sup> МТС Медиа. Как IoT работает на здравоохранение: пять удачных практик. Электронный ресурс. URL: <https://media.mts.ru/business/186704/>

<sup>4</sup> CNews. Интернет вещей в России ждет устойчивый рост 29/10/2021. Электронный ресурс. URL: [https://www.cnews.ru/reviews/internet\\_veshchey\\_v\\_rossii/articles/internet\\_veshchey\\_v\\_rossii\\_zhdet\\_ustojchivyj](https://www.cnews.ru/reviews/internet_veshchey_v_rossii/articles/internet_veshchey_v_rossii_zhdet_ustojchivyj)



▲ В Центре инноваций и интернета вещей в здравоохранении тестируются цифровые терапевтические комплексы и решения для дальнейшего их применения в регионах РФ

РФ», утвердил стратегию развития организации до 2024 года.

К 2025 году планируется увеличить количество устройств интернета вещей в Российской Федерации до 1 млрд. Это позволит превысить среднемировые показатели проникновения IoT и насытить платформы данными, которые будут способствовать успешной цифровой трансформации важнейших отраслей, среди которых особое место занимает здравоохранение. По прогнозам компании PWC, экономический эффект от внедрения инфраструктуры IoT в российское здравоохранение может составить около 536 млрд руб. до 2025 года<sup>5</sup>.

Ожидается, что внедрение IoT в здравоохранение снизит нагрузку на медицинские учреждения, сократит количество внеплановых госпитализаций в стационары, в частности, связанных с осложнениями сахарного диабета 1 и 2 типов, астмы и др. Большие перспективы открываются при применении интернета вещей для мониторинга пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Планируется использовать подключенные

медицинские устройства при ведении беременности и в процессе оказания помощи престарелым людям. Оперативная и точная передача данных дистанционного мониторинга позволит снизить нагрузку врачей путем перераспределения части функций на средний медицинский персонал. Так, первичная обработка обращений пациентов по проблемам, не связанным со здоровьем, может производиться медицинскими сестрами без привлечения врачей.

В 2019 году в «Сколково» был открыт Центр инноваций и интернета вещей в здравоохранении. Центр объединяет усилия государства, бизнеса и науки с целью продвижения лучших практик в диагностике, терапии и внедрения современных технологических решений. Он создан фондом «Сколково» на базе кластера биологических и медицинских технологий совместно с ведущими российскими и международными компаниями. Новая структура призвана помочь в достижении национальных целей в сфере здравоохранения, демографии и цифровизации. ММ

<sup>5</sup> PWC. «Интернет вещей» (IoT) в России. Технология будущего, доступная уже сейчас. Электронный ресурс. URL: <https://www.pwc.ru/ru/publications/iot/iot-in-russia-research-rus.pdf>



НИИ  
ОРГАНИЗАЦИИ  
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
И МЕДИЦИНСКОГО  
МЕНЕДЖМЕНТА



# Конгрессы и выставки

**НИИОЗММ ДЗМ – крупнейший организатор конгрессно-выставочных и научно-образовательных мероприятий под патронатом Департамента здравоохранения города Москвы, провайдер образовательных мероприятий и материалов для НМО**

## КОМПЕТЕНЦИИ

- Рассмотрение и проведение экспертизы заявок от организаторов мероприятий на оказание поддержки Департамента здравоохранения города Москвы.
- Формирование проекта плана мероприятия, направление его на утверждение в Департамент здравоохранения города Москвы.
- Организационно-методическая поддержка: мониторинг качества проведения конгрессно-выставочных и научно-практических мероприятий, посещаемости специалистами соответствующего направления; информирование подведомственных Департаменту здравоохранения города Москвы организаций и учреждений соответствующего медицинского направления о проводимых мероприятиях; подготовка сводного аналитического отчета.
- Координация взаимодействия структурных подразделений и главных внештатных специалистов ДЗМ по вопросам проведения мероприятия.
- Проведение официальных профильных медицинских мероприятий для организаций столичного здравоохранения и Правительства Москвы, включая полный цикл работ по организации, проведению и техническому сопровождению мероприятий.
- Проведение мероприятий в очной, цифровой и гибридной формах на медицинской цифровой событийной платформе нового поколения «Московская медицина».
- Помощь в приглашении зарубежных и российских спикеров, модераторов и лидеров мнений.
- Формирование аудитории.
- Медиа и PR-сопровождение.

МЕРОПРИЯТИЯ 2021 ГОДА:

**71 млн** участников

**157 000** из них –  
УЧАСТНИКИ МЕРОПРИЯТИЙ  
НА ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЕ  
«МОСКОВСКАЯ МЕДИЦИНА»

БОЛЕЕ **1000**  
МЕРОПРИЯТИЙ

ОКОЛО **300** из них –  
НА ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЕ  
«МОСКОВСКАЯ МЕДИЦИНА»



ОСНОВНАЯ ЗАДАЧА НАШЕГО ОТДЕЛА – СОЗДАТЬ НЕОБХОДИМОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ ПОЛЕ О ГОТОВЯЩЕМСЯ МЕРОПРИЯТИИ, РАССКАЗАТЬ ОБ ИННОВАЦИЯХ, ПРЕИМУЩЕСТВАХ И НОВЫХ ВОЗМОЖНОСТЯХ, КОТОРЫЕ ОНО ОТКРЫВАЕТ ПЕРЕД ЕГО УЧАСТНИКАМИ».

Лилия ЦВЕТКОВА, *руководитель отдела*



# Облачные хранилища данных в здравоохранении

Алексей Бахаев



*Цифровизация здравоохранения выводит на более высокий уровень проблематику хранения огромного массива данных. Использование собственного серверного оборудования в медицинских учреждениях становится нерентабельным и неэффективным. Поэтому в последние годы отрасль быстро адаптируется к использованию облачных технологий. О том, как это происходит, рассказал начальник управления информатизации ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ» Алексей Бахаев.*

**Алексей Бахаев, начальник управления информатизации ГБУ «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы»**

## — Зачем нужны облачные технологии в здравоохранении?

— Облачные технологии в здравоохранении сейчас стали необходимы как воздух. Медицина всегда работала с большим количеством данных, а в последние годы объемы информации растут особенно стремительно. Более того, сейчас в медицинской отрасли используется много информационных систем, которые становятся все более требовательными к используемым техническим ресурсам, и облачные технологии позволяют эффективно решать эту задачу. «Облака» динамично адаптируются к растущим запросам и увеличивающимся нагрузкам. Кроме того, они обеспечивают высокий уровень безопасности

хранящихся в них данных — конечно, если мы говорим об облачных платформах и сервисах, сертифицированных для работы с информацией, используемой в здравоохранении. Сейчас на рынке уже присутствует достаточное количество компаний, которые обеспечивают необходимый уровень защиты персональных данных, в том числе медицинских персональных данных.

## — Какие облачные хранилища используются московскими медицинскими организациями?

— Свои сервисы московским медицинским организациям предоставляет Центр обработки данных Департамента информационных технологий города Москвы. Кроме того, в ряде случаев организации самостоятельно заказывают услуги у сторонних поставщиков. Они сотрудничают с data-центрами серьезного уровня, которые надежно обеспечивают высокий уровень отказоустойчивости, а также сохранности и безопасности данных. Такой уровень отказоустойчивости и безопасности



медицинским организациям самостоятельно обеспечить крайне сложно и затратно с точки зрения финансов. Выбор партнера, оказывающего сервис, зависит от целей и задач.

### — Как удается адаптировать инфраструктуру медицинского учреждения под облачные технологии?

— В медицинских организациях облака в основном используются для порталов и централизованных цифровых сервисов, к которым нужен доступ с рабочих мест. В этом случае адаптировать инфраструктуру медицинской организации нет необходимости. Требуется лишь компьютер и качественный доступ в интернет (или качественный канал связи непосредственно с облачной инфраструктурой). Благодаря использованию облачных технологий снижаются требования к вычислительным мощностям на рабочих местах, так как фактически работа с данными и все вычисления происходят в «облаке». Соответственно, медицинские организации могут не расходовать денежные средства на дорогостоящее оборудование и перераспределять расходы в направлении иных потребностей, способствующих повышению эффективности оказания помощи пациентам.

С точки зрения цифровой инфраструктуры медицинская организация — это сеть с большим количеством пользователей, где актуально применение распределительных вычислений и динамическое распределение ресурсов. «Облака» могут распределять свои ресурсы в сторону необходимых функций, в результате чего даже в моменты пиковых нагрузок удается избежать деградации скорости обработки данных и эффективность процессов сохраняется на высоком уровне.

### — Как обеспечивается защита персональных данных?

— Во-первых, центры обработки данных (ЦОД) обеспечивают на физическом и сетевом уровнях неприкосновенность оборудования, на котором размещаются облачные сервисы. Во-вторых, ЦОДы при желании работать с медицинскими организациями должны соответствовать требованиям, предъявляемым законодательством к обеспечению безопасности персональных данных. Серьезные data-центры, конечно, имеют соответствующую сертификацию. В дополнение к этому владелец информационной системы устанавливает необходимое оборудование для защиты и проводит комплекс мероприятий по аттестации своей информационной системы, который требуется действующим законодательством. В итоге обеспечивается многоуровневая система защиты персональных данных пациента.

### — Объемы медицинских данных стремительно растут. Рассчитаны ли на это облачные хранилища?

— Структура облачных хранилищ позволяет строить их в конфигурациях, не имеющих ограничений по объему благодаря возможностям динамического масштабирования. Они обладают неоспоримым преимуществом по сравнению с локальными хранилищами. Так, локальные хранилища тяжело динамично масштабировать, а облака гораздо лучше приспособлены для того, чтобы в нужный момент их расширить и решить проблему как с объемом данных, так и с обеспечением стабильной работы всех систем. При этом также обеспечивается высокая эффективность утилизации технических ресурсов.

### — Возможны ли сбои в работе облака? Чем они опасны для врачей и пациентов?

— Теоретически сбои возможны везде. Сбой любого сервера может либо привести к потере данных, либо пройти вообще бесследно. Есть сценарии, при которых пользователи даже не заметят, что произошел сбой. Облачные сервисы отличаются друг от друга уровнем гарантий качества оказания своих услуг и уровнем резервирования. Уровень надежности сервиса описывается в соответствующем приложении к договору с провайдером облачного сервиса, поэтому заказчик всегда понимает, какие риски у него присутствуют, а от каких он защищен. Надежность и безопасность хранения данных во многом обеспечивается надежным уровнем отказоустойчивости (свойства технической системы сохранять работоспособность после отказа одной или нескольких ее частей) облачных сервисов. Понятно, что чем выше уровень отказоустойчивости, тем дороже услуги. Но это плата за отсутствие рисков.

### — На сегодняшний момент адекватной альтернативы облачным хранилищам нет?

— С точки зрения крупных систем я считаю, что для здравоохранения адекватных альтернатив сейчас нет. Медицинским организациям тяжело позволить себе развернуть собственную инфраструктуру, аналогичную по безопасности и отказоустойчивости той, что используется качественными облачными сервисами. «Облака» сейчас являются оптимальным решением и позволяют как защитить данные, так и обезопасить их от потерь. При соблюдении законодательства и исключении халатности при работе с чувствительными данными риски утечки информации сводятся к минимуму и по факту ограничиваются только человеческим фактором. **ММ**

# Чат-бот сбора анамнеза перед посещением врача

Андрей Тяжельников



*В феврале 2021 года цифровой ландшафт московского здравоохранения был дополнен новым сервисом — чат-ботом сбора анамнеза. Он помогает врачам московских поликлиник собрать основные жалобы на самочувствие пациента перед приемом. О том, как создавался и работает этот сервис, рассказал главный врач консультативно-диагностической поликлиники № 121 Андрей Тяжельников.*

**Андрей Тяжельников, к. м. н., главный врач консультативно-диагностической поликлиники № 121 ДЗМ, главный внештатный специалист по первичной медико-санитарной помощи взрослому населению**

## — Как появилась идея создания чат-бота сбора анамнеза? Какие аналогичные сервисы брались за основу?

— Внедрение этого сервиса нельзя отделить от всего комплекса цифровых технологий — единой цифровой платформы, которая развивается в московской медицине уже несколько лет и нацелена на внедрение технологий, облегчающих работу врачей. Сама история создания чат-ботов на базе искусственного интеллекта не нова, сервис развивается во многих сферах, не только в медицине. Для системы здравоохранения

чат-бот решает важный аспект — экономит время врача на приеме, благодаря чему специалист уделяет больше внимания осмотру пациента, назначению дополнительных исследований и лечению.

## — В разработке чат-бота участвовали практикующие врачи?

— Конечно, врачи принимали самое активное участие в разработке сервиса. Кроме данных из открытых справочников и баз данных по медицине, важно было использовать именно опыт практикующих врачей. Систему нужно было обучить, разработать правила, скрипты вопросов по симптомам, протестировать. Была проделана кропотливая работа, прежде чем чат-бот был запущен.

## — Насколько популярен сервис у пациентов?

— Напомню, в 2020 году был открыт доступ пациентам к электронной медицинской карте. Теперь и врачу,



и пациенту доступны сведения о диагностических исследованиях, история назначений и многое другое. Пациенты уже успели оценить удобство этого сервиса. Ведь они могут узнать результаты обследований без посещения поликлиники. Отпала необходимость хранить и копировать бумажные документы — теперь все сохраняется в электронной медкарте.

Чат-бот тоже быстро приживается, поскольку пациент имеет возможность в спокойном режиме описать свое состояние, не нервничая по поводу того, что врач на приеме больше смотрит в экран, записывая за ним показания, чем общается с ним.

### — Каким образом врач знакомится с информацией, сообщенной пациентом в чат-боте?

— Результаты опроса автоматически загружаются в Единую медицинскую информационно-аналитическую систему (ЕМИАС) и доступны врачу, ведущему прием.

### — Может ли врач корректировать данные, если пациент на приеме уточняет информацию о своем самочувствии?

— Безусловно. Врач знакомится с предварительной информацией и уточняет у пациента симптомы. При необходимости он может скорректировать или дополнить жалобы пациента.

### — Изначально программа была разработана для врачей-терапевтов. Планируется ли расширить функционал чат-бота для других медицинских специальностей?

— Сервис имеет большую актуальность при подготовке к первичному приему. Кроме того, москвичи получили возможность использовать чат-бот при записи к терапевту, оториноларингологу, гинекологу, а также при записи ребенка к педиатру. В настоящее время сбор информации от пациента с помощью искусственного интеллекта вводится в действие перед приемом офтальмолога. Далее сервис будет появляться там, где существует такая необходимость.

### — Как вы оцениваете эффективность чат-бота?

— По итогам внедрения этого сервиса выигрывают обе стороны — и пациент, и врач. Во-первых, драгоценное время врача тратится на живое общение с пациентом. Во-вторых, пациент более спокоен. Ведь информация о его состоянии уже зафиксирована.

### — Доступна ли эта информация для пациента в электронной медкарте?

— После записи на прием пациент получает уведомление по СМС со ссылкой на форму опроса для предварительного сбора информации и истории болезни. Полученная информация передается в ЕМИАС и фиксируется в протоколе осмотра предстоящего приема. Пациент увидит протокол приема в своей электронной карте.

### — Как реагирует чат-бот на нестандартные жалобы?

— В чат-боте заложен такой алгоритм, при котором пациент в свободной форме указывает свои жалобы, а затем дает более подробные ответы на вопросы, которые генерирует искусственный интеллект

в зависимости от предыдущего ответа. Таким образом, пользователь конкретизирует симптомы и информацию о своем состоянии, и его ответы регулирует чат-бот.

### — Какая аналитическая работа с данными, получаемыми от пациентов, ведется? Какие жалобы встречаются чаще всего?

— Жалобы присутствуют по всему спектру симптомов, относящихся к различным заболеваниям, которые традиционно поступают врачу-терапевту на приемах. Люди жалуются на боль, повышение температуры, слабость и пр. Сейчас много жалоб на симптомы ОРВИ. Аналитическую работу собранного анамнеза с помощью искусственного интеллекта прежде всего проводит врач при постановке диагноза и принятии решения о лечении или направлении на дополнительные обследования. В данном случае акцент делается на улучшении качества взаимодействия врача с пациентом за счет выигранного времени. ММ

**ЧАТ-БОТ СБОРА АНАМНЕЗА ЭКОНОМИТ ВРЕМЯ ВРАЧА НА ПРИЕМЕ, БЛАГОДАРЯ ЧЕМУ СПЕЦИАЛИСТ УДЕЛЯЕТ БОЛЬШЕ ВНИМАНИЯ ОСМОТРУ ПАЦИЕНТА И ЛЕЧЕНИЮ**

# Цифровой двойник в медицине

*Петр Тимашев*



*О цифровых двойниках, виртуальных пациентах и о том, как эти технологии будущего создаются сегодня на основе больших данных, рассказывает профессор Петр Тимашев.*

**Петр Тимашев, д. х. н., профессор Центра цифрового биодизайна и персонализированного здравоохранения, директор Научно-технологического парка биомедицины Первого МГМУ имени И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский университет)**

## — Как появилась идея цифровых двойников в медицине, и как она применяется в мире?

— Компания «Гартнер», которая ежегодно публикует так называемый график хайпа, считает, что цифровые двойники в медицине сейчас переживают начальный рост и вместе с технологиями 5G они выйдут на плато производительности через 5–10 лет. Что же люди вкладывают в понятие «цифровой двойник»? Это попытка человека смоделировать на компьютере ту или иную болезнь, ее «поведение». На основе больших данных можно будет построить предсказательные модели, как, возможно, будет развиваться то или иное заболевание у конкретного пациента с учетом его анамнеза и других особенностей, как будут воздействовать на развитие или купирование его симптомов те или иные лекарства, насколько высок риск развития критического состояния.

В нашем университете идет активная работа по двум направлениям цифровых двойников, связанная с двумя типами социально значимых заболеваний. Это кардиологические заболевания, а именно ишемическая болезнь сердца, гипертония, и онкологические, а именно колоректальный рак, рак легкого и почки. Мы собираем данные о пациентах, обрабатываем их. И, в частности, с использованием алгоритмов машинного обучения мы планируем диагностировать ранние проявления гипертонии, когда с болезнью еще можно бороться наименее радикальными средствами. В направлении онкологии мы работаем над проектом онконастороженности, когда по каким-то базовым тестам можно предсказать с определенной долей вероятности развитие того или иного онкологического заболевания. Таким образом, с помощью больших данных мы могли бы спрогнозировать состояние здоровья того или иного пациента, создав его «цифрового двойника».

## — Откуда приходят эти большие данные?

— Приведу пример «цифровой биопсии». Диагноз при онкологических заболеваниях всегда ставится по результатам гистологического исследования. Но если не диагностировать, то, по крайней мере, проявить



настороженность, например в отношении рака легкого, можно на основе определенных изменений на снимке, полученном с использованием компьютерной томографии. Чтобы получить результат, нужно либо посадить врача, чтобы он изо дня в день просматривал все слои всех снимков КТ, либо создать базу данных из этих изображений и обучить нейронную сеть находить какие-то несоответствия и подсвечивать их для врача. Таким образом мы могли бы упростить задачу врачу, работающему непосредственно с компьютерной томограммой, и предотвратить пропуск каких-то маркеров возможного развития опухоли. Откуда эти данные берутся? В первую очередь из баз, которые создаются самими врачами при обследовании пациентов. Дальше эти изображения могут быть размечены в соответствующих программах, и затем эти данные могут использоваться для построения моделей возможного развития онкологических процессов. То есть большие данные — это вся информация о каждом конкретном пациенте (показатели, результаты обследований, данные анамнеза), которая обезличивается и собирается в некие «информационные книги», которые в дальнейшем могут быть использованы для создания цифровых двойников и прогнозных моделей.

**— Как это должно выглядеть на практике? Пациент пришел к врачу с некими жалобами, можно предположить, что у него гипертония. Как он получает цифрового двойника?**



Подобные футуристические картины могут стать реальностью. На основе больших данных формируется полноценный виртуальный портрет пациента

— Приведу пример. Известно, что сосуды глазного дна достаточно хорошо визуализируются: их размер, пропускная способность и т. д. Снимки глазного дна пациента могут быть загружены в соответствующую программу, в которой собрано более 5000 аналогичных изображений. С использованием нейронной сети, которая на этих 5000 изображений будет обучена, как выглядят сосуды глазного дна при гипертонии, мы могли бы поставить предварительный диагноз, и врач может получить информацию о необходимости проявить настороженность. Цифровым двойником, в сущности, можно назвать данные пациента, его виртуальный профиль, составленный из всех имеющихся данных о нем.

**— А если говорить о прогнозе развития заболевания?**

— Это передовой рубеж, в практической медицине еще не используется, но первые научные статьи от ведущих исследовательских групп, которые работают в этом направлении, уже есть. Например, известно, что чем ближе тканевые структуры к опухоли, тем меньше они выражены на гистологическом срезе. И было показано, что, например, в случае рака молочной железы анализ

гистологических изображений тканевых комплексов может дать представление о перспективе его развития, в том числе об ответе на те или иные лекарственные препараты.

**— Каким образом можно прогнозировать ответ на тот или иной препарат? Существует база данных, которая позволила бы виртуально протестировать препарат для конкретного пациента еще до того, как он начнет его принимать?**

— В этом и есть конечная цель (точнее одна из целей) использования цифрового двойника в здравоохранении: создать такие базы данных и алгоритмы, которые на основе накопленной информации смогли бы строить прогностическую модель реакции конкретного пациента в конкретной ситуации на конкретный препарат.

**— Какие еще цели у цифрового двойника?**

— Преимущественно это поддержка принятия врачебных решений, в частности, система ранней диагностики и выявления социально значимых заболеваний, формирование онконастороженности. Еще одно направление, связанное с большими данными и цифровой медициной, — это так называемый цифровой биобанк. Помимо биологического материала — кровь, биопсия тканей и т. д. — может собираться вся цифровая информация: результаты лучевой диагностики, лабораторных и генетических анализов и др. На основании такого полного портрета (цифрового двойника) предполагается строить более точный диагноз и выбирать предельно персонализированное лечение с учетом текущего заболевания и коморбидностей.

**— Предполагается, что когда-то эти данные о каждом человеке будут собираться автоматически, сами собой?**

— Наверное, не совсем сами собой, а из электронных медицинских карт. Главное, чтобы эти данные попадали в системный профайл, который будет оцениваться с использованием единых алгоритмов, учитывающих обновления и способных к самообучению. Повторю, пока это передовой рубеж. Сейчас мы по кирпичикам собираем базовые элементы. Ранее я привел пример диагностики

гипертонии по главному дну. Разрабатываются также методы дистанционного измерения ЭКГ — алгоритмы, создаваемые в том числе у нас в университете, смогут извлекать дополнительную информацию по каким-то нарушениям в ритме сердца, которые невозможно было раньше оценить, причем эти нарушения можно определить даже в единичном отведении.

**— Какие еще подобные разработки уже существуют?**

— Поскольку сегодня очевидно, что базы данных — это «новое золото», на первый план выходят задачи бесконтактного регулярного сбора данных. Приведу в пример метод Холтера, когда человек в течение суток носит специальный прибор, каждые полчаса закрепленная манжета измеряет давление, показания записываются, а затем врач анализирует дневной ритм, скачки давления и выявляет связанные со временем суток или нагрузкой изменения. Эта технология информативна, но неудобна для пациента, к тому же суток может быть недостаточно для тщательного анализа патологии. Но использовать прибор большее время очень некомфортно для пациента, и мы разрабатываем специальные датчики наподобие пластыря — наклейки. Они могли бы крепиться на руку человека, и в течение двух недель приспособление снимало бы показатели. Результат — кладезь информации для анализа, содержащей те самые большие данные по конкретному человеку.

Еще одно направление — визуализация опухолевой ткани во время операции. Это очень значимо для онкологов. Сегодня используются для этих целей довольно токсичные красители, и не всегда есть возможность видеть достаточно широкое поле. Мы сейчас работаем над созданием специального зонда, который, работая на принципах оптоакустики, неинвазивно смог бы определять очень точно, где пораженная, а где — здоровая ткань пищевода или кишечника. Этот зонд можно будет ввести лапароскопически, и при касании ткани он будет выдавать результат, что, конечно, облегчит работу оперирующего врача.

**— Когда эти разработки придут в практическую медицину?**

— Мы начали проект год назад, и за этот срок, конечно, невозможно довести его до широкой клинической

**МЫ СМОГЛИ БЫ УСКОРИТЬ И УПРОСТИТЬ ВЕСЬМА ДЛИТЕЛЬНЫЙ И ДОРОГОСТОЯЩИЙ ЦИКЛ РАЗРАБОТКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ**



# ЗАДАЧА ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ МЕДИЦИНЫ НА БЛИЖАЙШЕЕ ДЕСЯТИЛЕТИЕ — ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ПАЦИЕНТА ЧЕРЕЗ СОЗДАНИЕ ЕГО ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА

практики. Но мы фокусируемся именно на социально значимых заболеваниях — кардиологических и онкологических, поскольку очень высока потребность и интенсивно накапливаются данные.

## — Как связана концепция цифровых двойников с фармакологией?

— Это фундаментальная работа. Вскоре должна выйти статья на эту тему, в частности по гиперлипидемии. Мы попробовали построить цифровые модели клетки, заболевания и лекарственного вещества и объединить их по основным метаболическим путям возможной реакции клетки на это конкретное соединение. После модели клетки мы построим модель ткани, уже более сложной системы, включающей внеклеточный матрикс. Следующим шагом будет моделирование уже не просто ткани, а комплекса. В итоге мы смогли бы ускорить и упростить весьма длительный и дорогостоящий цикл разработки лекарственных препаратов. Таким образом, создав цифровую платформу конкретного заболевания, учитывающую и молекулярно-биологические, и биохимические, и физиологические аспекты (включая межклеточное взаимодействие) ткани, мы могли бы получить возможность предварительно виртуально испытывать кандидатов на лекарственные препараты. Это будет цифровая *in vitro* (*in silico*) платформа, которая постепенно смогла бы заменить некоторые этапы прикладных исследований.

## — Помимо кардиологии и онкологии, в каких еще направлениях ведется в вашем центре исследование?

— Совместно с очень известным независимым ученым из Китая и благодаря очень сильной базе по ортопедии, мы запустили проект ранней диагностики четырех основных видов патологии костной и хрящевой ткани. Точно так же, как и в случае рака легкого, мы сейчас собираем базу изображений, но уже не КТ, а МРТ. Врачи ее размечают, указывая признаки патологии для нейронной сети. В дальнейшем человек сможет приходиться на исследование МРТ, и врач до того, как сам начнет анализировать изображения, будет получать некий предварительный достаточно осторожный результат. Например, на таком-то участке обнаружены маркеры

одной из этих четырех видов патологии, и такой-то тип лечения с высокой долей вероятности подойдет в этом конкретном случае. В сотрудничестве со стратегическим технологическим партнером (один из ведущих операторов мобильной связи с богатым количеством разработок в области больших данных) мы разрабатываем прототип такого алгоритма и в ближайшее время, вероятно, будем готовы его регистрировать и внедрять в клинику.

## — Вы упомянули врачей, которые размечают эту базу данных. Расскажите, пожалуйста, подробнее об этой работе.

— Мы собираем три экспертных мнения, то есть один и тот же пакет данных изучается тремя разными врачами-экспертами. И если по изображениям нет никаких разногласий, это принимается как некий стандарт и загружается уже для дальнейшего анализа.

## — Сколько времени требуется на эту работу?

— Это самый длительный этап проекта. Например, по ортопедии сейчас работают параллельно пять команд по три эксперта. Вся база делится на пять частей, и благодаря этому в первый год, с мая до января, мы смогли разметить 4000 исследований МРТ. Не изображений, а исследований (в каждом исследовании — десятки изображений).

## — Вы сотрудничаете с московскими организациями?

— Да, очень активно взаимодействуем с Научно-практическим центром диагностики и телемедицинских технологий под руководством профессора Сергея Павловича Морозова. Благодаря этому сотрудничеству для нас открываются совершенно необыкновенные перспективы получения больших данных из Единой радиологической информационной системы города, в которую входят все томографы и ангиографы Москвы. Совместно проводится научное исследование «Оценка спектра и риска развития сердечно-сосудистых осложнений коронавирусной инфекции», создается программное обеспечение «Калькулятор рисков». И мы рассчитываем вместе внедрять в московские клиники наши разработки. ММ

# Технологии виртуальной и дополненной реальности в здравоохранении



Е. И. Аксенова, С. Ю. Горбатов



ГБУ «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы»



*Цифровая трансформация и накопленные объемы данных позволяют перейти на принципиально новые способы взаимодействия человека с цифровым миром. Все большую роль в глобальной экономике начинают играть технологии виртуальной и дополненной реальности.*



# Принципы технологий виртуальной и дополненной реальности

Виртуальная реальность (VR) представляет собой погружение в иммерсивный виртуальный мир с помощью специализированных устройств, при этом обеспечивается полное погружение в компьютерную среду, окружающую пользователя и реагирующую на его действия. Через ощущения (зрение, слух, осязание и т. д.) человек погружается в созданный мир и взаимодействует с цифровой средой. Он может выполнять определенные задачи либо, напротив, манипулировать объектами. При этом 3D-видео — это простейшая форма погружения в виртуальный мир. Создание компьютерной среды, которую пользователь не сможет отличить от реальной обстановки, — задача развития технологии.

В здравоохранении необходимость в применении виртуальной реальности назрела в связи с необходимостью визуализации сложных медицинских данных, в особенности для подготовки к хирургическим операциям и во время их проведения. Технологии виртуальной реальности стали активно развиваться в медицине с конца XX века.

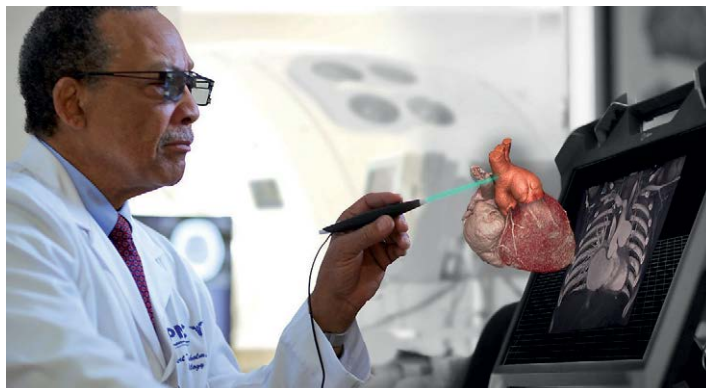
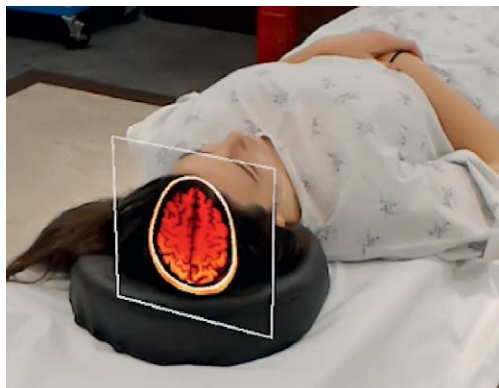
Дополненная реальность (AR) классифицируется как разновидность виртуальной реальности, но отличается от нее тем, что пользователь AR-устройств находится в подлинной обстановке и в режиме реального времени. Технология позволяет интегрировать цифровые инструменты с объектами реального мира и расширять взаимодействие человека с окружающей средой. Информация предоставляется пользователю с помощью специальных индикаторов, очков или шлемов дополненной реальности. Смартфон или проекционный видеомэппинг также могут брать на себя функции AR-инструментов.

Первое медицинское AR-приложение было разработано в Калифорнийском университете (США) в 1993 году на основе GPS для помощи в передвижении пациентов, утративших зрение. Впоследствии технологии дополненной реальности продемонстрировали уверенное преимущество в клинической практике. Сейчас AR-системы повсеместно внедряются в медицину благодаря использованию устройств аппаратного обеспечения от ведущих мировых производителей.

3D-визуализация с помощью Precision VR (с. 76)

AR-система предоперационного планирования OpenSight (слева)

Платформа дополненной реальности EchoPixel True 3D (справа)



## Применение технологий VR/AR в хирургии

### Предоперационная подготовка

За последние два десятилетия технологии виртуальной и дополненной реальности активно внедряются в медицину и здравоохранение, открывая новые возможности для управления заболеваниями, создания новых методов лечения и диагностики, а также

совершенствования образовательных программ.

Одним из этапов хирургического вмешательства является тщательное предоперационное планирование. Последние разработки виртуальной и дополненной реальности позволяют подготовиться к операции

## ПРИМЕНЯЮТСЯ ПРОГРАММЫ, КОТОРЫЕ ОБРАБАТЫВАЮТ ИЗОБРАЖЕНИЯ, ПОЛУЧЕННЫЕ С ПОМОЩЬЮ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ, И ВИЗУАЛИЗИРУЮТ ИХ В ТРЕХМЕРНОЙ ПРОЕКЦИИ

максимально точно. Например, компанией EchoPixel создана интерактивная хирургическая AR-платформа, которая помогает врачам идентифицировать интересующую их анатомию пациента и позволяет визуализировать медицинские изображения в режиме реального времени. Платформа дополненной реальности создает индивидуальные для конкретного пациента 3D-изображения. В частности, широко применяется технология создания суперточной визуализации толстой кишки, а компания-разработчик данной технологии приобрела международную известность.

AR-разработка компании Surgical Theater генерирует 3D-модели органов на основе радиологических снимков пациентов, и хирурги, готовясь к операциям, могут их проанализировать. Также системой предусмотрено использование виртуальных хирургических инструментов, которые имитируют реальную процедуру. Это дополнительное свойство помогает правильно спланировать хирургическое вмешательство.

Применяются программы, которые обрабатывают изображения, полученные с помощью магнитно-резонансной и компьютерной томографии, и визуализируют их в трехмерной проекции. Снимки обрабатываются в режиме реального времени, и с помощью очков виртуальной реальности получается изображение

с динамическими голограммами внутренних органов пациента. Врач буквально видит расположение органов пациента и может безошибочно провести инвазивное вмешательство. Платформа разработана компанией Novarad.

### Интраоперационная навигация

Технологии дополненной реальности могут существенно увеличить точность операции и сократить время ее проведения благодаря наложению виртуального анатомического объекта на реальное изображение органов пациента. Так, компанией SentiAR в партнерстве с крупнейшим производителем программного обеспечения была разработана голографическая AR-платформа для клинического использования в операционных. Во время эндоваскулярных вмешательств, таких как лечение сердечных аритмий, хирург видит анатомическое изображение органа пациента — оно всплывает над операционным столом. Визуализация дает врачу детальное представление о параметрах состояния пациента на протяжении хирургического вмешательства.

Разработаны инструменты визуализации, которые во время операции дают врачам возможность видеть закрытые от вмешательства участки. При этом создаются сверхточные 3D-изображения. Встроенный цифровой

Платформа дополненной реальности Proprio (слева)

Система OcutrX 3D 8K и гарнитура ORLenz Surgery AR (справа)





сервис осуществляет 3D-рендеринг, хранит и делится медицинскими данными в режиме реального времени. Эта разработка компании Proprio реализуется в США как пилотная программа в области нейрохирургии и ортопедии в детской больнице Сиэтла и медицинском университете Вашингтона (США). В Израиле используется AR-платформа, которая позволяет визуализировать 3D-анатомию позвоночника пациента в ходе хирургического вмешательства. Проведению операции способствует эффект «рентгеновского зрения» на закрытых участках. Разработка помогает хирургам ориентироваться в инструментах и имплантатах и не отвлекать внимание от пациента. Система почти со стопроцентной точностью

определяет положение хирургических инструментов и накладывает их на изображения, полученные с помощью компьютерной томографии пациента.

Американский стартап, работающий с технологиями дополненной реальности, разработал инструмент визуализации для офтальмологической операционной. Во время хирургических вмешательств офтальмологи вынуждены длительное время работать с микроскопом, что создает определенные неудобства. Роботизированная система OR-Bot Ocutrх преодолевает ряд пространственных ограничений и обеспечивает свободу действия для хирурга, позволяя камере быть отделенной от стандартного оптического микроскопа.

▲ Голографическая платформа дополненной реальности SentiAR

## VR-терапия в реабилитационной медицине

Реабилитационная медицина — одно из самых емких направлений для внедрения VR-технологий. Уже сейчас инструменты виртуальной реальности широко используются для уменьшения острой и хронической боли, являясь действенной альтернативой традиционным способам лечения, в том числе лекарственной терапии. Принцип основан

на отвлечении внимания пациентов от болезненных ощущений и уменьшении связанной с болью тревоги.

Изображения виртуальной реальности формируются на основе научно обоснованных подходов к лечению хронической боли. Акцент делается на упражнениях и повседневных движениях, что постепенно улучшает

## РЕАБИЛИТАЦИОННАЯ МЕДИЦИНА – ОДНО ИЗ САМЫХ ЕМКИХ НАПРАВЛЕНИЙ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ VR-ТЕХНОЛОГИЙ, ОНИ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ И КОГНИТИВНЫХ РАССТРОЙСТВ, ЛЕЧЕНИЯ БОЛИ

качество жизни пациентов. Сеансы виртуальной терапии учат мозг воспринимать движение как неопасное. Со временем диапазон движений расширяется. Кроме того, виртуальная реальность активно применяется в психосоциальной реабилитации. VR-технологии воспроизводят реальные сценарии и уникальные переживания, обеспечивают погружение в трехмерную виртуальную реальность и специальные среды, которые помогают пациентам реабилитироваться после различных негативных психологических состояний.

Английская компания Oxford VR разработала установку для ослабления психических расстройств и страхов. В частности, система эффективна для преодоления страха высоты. Исследование показало более высокую эффективность терапии по сравнению с индивидуальной консультацией психотерапевта.

Двигательной и когнитивной реабилитацией, лечением расстройств, связанных со стрессом, тревогой, синдромом дефицита внимания и гиперактивности, занимается израильская медицинская компания XRHealth.

Разработанная ею платформа, по сути, является телемедицинским сервисом с функциями аналитики данных и дистанционного мониторинга. VR-гарнитура, которую пациенты используют, находясь дома, обеспечивает связь с виртуальным процедурным кабинетом с разнообразными лечебными программами. Кроме того, пациенты по телемедицинским каналам связываются с врачом, который оценивает их состояние, при необходимости корректирует план лечения и следит за результатами терапии. Разработка показала эффективность также в лечении черепно-мозговых травм, облечении симптомов болезни Паркинсона и в постковидной реабилитации.

Технологии виртуальной реальности перспективны в лечении детей с расстройствами аутического спектра и помогают им развивать жизненные и социальные навыки. Реабилитационные VR-программы для детей от компании Floreo Inc. представляют собой набор игр и специальных заданий, предусматривающих социальные взаимодействия, ситуационные тренинги и успокаивающие техники. Многие

VR-терапия,  
Oxford VR





программы основаны на полном погружении в виртуальную реальность, детям предлагаются сценарии из обычной жизни, такие как пересечение оживленного перекрестка, обеспечение мер безопасности и др.

Виртуальная реальность помогает расширить терапевтические возможности арт-терапии, что особенно актуально для людей

с ограниченными возможностями. Новые технологии позволяют поддерживать двигательную активность, участвуют в реабилитации пациентов с нейромоторными расстройствами и т. д. Возможности применения VR-инструментов поистине безграничны, как и сама виртуальная реальность.

▲ Устройство диагностики сотрясения мозга The EYE-SYNC

## Обучение и тренинг

Еще одна сфера применения виртуальной и дополненной реальности — медицинские образовательные программы. В сфере обучения VR/AR-технологии демонстрируют быстрый прогресс. Тренировочные сценарии разрабатываются с целью отработки клинических задач и навыков, что позволит врачу избежать ошибок в практической деятельности.

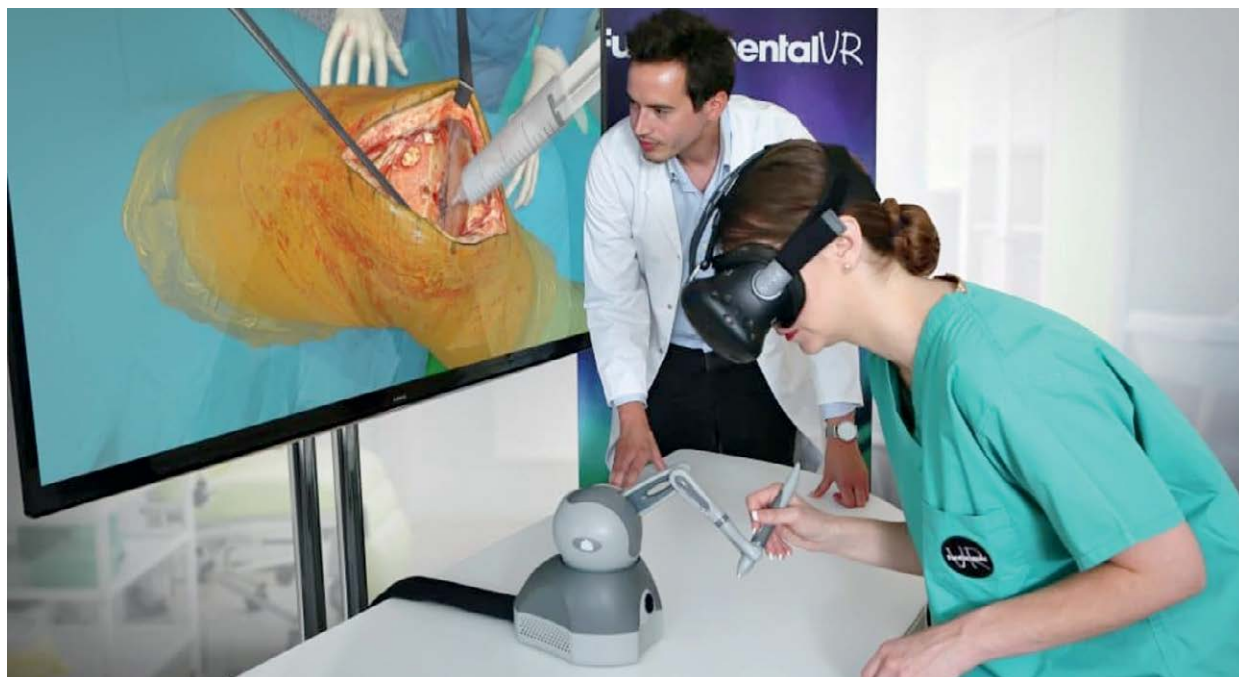
Основные задачи, которые удается решать с помощью технологий виртуальной и дополненной реальности:

- обнаружение диагностически значимых деталей;
- улучшение ориентации;
- трехмерное понимание анатомических структур и связанных с ними патологий;

- помощь начинающим врачам: отработка практических навыков, выполнение сложных задач, улучшение зрительно-пространственной ориентации.

Программа обучения BodyMap («карта тела»), разработанная американской компанией Medical Augmented Intelligence, предназначена для изучения детализированной иммерсивной модели человеческого тела. Студенты повышают свои знания об анатомии человека и отрабатывают хирургические навыки. Кроме того, компания разработала «цифрового двойника» человека: медицинские 2D-изображения менее чем за 30 секунд преобразуются в виртуальную модель. Такой подход не только способствует

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ VR/AR-ПРОГРАММЫ НЕ ТОЛЬКО СПОСОБСТВУЮТ ОБУЧЕНИЮ И ОТРАБОТКЕ КЛИНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ И НАВЫКОВ, НО И ВОВЛЕКАЮТ СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕСС ЛЕЧЕНИЯ**



▲  
VR-тренажер  
FundamentalVR

образовательному процессу, но и вовлекает студентов в процесс лечения.

Еще одна компания из США создала платформу виртуальной реальности для хирургического моделирования, которая при применении синхронизируется с виртуальными инструментами. Разработка Osso VR применяется для обучения проведению ортопедических операций, в том числе на позвоночнике. Студенты с помощью VR-технологии учатся использовать те инструменты, которые впоследствии они будут применять в настоящей операционной. Это им позволяет получить более реалистичный опыт и устраняет страх совершения ошибки. Платформа Osso VR была признана журналом Time в 2019 году одним из лучших изобретений. Планируется увеличить диапазон разработки и применять ее в образовательных программах по сердечно-сосудистой хирургии и урологии.

Английская компания FundamentalVR выпускает тактильные VR-тренажеры, с помощью

которых будущие хирурги практикуют и оттачивают свои навыки. Виртуальные модели настолько реалистичны, что дают врачам ощущение, будто они держат в руках настоящие хирургические инструменты. Эта разработка, по версии журнала также Time, признавалась лучшим изобретением в 2018 году.

Компания Microsoft (США) разработала мобильное приложение Holoanatomy — виртуальный курс по анатомии. С помощью специальных VR-очков студенты проходят цифровую учебную программу по анатомии, которая представляет собой визуализированную анатомическую структуру человеческого тела, системы органов, а также достаточно трудную для восприятия анатомию диафрагмы, нервной и кровеносной систем. Приложение устроено так, что студенты могут свободно перемещаться между голограммами и взаимодействовать с анатомическими изображениями.

VR-разработка англо-американской компании Oxford Medical Simulation обучает

**В РАМКАХ РОССИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТА «ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА»  
СОДЕРЖИТСЯ ДОРОЖНАЯ КАРТА РАЗВИТИЯ «ТЕХНОЛОГИИ  
ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ»**



медицинский персонал работе с пациентами с коронавирусной инфекцией. VR-гарнитура подключается к персональному компьютеру. Программа предлагает участникам пройти различные сценарии медицинской помощи пациентам, основанные на 100 реальных случаях из медицинской практики. Обучающая программа сосредоточена на проведении диагностики при физическом осмотре пациента и изучении истории болезни. Исследователи из Университета Дьюка (США) создали

гидродинамический VR-симулятор, моделирующий кровеносную систему. С его помощью можно рассмотреть движение отдельных клеток крови. Цель разработки — моделирование кровеносных сосудов у отдельных пациентов с использованием данных биомедицинской визуализации, помощь клиницистам в принятии решений о лечении, таких как установка стента. При необходимости VR-симулятор может моделировать кровоснабжение всего организма.

## Российские разработки технологий виртуальной и дополненной реальности в здравоохранении

В рамках национального проекта «Цифровая экономика» содержится дорожная карта развития «Технологии виртуальной и дополненной реальности». В ней содержится оценка потенциала российских разработчиков VR/AR-решений для здравоохранения. В документе говорится, что в Российской Федерации имеется достаточный технологический задел для внедрения технологий виртуальной и дополненной реальности. В нашей стране разрабатываются уникальные инструменты для реабилитации пациентов с повреждениями опорно-двигательного аппарата, восстановления после инсульта, диагностики глазных заболеваний и терапии фобий<sup>1</sup>.

В 2015 году по инициативе компаний-лидеров AR/VR-отрасли в России была создана

Ассоциация дополненной и виртуальной реальности (AVRA). По мнению специалистов ассоциации, в медицинской сфере в России VR/AR-технологии находятся на стадии разработки — как начальной, так и на этапе клинических исследований. Большая часть решений разрабатывается в сфере обучения (тренажеры, системы удаленного взаимодействия, визуализация процессов, диагнозов и манипуляций) и в сфере реабилитации<sup>2</sup>.

Уже прошел медицинскую регистрацию отечественный мультимедийный VR-комплекс для реабилитации «Девирта-Делфи». Пациента посредством VR-шлема и сенсорных датчиков погружают в виртуальное киберпространство. Устройство при этом обеспечивает биологическую обратную

Обучающая VR-платформа компании «Таргетта» (слева)

Комплекс «Девирта-Делфи» (справа)



<sup>1</sup> Дорожная карта развития «сквозной» цифровой технологии «Технологии виртуальной и дополненной реальности», 2019 г., Минцифры России, <https://digital.gov.ru/ru/documents/6654/>

<sup>2</sup> Медицина сквозь VR: кейсы, тренды и барьеры // <https://ict.moscow/news/vr-v-medicine>

## В МОСКВЕ СОЗДАНА ПРОГРАММА «УДАЛЕННЫЙ ПОМОЩНИК», ИНТЕГРИРОВАННАЯ В ЕМИАС. ВРАЧИ РЕЗЕРВНЫХ ГОСПИТАЛЕЙ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С COVID-19 ПРОВОДЯТ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИЕ КОНСУЛЬТАЦИИ С КОЛЛЕГАМИ

связь. Компьютерный аватар пациента повторяет движения человека в виртуальном мире, и создается видимость взаимодействия с окружающим пространством. Комплекс содержит четыре модуля: два блока с полным погружением — программа «Антиболь» и эрготерапия (восстановление бытовых навыков), а также блоки для восстановления движения крупных суставов и восстановления мелкой моторики<sup>3</sup>.

Учеными Института инновационного развития Самарского государственного медицинского университета разработаны два мультисенсорных тренажера. Один из них, система пассивной реабилитации ReviVR, предназначен для восстановления двигательной функции нижних конечностей и пространственного ориентирования. Пациент с помощью VR-очков погружается в виртуальный мир, где перемещается внутри виртуальных сцен, напоминающих сюжеты реальной жизни. Человек «видит» свои верхние и нижние конечности, а функциональные пневмоманжеты через давление на стопы имитируют разные уровни скорости ходьбы, что делает перемещение в виртуальном пространстве более реалистичным. Таким образом, ReviVR объединяет визуальное, тактильное и слуховое воздействия на восприятие пациента с нарушением двигательной функции, имитируя процесс ходьбы и способствуя восстановлению двигательных функций<sup>4</sup>.

Другая разработка того же института — тренажер активной реабилитации ReviMOTION. Он представляет собой компьютерную программу для восстановления функций опорно-двигательного аппарата, в основу которой легли упражнения лечебной физкультуры. Комплекс упражнений выполнен в игровой форме. Правильно выполняя движения, взрослый пациент или ребенок заставляет персонажа на экране двигаться. Встроенная информационно-аналитическая система помогает врачу вести пациента от сеанса к сеансу, а система оптического трекинга и аналитики движений отслеживает прогресс в реабилитации.

VR-метод реабилитации двигательных и вестибулярных функций на основе тактильной обратной связи разработан Центром национальной технологической инициативы Дальневосточного федерального университета (ДВФУ). Научные сотрудники центра совместно с Медицинским центром ДВФУ работают над доказательством эффективности данного метода для внедрения его в широкую практику. По мнению разработчиков, реабилитационный комплекс способствует снижению уровня инвалидизации пациентов и повышению трудовой и социальной адаптации. Его использование снижает время восстановления, а также время, проведенное в стационаре, более чем на 30 %<sup>5</sup>.

Компания thePSYCHO разработала обучающую хирургическую установку MedVR LAP

VR-симулятор  
NOE-VR (слева)

VR-симулятор  
MedVR LAP Expert  
(справа)





Эксперт на основе виртуальной реальности, симулирующую лапароскопическое вмешательство. При создании симулятора использовалась технология, с точностью определяющая движения тела человека, мелкую моторику пальцев. Обучаемый, надев очки виртуальной реальности, видит проекцию изображения человеческого тела и органов на экране монитора. Движения во время операции фиксирует система трекинга: хирург не только отрабатывает механику рук, но и получает обратную связь при взаимодействии с внутренними органами пациента<sup>6</sup>.

Первый в мире офтальмологический образовательный VR-симулятор с использованием технологий искусственного интеллекта разработала компания NOE, резидент Фонда «Сколково». На анатомически точную модель глазного яблока в виртуальной реальности «накладывают» любые болезни глаз в разных стадиях, и врачи-офтальмологи учатся их

диагностировать и лечить. Личный наставник на основе искусственного интеллекта следит за процессом и при необходимости подсказывает, что делать дальше. Симулятор содержит хирургический модуль, с помощью которого пользователь учится проводить операции<sup>7</sup>.

Компания «Сенсор-Тех», резидент Фонда «Сколково», разработала технологию виртуальной реальности SeeMyWorld, которая упрощает труд врачей-офтальмологов и педагогов, которые работают с людьми с нарушением зрения. Врачи-офтальмологи получают понимание, как пациент видит предметы в зависимости от диагноза. На изображение, получаемое в онлайн-режиме с камеры смартфона или компьютера, накладывается дефект, возникающий при глазных заболеваниях. Пользователь выбирает режим, и на экране появляются характерные симптомы. Программу можно использовать с помощью специального приложения или VR-шлема<sup>8</sup>.

▲ Виртуальная среда ATTILAN в формате космической станции

<sup>3</sup> «Девирта–Делфи» — комплекс аппаратно-программный мультимедийный для дистанционно-контролируемой реабилитации пациентов с использованием технологий виртуальной реальности // [https://www.istok-audio.com/catalog/product/virtualnaya\\_reabilitatsiya\\_devirta/](https://www.istok-audio.com/catalog/product/virtualnaya_reabilitatsiya_devirta/)

<sup>4</sup> REVIVR — тренажер для реабилитации после инсульта // <http://old.smuit.ru/projects/informacionnye-tehnologii-v-medicine/lechebnoe-oborudovanie-vertical-trenazher-rannej-vertikalizacii>

<sup>5</sup> Центр компетенций НТИ ДВФУ по VR/AR // <https://vrnti.ru/>

<sup>6</sup> Российская компания создала прототип хирургического VR-симулятора // <https://www.it-world.ru/it-news/tech/139854.html>

<sup>7</sup> NOE. Виртуальные тренажеры для врачей: от органов до аватаров // <https://noe-innovations.com/>

<sup>8</sup> See My World: посмотри на мир глазами людей с нарушениями зрения // <https://te-st.ru/2019/03/15/see-my-world-russian-tool/>

В компании «Моторика» создали VR-платформу ATTILAN, обучающую пациентов пользоваться протезами рук. Разработка объединяет мотивационные, игровые и соревновательные механики, за счет чего тренинг в виртуальной реальности становится более эффективным. Платформа реагирует на каждое действие пациента и обеспечивает обратную связь. Пользователь напрямую управляет виртуальным миром, используя свой протез в качестве обычного игрового контроллера<sup>9</sup>.

Еще один резидент «Сколково», компания «Крисаф» разработала тренажер для реабилитации людей, утративших способность двигаться после травм, операций или при детском церебральном параличе. Комплекс имитирует состояние человека в воде: пациент располагается в мягких манжетах, которые подвешены на десяти комбинированных исполнительных механизмах, включающих пневматическую

систему и сервопривод. Для более эффективной мотивации пациента погружают в игровую виртуальную 3D-среду. В виртуальном подводном мире человек занимается фотосъемкой и поиском сокровищ, участвует в соревнованиях, то есть имитируются плавание, ходьба, бег, прыжки, при этом задействуются все группы мышц. Установка помогает даже при полной потере мобильности. Росздравнадзор зарегистрировал разработку, и она была запущена в серийное производство тренажера<sup>10</sup>.

Кроме того, разрабатываются и проходят клинические испытания VR-системы для фармацевтических компаний, стоматологических клиник, гериатрических центров, сервисы для домашней реабилитации постинсультных состояний и многие другие. Технологии виртуальной и дополненной реальности имеют большие перспективы и активно разрабатываются в нашей стране.

Тренажер «Крисаф» с использованием VR-среды



## Технологии виртуальной и дополненной реальности в системе здравоохранения города Москвы

В Боткинской больнице Департамента здравоохранения города Москвы работает Медицинский симуляционный центр, в котором широко используются VR-технологии. Это уникальное учебное заведение создано по типу

многопрофильной виртуальной клиники на базе крупнейшего стационара столичного здравоохранения. Всего здесь функционируют 20 виртуальных отделений, в том числе хирургических. Благодаря модулям дополненной



реальности специалисты практического здравоохранения могут максимально полно погрузиться в процесс обучения с созданием трехмерных симуляций, в которых врачи оттачивают свои навыки<sup>11</sup>.

В Госпитале для ветеранов войн № 2 ДЗМ в гериатрических отделениях используются шлемы виртуальной реальности, которые способствуют повышению настроения у пожилых пациентов и расширяют их кругозор<sup>12</sup>.

В Московском научно-практическом центре медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины ДЗМ разрабатываются программы психологической оптимизации реабилитационного процесса посредством включения в них технологий виртуальной и дополненной реальности. В частности, тестируются технологии для реабилитации после инсультов, восстановительных тренировок, психологической коррекции болевого синдрома и др. Ведется индивидуальная работа с каждым пациентом.

В ГКБ № 40 в рамках пилотного проекта испытывается VR-система для удаленной координации действий медицинских работников. Медицинский работник надевает

«умные» очки, оснащенные видеокамерой и компактным экраном. Они соединены с другими гаджетами общей информационной средой. Медработник может из инфекционного бокса вести онлайн-трансляцию в «чистую зону». Врачи, находящиеся в «чистой зоне», имеют возможность удаленно давать ему рекомендации и необходимую информацию. Разработка снижает риск заражения врачей, уменьшает время, которое медики тратят на использование средств индивидуальной защиты, и позволяет помочь большему количеству пациентов<sup>13</sup>.

В Москве создана программа «Удаленный помощник», интегрированная в Единую медицинскую информационно-аналитическую систему. Врачи резервных госпиталей для лечения пациентов с COVID-19 проводят телемедицинские консилиумы с коллегами из других стационаров для выбора оптимальной тактики лечения пациентов со сложной клинической картиной. Программа работает с помощью интерактивной платформы и очков дополненной реальности, обеспечивающих удаленную коммуникацию между врачами в режиме реального времени<sup>14</sup>. **ММ**

▲ Медицинский симуляционный центр Боткинской больницы

<sup>9</sup> Виртуальная реабилитация в ATTILAN. Многопользовательская реабилитационная платформа в VR // <https://motorica.org/virtualnaya-reabilitaciya-v-attilan>

<sup>10</sup> КРИСАФ — аппаратно-программный комплекс для восстановительной терапии пациентов с нарушением двигательной функции // <https://krisaf.ru/>


<sup>11</sup> Учебно-аккредитационный центр — Медицинский симуляционный центр Боткинской больницы // <https://botkinmoscow.ru/obrazovanie/simcenter>

<sup>12</sup> В Госпитале для ветеранов войн № 2 за год работы гериатрических отделений пролечено порядка 3,5 тысяч пожилых москвичей // <http://gvv2.ru/about/advert/3156/>

<sup>13</sup> «ЛАНИТ-Интеграция» внедряет в московских клиниках систему для снижения риска заражения врачей коронавирусом // [https://www.vedomosti.ru/press\\_releases/2020/04/13/lanit-integratsiya-vnedryaet-v-moskovskih-klinikah-sistemu-dlya-snizheniya-riska-zarazheniya-vrachei-koronavirusom](https://www.vedomosti.ru/press_releases/2020/04/13/lanit-integratsiya-vnedryaet-v-moskovskih-klinikah-sistemu-dlya-snizheniya-riska-zarazheniya-vrachei-koronavirusom)

<sup>14</sup> Денис Проценко проводит консультации с врачами с помощью дополненной реальности // <https://mosgorzdrav.ru/ru-RU/news/default/card/4916.html>

# 5G в здравоохранении

 А. В. Шалагинов

 ФГБОУВО «Московский технический университет связи и информатики»

*Медицину будущего невозможно представить без технологий 5G. Сети пятого поколения уже сейчас тестируются в операционных, начинают использоваться для удаленного мониторинга состояния здоровья и диагностики, применяются для борьбы с коронавирусом и в образовательных целях.*

## Из истории развития технологий мобильной связи

С помощью технологии 5G системы здравоохранения смогут значительно расширить охват населения услугами телемедицины.

Многие задаются вопросом: зачем нужны новые сети 5G, если даже 3G еще не везде есть. Поэтому вначале поясним, чем нынешние сети 5G (а также будущие 6G) отличаются от сетей предыдущих поколений.

1. Сети сотовой связи первого поколения (1G) появились в начале 90-х годов и могли обеспечить только аналоговую телефонную связь, были ненадежны и дороги.
2. Пришедшие им на смену цифровые сети 2G могли обеспечить кроме услуг телефонной связи еще и услугу передачи текстовых коротких сообщений (SMS). Доступ к интернету (медленный и ненадежный) был возможен при помощи разных ухищрений с занятием телефонного канала.
3. Сети третьего поколения 3G обеспечивали быстрый (или как говорят связисты, широкополосный) доступ к интернету

- без занятия телефонного канала. Однако голосовые услуги связи (возможность позвонить) эти сети сами по себе не обеспечивали, и для телефонных звонков все равно нужно было использовать сети 2G.
4. Сети четвертого поколения 4G (LTE) обеспечивали еще более быстрый доступ в интернет, а телефонный вызов был возможен без сети 2G. Сейчас некоторые операторы начали отключать сети 2G, чтобы не поддерживать несколько сетей и побуждать абонентов переходить с кнопочных телефонов на смартфоны с поддержкой сетей 3/4/5G.
- Таким образом, последовательное развитие поколений технологий сотовой связи выразилось прежде всего в расширении спектра доступных пользователю услуг. Однако в сети 5G это расширение возможных услуг несравнимо с предыдущими поколениями.

**ОСНОВНОЕ ПРЕИМУЩЕСТВО СЕТЕЙ 5G СОСТОИТ НЕ В СКОРОСТИ ДОСТУПА, А В ТОМ, ЧТО ОНИ ПРЕДСТАВЛЯЮТ СОБОЙ ЕДИНУЮ ЦИФРОВУЮ ПЛАТФОРМУ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ УСЛУГ И ФУНКЦИЙ, ВКЛЮЧАЯ МЕДИЦИНСКИЕ**



## Усовершенствованный мобильный широкополосный доступ (eMBB)



Рис. 1. | Три главные группы функций 5G.

Основное преимущество сетей 5G состоит не в скорости доступа, как многие считают, хотя сети 5G могут работать быстрее в десятки и сотни раз. Сети 5G представляют собой единую цифровую платформу для самых разнообразных услуг и функций, включая медицинские, и служат основой для цифровой трансформации всех отраслей экономики.

Здесь речь идет уже не о конечном наборе услуг, а о новых возможностях для развития. Функционал, доступный в сети 5G, невозможно полноценно реализовать в сетях предыдущих поколений. И эти возможности обусловлены не только и не столько высокой скоростью.

## Три главных преимущества и три группы функций 5G

Можно выделить три главные функциональные группы услуг 5G, их примеры (далеко не все) показаны на рисунке 1.

**Усовершенствованный мобильный широкополосный доступ** к интернету обуславливает высокую скорость в сети 5G. Здесь

доступны видео высокой четкости 4К/8К с возможностью объемного изображения, эффектом визуального «присутствия», дополненной/виртуальной реальности и прочих привлекательных свойств, что очень важно в т. ч. и в медицине. Например, в медицинских учебных заведениях студенты смогут изучать анатомию и обрабатывать приемы лечения с помощью средств виртуальной реальности, и это даст им гораздо более глубокие знания о строении тела человека и протекающих в организме процессах.

**Массивные межмашинные коммуникации,** или, как их принято называть, интернет вещей IoT (Internet of Things), — это целая группа

технологий, не обязательно скоростных, часть из них работает на совсем небольшой скорости. IoT обеспечивает обмен информацией между различными устройствами: датчиками, сенсорами, исполнительными механизмами без участия человека. Таких устройств уже сейчас подключено к сети Интернет несколько десятков миллиардов. Конечно, эта информация в конечном счете идет на пользу людям, но ее генерация, обработка и анализ производятся без или с минимальным участием людей. Это большой пласт технологий, которые сделали реальностью такие концепции, как «Умный дом», «Умный город» и «Умное здравоохранение» (рис. 2).

► Обучение студентов-медиков с использованием виртуальной и дополненной реальности



► Медицинский робот-хирург





Рис. 2. | Датчики интернета вещей в приложении удаленного здравоохранения.

**Сверхнадежные коммуникации с низкой задержкой.** Надежность — это важно, особенно в медицине, где получение и доставка информации должны осуществляться с высокой надежностью, точностью и достоверностью. Но почему так важна низкая задержка при передаче данных? Уже сейчас используются хирургические коллаборативные роботы типа da Vinci. Пока ими манипулирует хирург, находящийся рядом с операционным столом. Если такие роботы будут управляться удаленно, а именно в этом их цель, то низкая задержка при передаче сигналов по Сети становится

весьма критичным фактором. Задержка в движении медицинского инструмента в несколько десятков миллисекунд может стоить пациенту жизни. Сети связи предыдущих поколений не могли обеспечить задержку передачи менее 20–50 миллисекунд, а сети 5G способны снизить ее до уровня микросекунд.

Однако еще большее преимущество сетей 5G состоит в том, что они могут обеспечить синергию и многократное использование одного и того же функционала в различных областях применения. Например, видеонаблюдение и компьютерное зрение на базе

**СЕТЬ 5G ПОВЫШАЕТ ТОЧНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ С ПОМОЩЬЮ РОБОТА-ХИРУРГА, ОБЕСПЕЧИВАЯ НИЗКУЮ ЗАДЕРЖКУ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛОВ УПРАВЛЕНИЯ. ЭТО ПОЗВОЛЯЕТ ПРОВОДИТЬ МАНИПУЛЯЦИИ УДАЛЕННО**

## Единая инфраструктура сети 5G

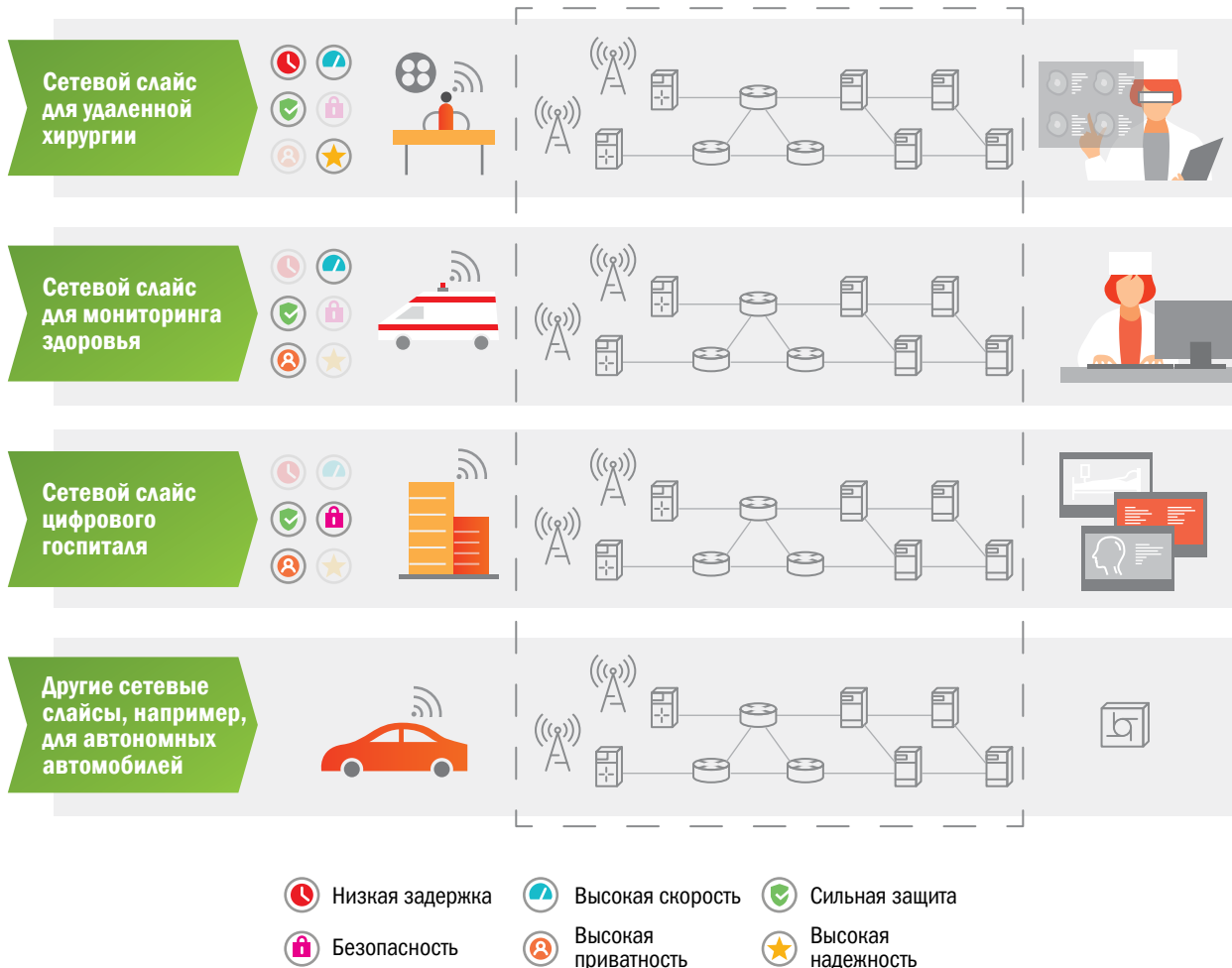


Рис. 3. | Сетевые слайсы для различных функций и приложений в единой инфраструктуре сети 5G.

искусственного интеллекта могут быть с успехом использованы как в видеонаблюдении, системах безопасности и охране труда, так и в медицинской сфере.

Искусственный интеллект с компьютерным зрением может зачастую быстрее определить, например, наличие первых признаков злокачественной опухоли или малозаметных дефектов на сетчатке глаза на медицинских изображениях, нежели самый опытный доктор. А ведь раннее распознавание симптомов — залог успешного лечения. Платформа компьютерного зрения с искусственным

интеллектом — одна и та же в системах безопасности, в производственной сфере и в медицине.

Инфраструктура сети 5G может быть разбита на слои, «слайсы» (network slicing), и управлять их функционалом можно совершенно независимо друг от друга, хотя физическая основа всех слайсов — одна и та же. Раздельное управление сетевыми слайсами — одно из ключевых отличий 5G от предыдущих поколений (рис. 3).



## Примеры применения 5G в медицине

Корейский оператор SK Telecom и компания Omron Electronics Korea создали автономный, подключенный к сети 5G для систематической и эффективной помощи по защите от коронавируса.

Робот оснащен искусственным интеллектом и датчиками интернета вещей и является автономным транспортным средством. Он может автоматически и дистанционно измерять температуру людей, входящих в помещение, проводить дезинфекцию помещений, распознавать людей без масок, а также места скопления людей, не соблюдающих социальную дистанцию.

Оператор Ooredoo Qatar предоставляет услуги по удаленной оценке состояния пациента и ультразвуковой процедуры в машине скорой помощи, подключенной к сети 5G, с использованием специальной тактильной перчатки, которой врач управляет

дистанционно с помощью специально разработанного джойстика. Сеть 5G Ooredoo позволяет отправлять собранную информацию врачу, где бы он ни находился, чтобы затем он мог предложить диагностику и рекомендации по лечению без физического контакта пациента с врачом.

Университетские больницы Бирмингема NHS Foundation Trust (UHB), Великобритания, продемонстрировали аналогичный проект по удаленной диагностике в машине скорой помощи, подключенной к сети 5G оператора British Telecom (BT). В проекте используется дополненная и виртуальная реальность (AR/VR) и робототехника, при помощи которых производится удаленная диагностика и коммуникация врачей с хирургами или консультантами в режиме онлайн. Надев гарнитуру AR/VR, врач может наблюдать, находясь в больнице,

Благодаря сервисам 5G врач может проводить УЗИ, находясь на расстоянии тысяч километров от пациента. При этом он получает всю информацию, вплоть до тактильной.



Робот 5G, предоставляющий услуги по профилактике коронавируса

**ТЕХНОЛОГИЯ 5G УЛУЧШИТ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБУЧЕНИЕ ВРАЧЕЙ:**  
НОВЫЕ ТАКТИЛЬНЫЕ И ВИЗУАЛЬНЫЕ СЕРВИСЫ 5G ПОМОГУТ ПОЛУЧИТЬ БОЛЬШЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ

## В БОТКИНСКОЙ БОЛЬНИЦЕ УЖЕ ПРИМЕНЯЮТСЯ ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ МЕДИЦИНЫ, КОТОРЫЕ ПЛАНИРУЕТСЯ ПОЛНОЦЕННО ИСПОЛЬЗОВАТЬ В ИНФРАСТРУКТУРЕ СЕТИ 5G

Сеть 5G может преобразовать и улучшить критически важные компоненты здравоохранения, что особенно актуально в период пандемии.

то, что фельдшер видит в машине скорой помощи. Затем с помощью джойстика он может удаленно направлять фельдшера для выполнения любых необходимых сканирований при помощи «тактильной перчатки», которую носит фельдшер, а также снимать крупным планом раны и травмы пациента. Перчатка создает небольшие вибрации, которые направляют руку фельдшера туда, куда врач хочет переместить, например, датчик УЗИ.

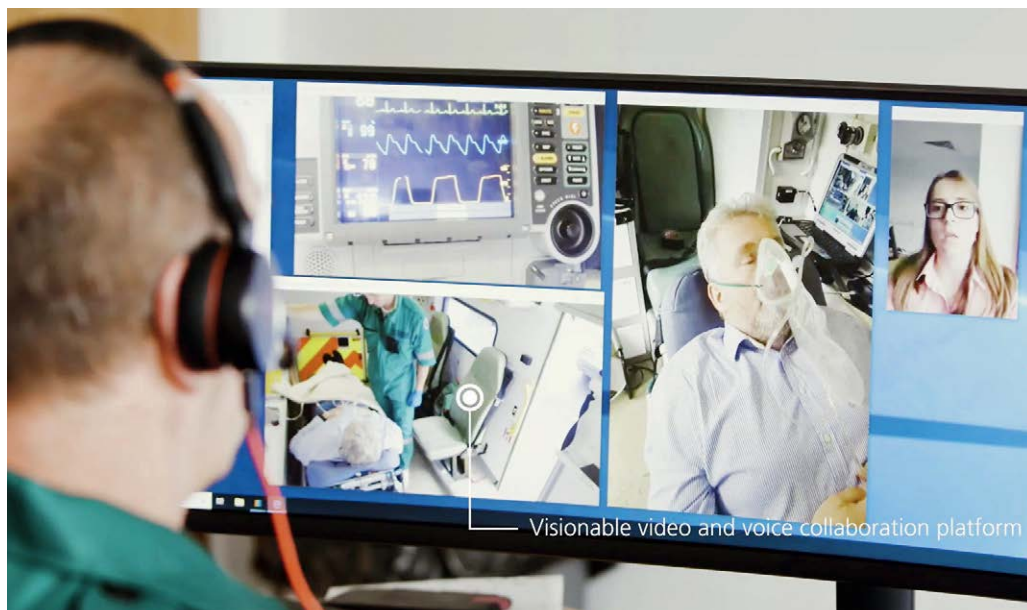
Кроме того, в машине скорой помощи есть камера, которая в высоком разрешении передает вид внутри машины скорой помощи, включая фельдшера и пациента. Вместе с данными УЗИ врач может просматривать показания медицинских приборов в режиме реального времени через гарнитуру дополненной реальности.

Ирландский оператор Vodafone Ireland и Университетский колледж UCC (University College Cork) основали учебный центр для специалистов по удаленной хирургии при помощи тактильных роботов, подключенных через сеть 5G.

Такие роботы удаленной хирургии позволяют делать операции без транспортировки пациента к месту работы квалифицированного хирурга, который может сделать сложную операцию удаленно. Сеть 5G при этом обеспечивает низкую задержку передачи сигналов управления исполнительными механизмами робота, таким образом повышается точность проведения операций.

Медицинский центр университета Rush University в Чикаго (США) в 2019 году стал первым госпиталем в США, внедрившим услуги 5G с помощью оператора AT&T для улучшения лечения, повышения качества обслуживания и эффективности работы персонала. Медицинский центр считает, что услуги 5G улучшат профессиональное обучение врачей. На лекциях студенты-медики обычно получают только 10 % необходимой им для практической работы информации, однако новые тактильные и визуальные сервисы 5G помогут получить больше практических знаний.

► Наблюдение за пациентом, анализ показаний, проведение удаленного консилиума и консультация медперсонала в машине скорой помощи





Профессор Барри О'Рейли (Barry O'Reilly), директор Университетского колледжа УСС, и Энн О'Лири (Anne O'Leary), директор Vodafone Ireland, демонстрируют установку 5G по управлению роботами удаленной хирургии в учебном центре УСС

## Российские проекты 5G для медицины

Наша страна в целом не отстает от остального мира в тестировании технологий 5G в медицине.

В Боткинской больнице в Москве в декабре 2021 года открылся первый в России полигон для тестирования медицинских услуг сетей связи 5G. Он предназначен для проведения прикладных исследований, испытаний прототипов и опытных образцов инновационных медицинских решений и услуг. В Боткинской больнице уже применяются навигационные системы, высокоточные нейрохирургические микроскопы, технологии 3D-моделирования в травматологии и ортопедии, искусственный интеллект, используется робот-хирург da Vinci и другие инновационные разработки в области медицины, которые планируется полноценно использовать в инфраструктуре сети 5G.

Департамент информационных технологий города Москвы и оператор «МегаФон» представили инновационные решения удаленного УЗИ и генетического секвенирования в сетях 5G<sup>1</sup>. Были продемонстрированы возможности сети 5G для удаленной диагностики заболеваний. При помощи «роботизированной руки» для УЗИ, управляемой врачом дистанционно, проводилось сканирование области диаметром 800 мм, точность позиционирования составляла  $\pm 0,1$  мм. Робот способен передавать специалисту все виды информации, включая тактильную, при этом доктор и пациент могли общаться с помощью HD-видео.

В клинике GMS в Москве в ноябре 2019 года в России были проведены первые хирургические операции, а также удаленный консилиум с использованием сети 5G оператора «Билайн». В режиме реального времени была

Москва является единственным городом в Российской Федерации, где находится доступная для частного использования сеть 5G.

<sup>1</sup> Телемедицина в 5G: «МегаФон» представляет цифровые решения в области здравоохранения. — интернет-страница «МегаФон». // [https://corp.megafon.ru/press/news/federalnye\\_novosti/20180730-1636.html](https://corp.megafon.ru/press/news/federalnye_novosti/20180730-1636.html)



▲  
Роботизированная  
рука 5G для уда-  
ленного исследова-  
ния УЗИ

проведена удаленная операция по извлечению NFC-чипа, вживленного в руку Джорджа Хелда, вице-президента по развитию цифрового бизнеса. Чип устанавливали в 2015 году, он морально устарел и требовал замены. У одного из пациентов клиники GMS в Москве проводилась операция по удалению раковой опухоли с использованием лапароскопа с камерой высокой четкости (4K), подключенного к сети 5G, анестезиологического пульта, нескольких камер и мультимедийной «белой доски». Этот комплекс оборудования использовался для экспертного консилиума и выработки рекомендаций непосредственно в процессе операции. Видео в высоком качестве транслировалось из нескольких точек одновременно: центра Сколково, операционного зала клиники GMS в Москве, экспертно-консультативного центра РОЭХ на базе больницы Центросоюза РФ в Москве и Рязанского медицинского университета.

Подводя итог этого краткого обзора возможностей 5G в медицине, можно сказать, что, конечно, сама по себе технология 5G

не лечит, например, болезнь Альцгеймера, остеопороз или артрит. Однако сервисы 5G существенно расширяют возможности врача по предотвращению и профилактике заболеваний на самых начальных этапах или помогают преодолеть критические ситуации.

Такие возможности, как «тактильный интернет», виртуальная реальность и другие, которые не были доступны в сетях предыдущих поколений, открывают новые возможности для практической хирургии, обучения и повышения квалификации медработников. Использование искусственного интеллекта, который также является частью функционала сетей 5G, дает возможность повысить точность диагноза, а также расширить горизонты исследований. Например, при помощи искусственного интеллекта была выявлена корреляция между концентрацией некоторых вирусов и вероятностью возникновения болезни Альцгеймера. Еще нет стопроцентной уверенности, что это именно так, но гипотеза стала возможной благодаря высоким технологиям, в т. ч. и 5G. **ММ**

ieeexplore.ieee.org

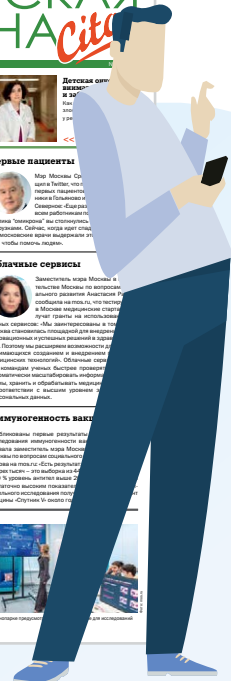
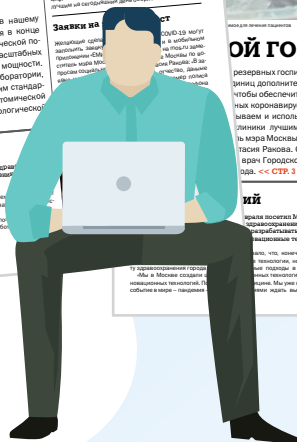


**САМА ПО СЕБЕ ТЕХНОЛОГИЯ 5G НЕ ЛЕЧИТ. ОДНАКО СЕРВИСЫ 5G СУЩЕСТВЕННО РАСШИРЯЮТ ВОЗМОЖНОСТИ МЕДИЦИНЫ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ И ПРОФИЛАКТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ**



НИИ  
ОРГАНИЗАЦИИ  
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
И МЕДИЦИНСКОГО  
МЕНЕДЖМЕНТА

# Еженедельная газета о столичном здравоохранении



МЫ ИНФОРМИРУЕМ О ВАЖНЫХ СОБЫТИЯХ МОСКОВСКОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И СОЗДАЕМ МОДУ НА ЗДОРОВЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ»





ДЕПАРТАМЕНТ  
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
ГОРОДА МОСКВЫ



НИИ  
ОРГАНИЗАЦИИ  
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
И МЕДИЦИНСКОГО  
МЕНЕДЖМЕНТА