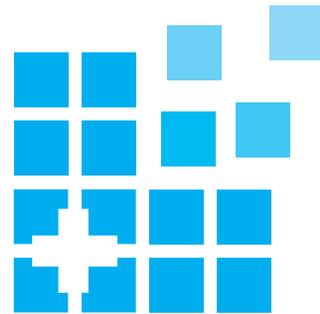


# Врач

и информационные  
ТЕХНОЛОГИИ



Научно-  
практический  
журнал

№3  
2017



# Врач

и информационные  
ТЕХНОЛОГИИ

ISSN 1811-0193



9 771811 019000 >

## Продолжается подписка на журнал «Врач и информационные технологии» на 2017 год



Периодичность – 4 выпуска в год

### КАК ПОДПИСАТЬСЯ НА ЖУРНАЛ\*

#### В почтовом отделении:

Каталог «Газеты и журналы» агентства «Роспечать»:

Подписной индекс: **82615** на полугодие  
**20103** на год

#### Альтернативные агентства, принимающие подписку на журнал «Врач и информационные технологии»:

ООО «Агентство «Урал-Пресс»

<http://www.ural-press.ru/>, тел. (495) 789-86-36

ЗАО «ПРЕССИНФОРМ»

[www.presskiosk.ru](http://www.presskiosk.ru), тел. 8 (812) 335-97-48

### Подписка на электронную версию журнала:

Для физических лиц открыта подписка через редакцию на электронную версию журнала в формате PDF (точная копия бумажной версии журнала).

**Стоимость годовой подписки на 2017 г. – 1400 рублей.**

После оплаты просьба прислать на нашу электронную почту [idmz@mednet.ru](mailto:idmz@mednet.ru) копию квитанции об оплате.

#### Реквизиты для оплаты подписки:

Получатель: ООО Издательский Дом «Менеджер Здравоохранения»  
ИНН 7715376090 КПП 771501001 ПАО «Сбербанк», г. Москва  
р/с 40702810638050105256 к/с 30101810400000000225 БИК 044525225

#### Уважаемые читатели!

Просим Вас сообщать в редакцию о всех случаях задержки в получении журналов Издательского дома «Менеджер здравоохранения» при подписке через агентства альтернативной подписки по телефону (495) 618-07-92, или по электронной почте на адрес: [idmz@mednet.ru](mailto:idmz@mednet.ru).

#### \*Уважаемые подписчики!

С 2017 г. прекращается подписка на журналы «Менеджер здравоохранения» и «Врач и информационные технологии» через редакцию.

Для подписки на эти журналы просим обращаться в агентство Роспечать или альтернативные агентства.

### **Уважаемые читатели!**

Мне выпала честь представить очередной тематический выпуск журнала, подготовленного из научных статей ведущих российских специалистов в области информатизации здравоохранения в преддверии ежегодного Международного конгресса «Информационные технологии в медицине» (Москва, 12-13 октября 2017 г.).

Время выхода журнала и проведения конгресса совпало с граничным этапом развития информационных медицинских систем, которые в самое ближайшее время призваны трансформироваться из среды обеспечения медицинской помощи и охраны здоровья в полноценный инструмент их реализации.

Особенностью данного этапа является настоятельная потребность в использовании гибких подходов, позволяющих одновременно развиваться сразу в трех взаимосвязанных направлениях:

- завершение создания отраслевой информационной инфраструктуры сбора и обработки медицинской и сопутствующей информации;
- внедрение передовых решений в области аналитики и автоматизации формальных процедур, позволяющих использовать уже накопленные данные и получать осязаемый практический эффект;
- развитие перспективных интеллектуальных систем для опережающего формирования персонифицированной модели здравоохранения нового типа.

В журнале представлены результаты исследований по всем трем направлениям, которые, надеемся, вызовут интерес специалистов.

*CEO Международного конгресса  
«Информационные технологии в медицине»,  
к.э.н. Юрий Мухин.*

**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:**

Стародубов В.И., академик РАН, профессор

**ШЕФ-РЕДАКТОР:**

Куракова Н.Г., д.б.н., главный специалист ФГБУ ЦНИИОИЗ

Министерства здравоохранения РФ

**ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:**

Зарубина Т.В., д.м.н., профессор, заведующая кафедрой медицинской кибернетики и информатики Российского ГМУ

Столбов А.П., д.т.н., профессор кафедры организации здравоохранения, медицинской статистики и информатики факультета повышения профессионального образования врачей Первого Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова

**ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР:**

Гусев А.В., к.т.н., заместитель директора по развитию, компания «Комплексные медицинские информационные системы»

## ЦИФРОВОЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЕ

*О.Э. Карпов, С.А. Субботин, Д.В. Шишканов, М.Н. Замятин*

**Цифровое здравоохранение. Необходимость и предпосылки**

6-22

*Ю.Ю. Мухин, К.Ю. Мухин*

**Реинжиниринг общественного здравоохранения, основанный на персонализированной модели, гибридных проектных подходах и методах искусственного интеллекта**

23-38

## РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОЕКТЫ ИНФОРМАТИЗАЦИИ

*И.М. Дементьев, А.Н. Гуров*

**Применение программного комплекса для паспортизации травматологических центров и контроля качества лечения пациентов, пострадавших при дорожно-транспортных происшествиях в Московской области**

39-45

*А.А. Кошкарлов, Д.В. Пеннер, А.Б. Семенов, А.А. Халафян*

**Метод онлайн медико-экономического контроля льготного лекарственного обеспечения (на примере Краснодарского края)**

46-54

## ИТ И ЭКОНОМИКА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

*А.Ю. Посев*

**Функциональные требования к информационной системе управления качеством оказания медицинской помощи**

55-60

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ

*А.Г. Санников, А.С. Скудных, А.Г. Немков,  
А.П. Ястремский, С.Д. Захаров, А.П. Вохминцев,  
В.Д. Дергачева, А.С. Парахин, К.А. Сартин*

**Портретный метод как технология разработки экспертных систем для диагностики и дифференциальной диагностики в клинической практике**

61-66

Включен в перечень ВАК ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендуемых для опубликования основных научных результатов диссертации на соискание ученой степени кандидата и доктора наук.

Читатели могут принять участие в обсуждении статей, опубликованных в журнале «Врач и информационные технологии», и направить актуальные вопросы на горячую линию редакции.

Журнал зарегистрирован Министерством Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций. Товарный знак и название «Врач и информационные технологии» являются исключительной собственностью ООО Издательский дом «Менеджер здравоохранения». Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных и прочих сведений, а также за то, что в материалах не содержится данных, не подлежащих открытой публикации. Материалы рецензируются редакционной коллегией. Мнение редакции может не совпадать с мнением автора. Перепечатка текстов без разрешения журнала «Врач и информационные технологии» запрещена. При цитировании материалов ссылка на журнал обязательна.

За содержание рекламы ответственность несет рекламодатель.

Учредитель — ООО Издательский дом «Менеджер здравоохранения»  
Издатель — ООО Издательский дом «Менеджер здравоохранения»

**Адрес издателя и редакции:**  
127254, г. Москва, ул. Добролюбова, д. 11  
idmz@mednet.ru, (495) 618-07-92

**Главный редактор:**  
академик РАН, профессор  
В.И. Стародубов, idmz@mednet.ru

**Зам. главного редактора:**  
д.м.н. Т.В. Зарубина, t\_zarubina@mail.ru  
д.т.н. А.П. Столбов, stolbov@mcrarn.ru

**Ответственный редактор:**  
к.т.н. А.В. Гусев, agusev@kms.ru

**Шеф-редактор:**  
д.б.н. Н.Г. Куракова, kurakov.s@relcom.ru

**Директор отдела распространения и развития:**  
к.б.н. Л.А. Цветкова  
(495) 618-07-92  
idmz@mednet.ru, idmz@yandex.ru

**Автор дизайн-макета:**  
А.Д. Пугаченко

**Компьютерная верстка и дизайн:**  
ООО «Допечатные технологии»

**Литературный редактор:**  
С.В. Борисенко

**Подписные индексы:**  
Каталог агентства «Роспечать» — **82615**

Отпечатано в ООО  
«Красногорская типография»:  
143405, Московская обл.,  
Красногорский р-н, г. Красногорск,  
Коммунальный кв-л, д. 2  
Тел. (495) 562-04-33

Дата выхода в свет 01 октября 2017 г.  
Общий тираж 2000 экз. Цена свободная.

© ООО Издательский дом  
«Менеджер здравоохранения»

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

Гулиев Я.И., к.т.н, директор Исследовательского центра медицинской информатики Института программных систем РАН  
Деттерева М.И., директор ГУЗВО «МИАЦ», г. Владимир  
Емелин И.В., к.ф. м.н., заместитель директора Главного научно-исследовательского вычислительного центра Медицинского центра Управления делами Президента Российской Федерации  
Зингерман Б.В., заведующий отделом компьютеризации Гематологического научного центра РАМН  
Кобринский Б.А., д.м.н., профессор, руководитель Медицинского центра новых информационных технологий МНИИ педиатрии и детской хирургии МЗ РФ  
Красильников И.А., д.м.н., заведующий кафедрой информатики и управления в медицинских системах Санкт-Петербургской медицинской академии последипломного образования  
Кузнецов П.П., д.м.н., профессор кафедры управления и экономики здравоохранения Высшей школы экономики, главный редактор Портала РАМН, г. Москва, Россия  
Шифрин М.А., к.ф. м.н., руководитель медико-математической лаборатории НИИ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко  
Цветкова Л.А., к.б.н., завсектором отделения научно-информационного обслуживания РАН и регионов России ВИНТИ РАН

67-75

*Д.Б. Егоров, А.Г. Санников, С.Д. Захаров,  
Д.В. Шваб, Р.И. Валеев*

**Анализ и прогнозирование общественно опасных действий психически больных современными математическими методами**

*А.П. Столбов*

**Обезличивание персональных данных в здравоохранении**

76-91

**ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ**

*А.В. Гусев*

**Перспективы нейронных сетей и глубокого машинного обучения в создании решений для здравоохранения**

92-105

**ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ**

*А.В. Дубровин, А.А. Кошкарлов*

**От PACS к телерадиологии**

106-111

**ТЕЛЕМЕДИЦИНА**

*Д.Н. Борисов, В.В. Иванов*

**Организационная телемедицина**

112-120

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ РАБОТНИКОВ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ**

*В.Г. Кудрина, Т.В. Андреева, С.Г. Комаров,  
П.С. Экажева*

**Информационные ориентиры для развития системы целевой подготовки медицинских работников**

121-127



# Physicians and IT

**№3  
2017**

*Мы видим свою ответственность  
в том, чтобы Ваши статьи заняли  
достойное место в общемировом  
публикационном потоке...*

## DIGITAL HEALTHCARE



*O.E. Karpov, S.A. Subbotin, D.V. Shishkanov, M.N. Zamyatin*

**Digital public health. Necessity and background**

6-22

*Yu.Yu Mukhin., K.Yu. Mukhin*



**Reengineering of public health system, based  
on a person-centered model, hybrid project management  
approaches and methods of artificial intelligence**

23-38

## REGIONAL INFORMATIZATION PROJECTS

*I.M. Dementiev, A.N. Gurov*



**Application of a software package for the certification  
of trauma centers and quality control of treatment  
of patients affected by road traffic accidents in the  
Moscow Region**

39-45



*A.A. Koshkarov, D.V. Penner, A.B. Semenov, A.A. Khalaphyan*

**Online method medical-economic control  
of prescriptions for preferential drug provision**

46-54

## IT AND HEALTHCARE ECONOMICS

*A.Y. Losev*



**Functional requirements for healthcare quality  
information system**

55-60

## INTELLIGENCE ANALYSIS IN HEALTHCARE

*A.G. Sannikov, A.S. Skudnykh, A.G. Nemkov,  
A.P. Yastremsky, S.D. Zakharov, A.P. Vokhmintsev,  
V.D. Dergacheva, A.S. Parakhin, K.A. Sartin*



**Portrait method as technology for development  
of decision making systems for diagnostics  
and differential diagnostics in clinical practice**

61-66

Журнал входит в топ-5 по импакт-фактору  
Российского индекса научного  
цитирования журналов по медицине  
и здравоохранению

67-75

*D.B. Egorov, A.G. Sannikov, S.D. Zakharov,  
D.V. Shvab, R.I. Valeev*

**Analysis and forecasting of socially dangerous acts  
committed by psychiatric patients by dint  
of modern mathematical methods**

76-91

*A.P. Stolbov*

**De-identification of Personal data in Health care**

92-105

**ARTIFICIAL INTELLIGENCE  
IN HEALTHCARE**

*A.V. Gusev*

**Prospects for neural networks and deep machine  
learning in creating health solutions**

106-111

**DIAGNOSTIC SYSTEMS**

*A.V. Dubrovin, A.A. Koshkarov*

**From PACS to teleradiology**

112-120

**TELEMEDICINE**

*D.N. Borisov, V.V. Ivanov*

**Organizational telemedicine**

121-127

**INFORMATION TECHNOLOGY  
IN THE EDUCATION OF HEALTH WORKERS**

*V.G. Kudrina, T.V. Andreeva,  
S.G. Komarov, P.S. Ekazheva*

**Information guidance for the development  
of targeted training of medical specialists**



**О.Э. КАРПОВ,**

член-корр. РАН, д.м.н., профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медико-хирургический Центр имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

**С.А. СУББОТИН,**

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медико-хирургический Центр имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

**Д.В. ШИШКАНОВ,**

к.ф.-м.н., Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медико-хирургический Центр имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

**М.Н. ЗАМЯТИН,**

д.м.н., профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медико-хирургический Центр имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

## ЦИФРОВОЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЕ. НЕОБХОДИМОСТЬ И ПРЕДПОСЫЛКИ

**УДК 614.21**

*Карпов О.Э., Субботин С.А., Шишканов Д.В., Замятин М.Н. Цифровое здравоохранение. Необходимость и предпосылки (Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медико-хирургический Центр имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия)*

**Аннотация.** В России в настоящее время реализуется сразу несколько программ и проектов по применению информационных технологий в сфере здравоохранения. Принят специальный федеральный закон от 29.07.2017 г. № 242-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья». Авторами рассматриваются предпосылки для такой активности государственного звена управления, ее поддержание со стороны рыночных сил. В статье показан приоритет и необходимость использования единого понятийного аппарата цифровой трансформации здравоохранения и экономики в целом, целесообразность использования проектного подхода к внедрению положений 242-ФЗ.

**Ключевые слова:** цифровая экономика, цифровая трансформация здравоохранения, информационные технологии, Единая государственная система в сфере здравоохранения, цифровая медицина.

**UDC 614.21**

*Karpov O.E., Subbotin S.A., Shishkanov D.V., Zamyatin M.N. Digital public health. Necessity and background (Pirogov National Medical & Surgical Center, Moscow, Russia)*

**Abstract.** There are a number of ongoing state programs and projects in digital health, moreover an ad hoc federal law No. 242-FZ "On Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation on the Application of Information Technologies in the Sphere of Health Protection" was recently adopted. Authors consider the background for such activity of government bodies, its maintenance by market forces. The article demonstrates priority and necessity of the only conceptual core for public health digital transformation as well as the economy at the whole. Project approach benefits to the new law implementation are pointed out.

**Keywords:** digital economy, public health digital transformation, information technologies, Unified state public health system, e-health.



## ВВЕДЕНИЕ

**С**оздание действительно современной системы здравоохранения, которая соответствовала бы самым высоким мировым стандартам, предполагает повышение и качества, и доступности медицинской помощи, что в условиях напряженной финансовой ситуации, большой территории, ограниченных ресурсах и изменении демографической ситуации требует новых технологических решений. Большинство развитых стран мира, как и Россия, видят выход только в дальнейшей технологизации всех процессов оказания медицинской помощи. В современных условиях доминирования информационных технологий (ИТ) целевые состояния отрасли называются «цифровая медицина» и «цифровое здравоохранение» [1].

Предпосылки цифровой трансформации здравоохранения очевидны:

- научно-технический прогресс – достижения в развитии науки и технологий в медицине, молекулярной биологии, компьютерных науках и рост вычислительных мощностей дают новые эффективные методы и инструменты диагностики и лечения;
- глобальная информатизация и мобильность – люди более не ограничены географическими преградами в общении, активно используя интернет, мобильные устройства, социальные сети и приложения для связи в удобное время;
- пациентоцентричность – современный человек ведет здоровый образ жизни, а как пациент принимает решения о добровольном мониторинге здоровья, активно участвует в сборе данных, ознакомлении с информационными ресурсами, выбирает лечащего врача и стратегии лечения;
- датацентричность – обилие данных о состоянии здоровья граждан, на основе которых создаются аналитические инструменты для принятия решений.

При этом в России есть целый ряд факторов, которые дополнительно требуют скорейшего

перевода медицины в цифровой формат – это громадные расстояния, высокообразованное население, большое количество малых населенных пунктов, где первичная медико-санитарная помощь оказывается фельдшерско-акушерскими пунктами или с привлечением домохозяйств.

Российское руководство последнее время активно действует именно в парадигме не просто желательности, но необходимости цифровой трансформации страны. В своем послании Федеральному собранию Президент Российской Федерации В.В. Путин заявил: «Предлагаю запустить масштабную системную программу развития экономики нового технологического поколения – цифровой экономики».

Этот призыв очень хорошо соответствует настроениям в обществе. Уже не первый год наблюдается фантастическая активность в создании и развитии цифровых решений, в том числе для медицины. Участвуют все! От студентов до профессоров, от индивидуальных предпринимателей до крупнейших корпораций. Институты развития поддерживают соответствующие стартапы. Прогрессивные медицинские центры реализуют пилотные проекты, в ряде случаев при активной поддержке региональных властей. Реализуемый на федеральном уровне в формате «врач-врач» телемедицинский проект объединил все субъекты федерации с ведущими профильными учреждениями. Однако все эти начинания хаотично разбросаны как по решаемым задачам, так и по используемым подходам. Можно ли достичь синергии этих проектов, не растерять энергию участников и направить ее на достижение заявленных целей?

Чтобы понять, как всем нам – законодателям и регуляторам, практикующим медикам и пациентам, науке и бизнесу, экспертному сообществу и специалистам по информационным технологиям – максимально результативно и эффективно провести цифровую



The screenshot shows the Skolkovo website with a search bar containing "цифровая медицина". Below the search bar, there are several news items:

- Резидент "Сколково" привлек инвестиции игроков рынка цифровой медицины инвестора на рынке цифровой медицины компании Medme.** Сумма сделки, в результате которой Medme вошла в Пресса о нас | News 27.7.2017 [blog](#)
- "Сколково" ведет прием** появится и госпиталь будущего, который станет первым в России полностью цифровым. Это совместный проект Пресса о нас | News 10.7.2017 [blog](#)
- Итоги проекта «Дни промышленного дизайна в Сколково»** напечатанные на 3D-принтерах, технологичные ткани для одежды, совместные цифровые интерфейсы для реальных Пресса о нас | News 10.7.2017 [blog](#)
- Началась регистрация на «Открытые инновации - 2017»** [Info](#); **Открытых инноваций» в 2017 году – «Цифровая экономика. Вызовы глобальной** Новости | News 15.6.2017 [blog](#)
- «Открытые инновации- 2017»: Старт регистрации!** Сколково. Ключевая тема Форума 2017 – «Цифровая экономика. Вызовы глобальной Пресс-релизы | News 14.6.2017 [blog](#)

трансформацию здравоохранения; требуется действовать в едином понятийном пространстве, не позволяя технологическим аспектам заслонить содержательные. Для этого надо рассмотреть в первую очередь базовые понятия цифровой экономики в целом, международный опыт и рекомендации, первые результаты складывающейся российской практики, действующие законы, особенно федеральный закон от 29.07.2017 г. № 242-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья». Считаем, что именно реализация положений этого закона станет той лакмусовой бумагой, которая продемонстрирует, как в ближайшее время будет развиваться цифровая медицина.

### КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Что же такое цифровая экономика? Данному понятию более 20 лет (отметим, что российская и английская версии он-лайн энциклопедии приписывают авторство термина разным экспертам), многие зарубежные страны и тем более транснациональные

корпорации создают специализированные структуры, чтобы сделать цифровую трансформацию более управляемой.

Для наших целей воспользуемся определением Аналитического центра Правительства Российской Федерации [2] – это экономическая деятельность, основанная на цифровых технологиях, предусматривающая внедрение информационных технологий во все отрасли и сферы деятельности, а также перенос бизнес-процессов в цифровое пространство. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р [3] была принята программа «Цифровая

Организация экономического сотрудничества и развития провела в прошлом году совещание на уровне министров по вопросам цифровой экономики

2016 MINISTERIAL MEETING  
THE DIGITAL ECONOMY:  
INNOVATION, GROWTH  
AND SOCIAL PROSPERITY

<http://www.oecd.org/internet/ministerial/>  
и ведет специальный ресурс  
<http://www.oecd.org/going-digital/>



Цифровая платформа – система алгоритмизированных взаимоотношений значимого количества участников рынка, объединенных единой информационной средой, приводящая к снижению транзакционных издержек за счет применения пакета цифровых технологий и изменения системы разделения труда  
[https://ru.wikipedia.org/wiki/Цифровые\\_платформы](https://ru.wikipedia.org/wiki/Цифровые_платформы)

экономика Российской Федерации», в которой выделяются три уровня:

1. отрасли экономики (сферы деятельности);
2. платформы и технологии, где формируются компетенции для развития рынков и отраслей экономики (сфер деятельности);
3. среда, которая создает условия для развития платформ и технологий и эффективного взаимодействия субъектов рынков и отраслей экономики (сфер деятельности) и охватывает нормативное регулирование, информационную инфраструктуру, кадры и информационную безопасность.

Как же проецируются предлагаемые подходы на цифровое здравоохранение и медицину? В программе указано, что «Реализация отдельных направлений по отраслям экономики (сферам деятельности), в первую очередь в сфере здравоохранения, <...> будет осуществляться на основе дополнения настоящей Программы соответствующими разделами, а также разработки реализации соответствующих планов мероприятий («дорожных карт»), сформированных в рамках системы управления реализацией настоящей Программы». То есть цифровое здравоохранение рассматривается как часть цифровой экономики, имеющая свои платформы и технологии, свой семантический аппарат.

Предлагаем согласно [4] следующие определения, связь между которыми представлена на рис. 1:

**Цифровое здравоохранение** – подотрасль здравоохранения (как часть государственной отрасли), которая в совокупности организационных, юридических, экономических, медицинских, научных и технических мер, на базе медицинских организаций всех уровней и форм собственности дополнительно обеспечивает сохранение и укрепление здоровья населения, в том числе предоставление медицинской помощи. Цифровое здравоохранение:

- осуществляет меры государственной поддержки по развитию цифровой медицины;
- реализует цифровую трансформацию медицины;
- обеспечивает функционирование и развитие экосистемы цифровой медицины.

Миссия цифрового здравоохранения – медицина

- где нужно
- когда нужно
- как нужно

**Цифровая медицина** – система научных знаний и практической деятельности по диагностике, лечению и профилактике заболеваний, сохранению и укреплению здоровья и трудоспособности людей, продлению жизни, а также облегчению страданий от физических и психических недугов на основе цифровой платформы здравоохранения, накапливающей, поддерживающей и развивающей систему научных знаний в сфере медицины и доступ к медицинским сервисам на основе информационно-коммуникационных технологий. Является результатом цифровой трансформации медицины.

**Цифровая медицинская помощь** – вид медицинской помощи, которая оказывается с использованием цифровых медицинских сервисов, в том числе на расстоянии с применением телемедицинских



технологий и дистанционного обмена клиническими данными между пациентом и медицинским специалистом, с использованием мобильных устройств и связанных с ними носимых персонализированных медицинских приборов, с применением аналитических систем принятия решений, основанных в том числе на обработке больших данных. Опирается на существующие и разрабатываемые информационные системы в здравоохранении, в том числе на хранение информации о здоровье и обмен цифровыми медицинскими записями о пациентах (интегрированных электронных медицинских карт – ИЭМК).

**Цифровые медицинские сервисы** – услуги по поддержке медицинской деятельности и научных исследований в медицине, ориентированные на потребителя (пациент, врач, учёный, сторонник здорового образа жизни). Предоставляются по месту требования на принципах доступности, своевременности, качества и удобства, с использованием любых цифровых устройств и каналов

связи, а также данных, накопленных в информационных ресурсах государственной и муниципальных систем здравоохранения и в частных информационных ресурсах.

**Цифровая платформа здравоохранения** – совокупность подходов к цифровой трансформации, принципов цифровой медицины, методов унификации и стандартизации, а также требований интероперабельности и безопасности.

**Экосистема цифровой медицины** – социотехническая система, обеспечивающая условия для предоставления, инновационного развития и распространения цифровых медицинских сервисов, приложений и устройств.

**Инфраструктура функционирования цифровых медицинских сервисов** – техническая составляющая экосистемы цифровой медицины, обеспечивающая доступ к информации о здоровье и цифровым медицинским записям (как персонифицированным, так и обезличенным),



**Рис. 1. Ландшафт цифровой трансформации здравоохранения**



а также другим информационным ресурсам, необходимым для оказания цифровой медицинской помощи, с учетом требований интероперабельности и безопасности.

Создание цифровых платформ и российской экосистемы цифровой медицины возможно, только если работать в едином понятийном пространстве и законодательном поле, обеспечив семантическую интероперабельность информационных систем цифрового здравоохранения и экономики в целом.

### МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ

Надгосударственные органы, прежде всего Всемирная организация здравоохранения ООН, собирают информацию о национальных программах электронного / цифрового здравоохранения. На основе анализа собранных данных публикуются обзоры и разрабатываются модели, использование которых может сэкономить нам время и ресурсы. Нетрудно заметить, что в своих материалах эксперты ООН максимально продвигают именно системный подход к цифровой

трансформации здравоохранения, учитывают необходимость работы с заинтересованными сторонами и поиск драйверов изменений.

Рекомендуемая Всемирной организацией здравоохранения модель изложена в Комплекте материалов по национальной стратегии электронного здравоохранения [5] и приведена на *рис. 2*.

Авторы Комплекта подчеркивают: искомые результаты цифровизации нужны не сами по себе, а как инструмент решения задач системы здравоохранения и заинтересованных сторон. Это очень важно, так как увлечение информационными технологиями, особенно на начальных этапах, может превратиться в самоцель, привести к неэффективному расходованию средств и увести в сторону от основных целей цифровой трансформации экономики в целом и здравоохранения в частности.

Кроме того, следует отметить, что в разделе «Роль правительства» авторы этой модели разделяют процессы планирования по типам экономик (*таблица 1*).

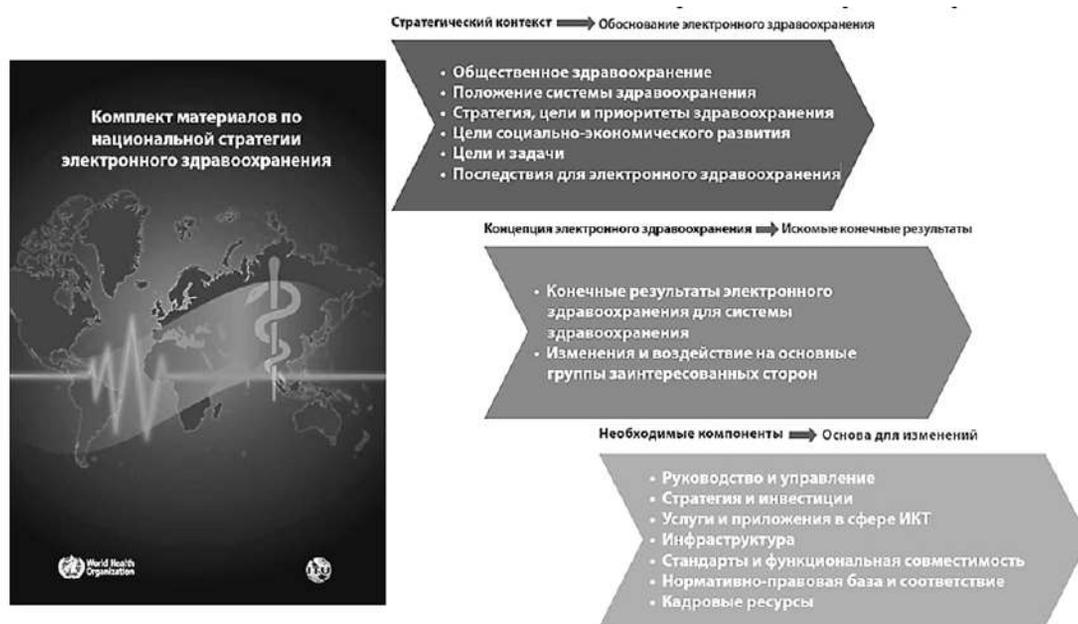


Рис. 2. Модель национальной концепции электронного здравоохранения



Таблица 1

**Роль правительства и последствия для стратегии и планирования**

	<i>Описание</i>	<i>Последствия для планирования</i>
Полностью регулируемый рынок	Правительство осуществляет центральное руководство разработкой и внедрением электронного здравоохранения. Внедрение электронного здравоохранения, как правило, осуществляется в рамках масштабных национальных или государственных программ и проектов.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Правительство отвечает за разработку национальной концепции электронного здравоохранения.</li> <li>• Проводится ограниченное число консультаций с заинтересованными сторонами касательно существующей среды электронного здравоохранения и их мнения о национальной концепции; содержание плана действий формирует главным образом правительство.</li> </ul>
Рынок, регулируемый в общих чертах	Правительство осуществляет централизованную координацию внедрения электронного здравоохранения в сферах общенациональной значимости. Существует большая свобода действий, а контроль и регулирование со стороны центра ослаблены в сферах, где сектор и рынок здравоохранения способны сыграть наиболее эффективную роль в развитии среды электронного здравоохранения.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Правительство отвечает за ведение и управление процессом разработки национальной концепции электронного здравоохранения.</li> <li>• Правительство работает с заинтересованными сторонами для разработки стратегического контекста, концепции и сопроводительных рекомендаций. Заинтересованные стороны могут предоставлять предметную экспертную информацию о текущей и будущей среде национального здравоохранения.</li> <li>• Содержание плана формируется правительством совместно с основными заинтересованными сторонами, представляющими разные секторы.</li> </ul>

Видно, что в России органы власти в вопросах планирования цифровой трансформации действуют по сценариям, характерным для полностью регулируемого рынка, что следует учитывать при планировании и реализации соответствующих программ и проектов.

Из опыта наднациональных объединений максимальный интерес для России представляет практика Европейского союза. Сейчас работа ведется в рамках плана действий на 2012–2020 годы «Инновационное здравоохранение для 21 века» [6], но следует признать, что для целей использования европейских работ надо большее внимание обратить на предыдущий план 2004 года [7] – он наиболее соответствует текущему состоянию российского здравоохранения. Результаты Европы интересны и как возможная модель для Евразийского экономического союза.

На международном форуме «Евразийская неделя» пройдет панельная дискуссия «Цифровая перезагрузка ЕАЭС. Новый взгляд на экономику!»  
<http://www.eurasianweek.org/program.html#x>

Из результатов исследований других международных организаций выделим обзор «Белая книга. Цифровая трансформация отраслей. Здравоохранение» [8], подготовленный в 2016 году Всемирным экономическим форумом в сотрудничестве с консалтинговой компанией Accenture. Авторы этого документа, а также различные консалтинговые компании, медицинские организации, проводящие исследования и реализующие практические проекты в сфере цифровой медицины, демонстрируют какие методики, практики и технологии способствуют цифровой трансформации здравоохранения. Необходимо отметить, что лидируют в цифровой трансформации те страны, в которых медицина и (или) страхование – развитый бизнес. Цифровые технологии дают компаниям, работающим на этом рынке, конкурентные преимущества, а их организационные и финансовые возможности позволяют внедрить новации в масштабе всей страны. В отсутствие крупных профильных структур, заинтересованных в новых технологиях и постоянно работающих над их созданием и внедрением, драйверами цифровой



### Обзор национальных программ цифрового здравоохранения - Global Observatory for eHealth

#### Launch of Global diffusion of eHealth: Making universal health coverage achievable

Global diffusion  
of eHealth:  
Making universal health  
coverage achievable



The third global survey on eHealth conducted by the WHO Global Observatory for eHealth (GOE) has a special focus – the use of eHealth in support of universal health coverage. eHealth is pivotal in supporting universal health coverage in a variety of ways relating to cost, access, quality and the range of services that can be provided. Published in December 2016, this report analyses how eHealth can be used to make universal health coverage achievable. The first global study of its kind, this publication will be useful for policy makers in eHealth and telecommunications, academics and students, and eHealth professionals.

<http://www.who.int/goe/en>

- «Интернет-медицина»;
- обучение и повышение квалификации;
- организационно-методические вопросы;
- технологические решения;
- правовые аспекты.

Нельзя не обратить внимание, что к концепции были привлечены лучшие научные силы, вопросы методического и образовательного обеспечения были в фокусе внимания.

трансформации становятся визионеры, ученые, стартаперы и прочие энтузиасты, а их возможности по принятию системных решений, к сожалению, не слишком велики.

Опыт отдельных стран в создании цифровой медицины может представлять интерес, но должен рассматриваться с обязательным учетом национального контекста здравоохранения и экономики в целом. Полагаем полезным провести соответствующее полномасштабное исследование, включив в него анализ имеющихся рекомендаций, программ и, главное, результатов их внедрения и использования. Публичное обсуждение чужих достижений и неудач в цифровой трансформации здравоохранения, анализ их причин могли бы помочь в переходе к российской цифровой медицине.

## РОССИЙСКАЯ ПРАКТИКА

Российская практика не менее разнообразна, чем зарубежная. Еще совместным Приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации и Российской академии медицинских наук [9] была утверждена «Концепция развития телемедицинских технологий в Российской Федерации».

В качестве ключевых рассматривались такие задачи, как

- развитие телемедицинских технологий на разных уровнях;
- консультативная помощь;

Концепция создания Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения была утверждена Приказом Минздравсоцразвития России от 28/04/2011 г. № 364. Система состоит из федерального и региональных сегментов, содержит множество подсистем и постоянно развивается.

Основные материалы доступны по адресу <http://portal.egisz.rosminzdrav.ru/materials>

К сегодняшнему дню на государственном уровне сделано очень много. В рамках Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ) уже в промышленном режиме многие регионы создали централизованные регистры пациентов, базы данных результатов лабораторной и инструментальной диагностики. Это позволяет более технологично организовать труд врачей по описанию результатов исследований, построить механизмы контроля и передачи опыта лучших врачей функциональной диагностики своим коллегам. Часть регионов имеет даже многолетний успешный опыт использования цифровых технологий.

Так, в 2016 году в Архангельской области было проведено 4807 телемедицинских консультаций [10], а начало этой работы относится к 1995 году! Башкортостан гордится



своей системой управленческой отчетности, настроенной над медицинскими системами, Тюменская область – уровнем перехода на безбумажные технологии; московский проект построения Единой медицинской информационно-аналитической системы получил премию на престижном международном конкурсе Global mobileGov Awards и по данным рейтинга PricewaterhouseCoopers Москва находится на первом месте среди других городов по информатизации здравоохранения [11].

В федеральном сегменте ЕГИСЗ сформированы многие федеральные регистры, реализована электронная регистратура, организовано ведение нормативно-справочной информации. Ведется сбор данных, относящихся к ИЭМК. Очень важно, что при этом используются международные стандарты обмена, управления и интеграции цифровой медицинской информации, официально

утвержденные как национальный стандарт Российской Федерации – ГОСТ Р ИСО/HL7 27932–2015 «Информатизация здоровья. Стандарты обмена данными. Архитектура клинических документов HL7. Выпуск 2» [12] (рис. 3).

Одновременно реализуются приоритетные проекты Минздрава России «Совершенствование процессов организации медицинской помощи на основе внедрения информационных технологий» [13] и «Новые кадры современного здравоохранения» [14], а также проект «Хелснет» Национальной технологической инициативы [15].

Создана федеральная телемедицинская система «врач – врач», в рамках которой представители субъектов Российской Федерации могут оперативно запросить консультацию у специалистов более чем 20 специализированных федеральных учреждений.



## Определение стандарта CDA

**Clinical Document Architecture** – это стандарт разметки электронных медицинских документов, определяющий их структуру и семантику в целях обмена.



единичный  
электронный  
медицинский  
документ



полноценный  
информационный  
объект



текст,  
видео  
аудио  
для  
восприятия человеком



формализованные  
записи  
для машинной  
обработки

### Цели применения стандарта CDA:

- (1) обеспечение обмена медицинской документацией;
- (2) обеспечение единообразного представления электронной медицинской документации;
- (3) многократное использование и анализ медицинской информации, содержащейся в CDA-документе;

### Особенности обмена медицинской документацией:

- «Хранимость» информации
- Наличие юридического лица
- Возможность аутентификации
- Наличие контекста
- Цельности представленной в документе информации
- Человеко-читаемый вид документа



**Рис. 3. Определение стандарта архитектуры клинических документов (Clinical Document Architecture). Источник – <http://edu.hl7.ru>**



Технологическая платформа проекта предлагается для разворачивания на международном уровне. Ведутся работы по апробации носимых или самостоятельно используемых пациентами приборов (тонометры, глюкометры, электрокардиографы), оснащенных средствами передачи информации, для скрининга и дистанционного наблюдения.

Однако лучшие региональные практики не тиражируются по всей стране, система записи к врачу через интернет слабо помогает, если не хватает врачей, накопленные в ЕГИСЗ данные не анализируются, к качеству справочников имеется масса справедливых нареканий. Телемедицинские консультативные центры федерального уровня не загружены на 100%. Проекты живут на энтузиазме отдельных лиц и компаний, которого хватает только для «быстрых побед». Практика показывает, что переход от информационных к медицинским услугам затруднен, фактически нет системы правил и механизмов для реализации новых возможностей.

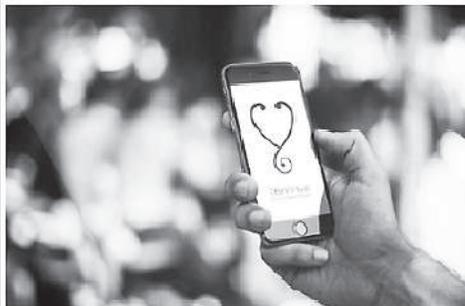
А что в негосударственном секторе? Рыночные игроки, как было отмечено выше, фокусируются на создании интернет-сервисов и носимых устройств.

Достаточно успешно функционируют такие сервисы, как поиск врачей (самый известный из них привлек крупные инвестиции Сбербанка), ведение персональных медицинских записей, личные кабинеты пациента, вызов врача на дом, запись на прием, регистрация отзывов и формирование на их основе рейтингов врачей и медицинских учреждений, передачи медицинской информации для получения второго мнения (в том числе за границей), дистанционного наблюдения за состоянием здоровья... Вплоть до недавнего времени число таких предложений постоянно росло. Важно, что большинство из этих сервисов предоставляет исключительно информационные услуги, что не всегда понимают их пользователи, а агрессивная реклама данный факт прикрывает.

Типичный пример статьи в деловом издании

ФИНАНСЫ И ИНВЕСТИЦИИ / #МЕДИЦИНСКОЕ СТРАХОВАНИЕ

## Доктор в телефоне: какие медицинские стартапы развиваются в России и мире?



Дистанционная медицина, онлайн-приложения для контроля здоровья и консультаций с врачом – это уже большой рынок, но его перспективы просто невероятны. Возможно, это главная «точка роста» сферы услуг в ближайшие годы

Источник: Forbes

На рынке сейчас доступно несколько десятков моделей всевозможных устройств для самостоятельного контроля показателей здоровья, которые либо автоматически передают результаты в личные кабинеты пользователей для дальнейшей работы с данными, либо интегрированы со смартфоном или аналогичным устройством. Здесь необходимо подчеркнуть, что среди них есть полноценные медицинские изделия, допущенные Росздравнадзором к обращению на территории Российской Федерации, но большинство – просто «уникальные», «инновационные», «наноприборы».

К сожалению, очень мало близких к клинической практике решений в области поддержки принятия врачебных решений. Есть целый ряд российских стартапов, научных и исследовательских коллективов, которые на базе современных информационных технологий работают над автоматическим описанием результатов функциональной диагностики, рентгеновских снимков и томографий, проверкой фармакологических назначений, помогают оценивать отдельные виды риска при работе



с пациентами, но назвать их готовыми для широкого использования пока нельзя.

Дополнительно надо учесть то, что есть связанный рынок гаджетов для фитнеса, и – важно! – в каждом телефоне имеется какой-нибудь набор приложений, имеющий в названии «health». Множество людей носит браслеты или часы, измеряющие количество пройденных шагов, пульс, давление. С одной стороны, контроль показателей здоровья является однозначно полезной привычкой, с другой – нет понимания того, насколько точны эти измерения, и можно ли на их основе делать клинически достоверные заключения.

Как вовлечь эту рыночную активность в решение задач цифровой трансформации здравоохранения? И с пользой не для технологий, а для медицины?

## **242-ФЗ – ВЫГОДЫ, РИСКИ, ПОРЯДОК РЕАЛИЗАЦИИ**

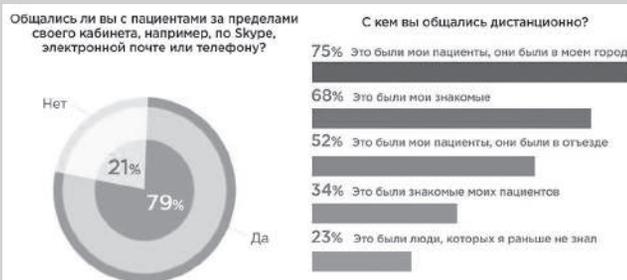
Медицинское и экспертное сообщество последние два года интенсивно обсуждало законопроекты, получившие в средствах массовой информации общее название «О телемедицине». Причин такого внимания было много, и это не только интрига вокруг борьбы разных подходов, но и общий интерес к запаздывающей цифровой трансформации здравоохранения, насущная необходимость кодифицировать складывающиеся отношения, требования растущего медицинского бизнеса. И вот все точки расставлены – принят федеральный закон от 29.07.2017 г. № 242-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья».

Для чего же нужны эти изменения в законодательстве? Только лишь для того, чтобы «догнать» те технологии, которые применяются уже много лет и в разных форматах (особенно

в частной медицине)? Или теперь можно создать нормативную и методическую базу, позволяющую смотреть в «завтра» и действительно повысить доступность, скорость оказания и качество медицинской помощи, невзирая на региональные различия? Какие же проблемы решает и какие не решает новый закон, каковы риски практического воплощения принимаемых решений и чем за их реализацию придется заплатить – как отдельной медицинской организации, так и обществу в целом? Рассмотрим в контексте цифровой трансформации здравоохранения: каковы наилучшие стратегии внедрения в практику новых возможностей, и как минимизировать возникающие риски и затраты.

Первое, что необходимо отметить – основной посыл закона связан вовсе не с телемедицинскими технологиями, а с электронным медицинским документооборотом. Все, абсолютно все документы, касающиеся здоровья пациента, включая рецепты на сильнодействующие препараты, можно с 2018–2019 года создавать, хранить, передавать и обрабатывать в электронном виде, а в качестве нагрузки – и защищать от новых видов угроз. «Закон о безбумажной медицине» – вот подходящее по смыслу название! Надо лишь своевременно и грамотно поддержать этот посыл подзаконными актами.

Большинство врачей уже имеет опыт дистанционного общения с пациентами



Опрос медицинского сообщества о цифровой медицине и автоматизации клиник

<http://armit.ru/review/ondoc-research-digital-health-2017.pdf>



Второе, что дает новый закон – легализация уже сложившейся ситуации с Единой государственной информационной системой в сфере здравоохранения. Теперь она станет электронным медицинским архивом всей страны по закону. Здесь уже в соответствии с нормативной базой будут централизованно вестись интегрированные электронные медицинские карты, реестр медицинской документации и необходимые для их ведения справочники и классификаторы. Очевидно, данные пациентов при их согласии должны со временем стать доступными врачам для обеспечения преемственности лечения, а обезличенные данные – основой для анализа популяционных трендов, создания и обучения систем поддержки принятия врачебных решений. Задача науки – научиться их согласовывать и понимать.

И только третьим пунктом можно поставить возможность оказания медицинской помощи с применением телемедицинских технологий. Необходимо отметить, что разработчики закона ввели ограничения на оказание такого вида помощи; так, нельзя дистанционно поставить диагноз, а коррекция ранее назначенного лечения возможна лишь при условии установления диагноза и назначения лечения тем же врачом на очном приеме. Для дистанционного наблюдения должны использоваться «медицинские изделия, предназначенные для мониторинга состояния организма человека».

Конкретизация положений закона «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья» требует оперативного принятия подзаконных актов. Считаем, что их разработка должна вестись при активнейшем участии практикующих медиков и организаторов здравоохранения. Более того, надо сразу создавать механизмы для инициирования

#### Что может дать сопровождение пациентов удаленно?



Опрос медицинского сообщества о цифровой медицине и автоматизации клиник

<http://armit.ru/review/ondoc-research-digital-health-2017.pdf>

и проработки следующих изменений. Нельзя забывать, что сегодня пациент ожидает именно полноценную консультацию, аналогичную привычной сегодня, определяющую и диагноз, и тактику, и детали лечения. Без дальнейшего развития нормативной и методической базы телемедицина может превратиться в суррогат.

Рассмотрим референтные группы, жизнь которых может измениться в результате принятия нового закона, и какие выгоды им даст реализация принятого закона:

- Пациенты, их законные представители получат:
  - возможность дистанционно получить медицинскую помощь, пусть и с указанными выше ограничениями;
  - доступ к своей ИЭМК, а также предоставление её лечащему врачу или эксперту для получения, например, «второго мнения»;
  - в перспективе – дополнительную защиту и уверенность для пациента за счёт документирования всех действий медицинских работников в структурированном виде, применения новых аналитических инструментов.
- Медицинские работники получают доступную и структурированную информацию о пациентах за все время их наблюдения и лечения во всех медицинских организациях.



- Медицинские организации во всем их многообразии – как мощные медицинские центры, так и небольшие государственные и частные клиники:

- расширят возможности по ведению пациентов как до и во время госпитализации, так и после – дистанционный мониторинг, постстационарное наблюдение, дистанционная реабилитация;
- а на базе этих новых возможностей – расширение спектра предлагаемых услуг.
- Регуляторы в сфере здравоохранения – федеральные и региональные:
  - смогут усовершенствовать процедуры мониторинга и контроля деятельности медицинских организаций;
  - получат новые возможности по онлайн-мониторингу популяционных показателей в здравоохранении, своевременное выявление и анализ отклонений, прежде всего превышение эпидемиологических порогов.
- Научное сообщество:
  - для ученых станут доступны для исследований и анализа реальные данные медицинских карт всей страны (это действительно «большие данные»!);
  - как результат – создание новых и «оттачивание» качества существующих сервисов поддержки принятия врачебных решений.
- Аптеки получат:
  - упрощение всех процедур, связанных с обращением лекарственных средств – от планирования закупок до учета сильнодействующих препаратов;
  - возможность отпуска рецептурных препаратов через «онлайн» сервисы.
- Страховые организации:
  - упростят медико-экономический анализ деятельности медицинских организаций и страховых случаев и повышение за счёт этого защиты страхователя;
  - получат возможность создания новых страховых услуг на основе анализа доступной информации.

Не все из перечисленного явно следует из положений закона, но определяется логикой развития событий и готовностью участников. Мы ждем, что подзаконные акты учтут эти обстоятельства.

...проблема – законодательная база, которая должна защищать пациента от того, что его не полечит какой-нибудь шарлатан по интернету, и врача – от того, что если он оказал какую-либо услугу по интернету, то не увидел какие-то моменты, которые мог бы увидеть только при личном приеме. Например, если пациент пришел на очный прием, то врач сразу же видит, что у него бледность на лице, которая может свидетельствовать о других заболеваниях. С помощью телемедицины врач может и не увидеть этого.

*Заведующий кафедрой информационных и интернет-технологий  
Первого МГМУ им. И.М. Сеченова  
Председатель комитета «Интернет+Медицина»  
Института развития Интернета  
Доктор технических наук Г. Лебедев*  
[https://vademec.ru/article/-teper\\_nikto\\_ne\\_smozhet\\_otlozhit\\_prinyatie\\_zakonoproekta\\_o\\_telemeditsine/](https://vademec.ru/article/-teper_nikto_ne_smozhet_otlozhit_prinyatie_zakonoproekta_o_telemeditsine/)

Какой же ценой эти выгоды приобретаются?

В качестве основного риска рассматривается увеличение количества ошибок, связанных с применением телемедицинских технологий при оказании медицинской помощи. Именно для его снижения и ограничены виды дистанционной медицинской помощи. Но так ли этот риск значим? Ведь ошибки должны нивелироваться качественной подготовкой, продуманной и закреплённой законами и подзаконными актами ответственностью врача. Ответственность, закреплённую нормативно настолько, чтобы врач лечебного учреждения любого уровня и формы собственности ощущал её и знал последствия выданного заключения, в том числе мог отказаться от принятия решения дистанционно.

Во-вторых, многими отмечается резкое возрастание рисков, связанных с защитой информации. Как утечка данных из ИЭМК скажется на репутации конкретного человека, его расходах на страховании, положении на рынке труда, возможностях в получении услуг и кредитов, наконец, его романтических



В веб-сервере, встроенном в медицинскую посудомоечную машину Miele Professional PG 8528, обнаружена уязвимость, позволяющая запускать произвольный код в этом оборудовании



[http://safe.cnews.ru/news/top/2017-03-29\\_v\\_elitnoj\\_posudomoechnoj\\_mashine\\_miele\\_najdena](http://safe.cnews.ru/news/top/2017-03-29_v_elitnoj_posudomoechnoj_mashine_miele_najdena)

отношениях? Эти угрозы существуют и сейчас, но имеют меньшие масштабы, локализованы в рамках одной медицинской организации. Положительным фактором является то, что сегодня информационная безопасность преподается в ВУЗах как отдельная дисциплина и на высоком уровне, есть много подготовленных специалистов, готовые организационные, программные и аппаратные решения защиты информации. Отрасль в целом готова к переходу к «безбумажной медицине», а для отдельных организаций это вопрос только финансов и понятного времени на реализацию.

Из других потенциальных проблем выделим, что телемедицина предъявляет новые требования к организации оценки качества медицинской помощи со стороны пациентов и даже страховщиков. На фоне превращения части медицины в сферу обслуживания возникает соблазн оказания фактически информационных услуг под видом медицинских. По этому вопросу требуется более четкая формализация понятий и просветительская деятельность со стороны государства.

Ведь давно известно, что «если покупатели не владеют информацией о качестве услуги в той же мере, что и продавцы, плохие услуги вытесняют хорошие вплоть до полного исчезновения рынка». Применительно к медицине теория «рынка лимонов» означает, что хорошие врачи победят хорошие маркетологи, обеспечивающие сервис без учета качества медицинской помощи. Как не дать скатиться при оценке

дистанционной консультации к «лайкам», которые могут ставить за располагающую внешность и психологический комфорт?

Полагаем, что купирование именно этого, недостаточно обсуждаемого риска снижения качества медицинской помощи является важнейшей задачей регуляторов и всего медицинского сообщества на ближайшую перспективу. Возможно, оперативное вмешательство, последующее наблюдение за состоянием пациента, дистанционная реабилитация, должны оказываться одной медицинской организацией.

При внесении в Государственную Думу законопроект содержал финансово-экономическое обоснование затрат, планируемых на реализацию его положений. На 2017–2018 годы расходы, по оценке Правительства Российской Федерации, превысят 1,8 млрд. руб. и в основном направлены на развитие ЕГИСЗ. Следует отметить, что при этом упускаются из виду многие направления затрат медицинских организаций и медицинских работников. Не освещен вопрос о включении телемедицины в программу государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи.

Нельзя не признать актуальность закона «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья», но нельзя

Рынок «лимонов»: неопределенность качества и рыночный механизм – научная работа Джорджа Акерлофа (1970 г.), посвященная асимметрии доступной информации. В ней анализируются рыночные последствия ситуаций, в которых продавец знает о качестве товара (услуги) больше, чем покупатель, и делается вывод о вытеснении предложения качественных услуг. Мнение Акерлофа заключается в том, что государство должно взять на себя некоторые регулирующие и контрольные функции на подобных рынках. Подробнее: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Рынок\\_«лимонов»:\\_неопределенность\\_качества\\_и\\_рыночный\\_механизм](https://ru.wikipedia.org/wiki/Рынок_«лимонов»:_неопределенность_качества_и_рыночный_механизм)





и не отметить его отставание от текущего уровня медицинских и информационных технологий.

### **ЧТО ДАЛЬШЕ? ВЫВОДЫ**

Для того, чтобы новый закон внес весомый вклад в цифровую трансформацию здравоохранения, реализацию его положений необходимо проводить в формате отдельного проекта под руководством Минздрава России – это обусловлено и высокой социальной значимостью здравоохранения и сложностью внедрения новаций в медицину. Часть работ и связанных с этим затрат целесообразно централизовать, что должно дать существенную экономию в масштабах страны, а в ряде случаев и резкое повышение качества результата. Например, управление процедурами выдачи, продления и отзыва усиленных ключей электронных подписей на основании данных Федерального регистра медицинских работников позволит не только снизить общие затраты, но и упростить верификацию полномочий медицинского работника при электронном взаимодействии (переход в другую медицинскую организацию, прекращение права оказания медицинской помощи и т.п.). Также полагаем правильным целевое субсидирование расходов медицинских организаций на доработку информационных систем, информационную безопасность и модернизацию или приобретение оборудования нового типа, в том числе устройств для оказания медицинской помощи с использованием телемедицинских технологий.

Совершенно необходима дополнительная специальная подготовка врачей для дистанционной работы, разработка учебных программ с учетом цифровизации здравоохранения, что тоже целесообразно делать в рамках государственного заказа. Рациональной схеме реализации будет соответствовать пересмотр действующих или создание новых стандартов и порядков оказания медицинской помощи

с применением телемедицинских технологий, включая требования к оснащению медицинских организаций в части ИТ-инфраструктуры в целом и инфраструктуры телемедицинских технологий в частности.

Считаем, что только использование проектного подхода позволит в короткие сроки подготовить необходимые документы и получить максимум выгод при минимуме затрат и уровне риска. Необходимо организовать на основе ведущих медицинских организаций Центры компетенции по использованию телемедицинских технологий «врач – врач» и «врач – пациент», привлечь их и отраслевых экспертов в работу по единому плану для разработки и апробации:

- необходимых подзаконных актов;
- методик внедрения услуг с применением телемедицинских технологий;
- учебных курсов и рекомендаций по подготовке врачей;
- новых риск-ориентированных методов контроля;
- тарифов для новых способов оказания медицинской помощи;
- требований к программно-аппаратным решениям и методик их внедрения;
- информационных материалов для населения.

Кроме того, требуется возможность оплачивать телемедицинские технологии через механизмы обязательного медицинского страхования. Совершенно необходима широкая информационная кампания, разъясняющая, что такое телемедицинские технологии, чем медицинские услуги отличаются от информационных, а медицинские изделия от приборов бытового назначения. Только тогда можно надеяться на широкое использование новых возможностей на всей территории России.

Результатами оказания дистанционных услуг должны стать, пусть не сразу, полноценные консультации и врачебные заключения, они должны использоваться как важные



Распоряжение Правительства РФ от 3 февраля 2014 г. № 133-р «О подписании Соглашения о сотрудничестве государств – членов Евразийского экономического сообщества по созданию и развитию совместимых национальных телемедицинских систем»

предусматривает:

- разработку предложений по обеспечению совместимости существующих национальных телемедицинских систем;
- разработку и (или) доработку совместимых национальных телемедицинских систем для организации трансграничного информационного взаимодействия с учетом требований информационной безопасности;
- участие в разработке международных стандартов в сфере телемедицинских услуг;  
<...>
- создание и использование совместимой системы классификации и кодирования информации при взаимодействии совместимых национальных телемедицинских систем.

<http://static.government.ru/media/files/41d4bc9608afef74f225.pdf>

элементы целостного сквозного медицинского технологического процесса. Такую позицию разделяет широкий спектр экспертов – от сотрудников технологических компаний до членов руководства Общероссийского народно-го фронта.

Предлагаем интенсифицировать работу по нормативному и методическому обеспечению цифровой трансформации здравоохранения в целом. Пора задуматься о регулировании использования «больших данных»

в здравоохранении. Хорошо бы заблаговременно внести изменения в методики и образовательные программы для эффективного использованию систем поддержки принятия врачебных решений – они уже проходят апробацию. Полагаем, что пора легализовать для медицинских целей и использование дневника состояния здоровья в терминах Всемирной организации здравоохранения (компьютерная запись, которую создает и ведет человек, активно участвующий в организации ухода за собственным здоровьем).

В число обсуждаемых надо включать вопросы трансграничного обмена медицинскими документами, оказания дистанционных медицинских услуг по всему земному шару. Следовательно, еще большую важность приобретают вопросы интероперабельности медицинских информационных систем.

Отрасль наконец-то догоняет в своём многолетнем отставании ушедшие далеко вперед технологии. Полумеры и задержки при внедрении только породят новые вопросы, и медицине снова придется догонять возможности информационных технологий, а для пациентов ничего не изменится. Не надо забывать, что стремительное развитие цифровых технологий не прекращается, и дистанцию между предоставляемыми ими возможностями и потребностями здравоохранения следует сокращать и дальше.

## ЛИТЕРАТУРА



1. Карпов О.Э., Акаткин Ю.М., Конявский В.А., Микерин Д.С. «Цифровое здравоохранение в цифровом обществе», Москва, Деловой экспресс, 2016, ISBN978-5-89644-126-7.
2. «Аналитический центр готовит предложения к проекту программы «Цифровая экономика» <http://ac.gov.ru/events/011401.html> (Дата обращения: 17.08.2017).
3. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р <http://pravo.gov.ru/laws/acts/62/49545150451088.html> (Дата обращения: 17.08.2017).
4. Карпов О.Э. «Цифровое здравоохранение и цифровая медицина – ожидаемое «сегодня»». Презентация на 13-м Международном форуме «MedSoft-2017» [http://armit.ru/medsoft/2017/conference/prog/presentation/11\\_04\\_17/11\\_00-](http://armit.ru/medsoft/2017/conference/prog/presentation/11_04_17/11_00-)





- 12\_50/11\_20\_Карпов%20Э%20Цифровое%20здравоохранение%20и%20цифровая%20медицина.pptx (Дата обращения: 17.08.2017).
5. Всемирная организация здравоохранения и Международный союз электросвязи. Комплект материалов по национальной стратегии электронного здравоохранения. ISBN 978 92 4 454846 2. 2012.
  6. EUROPEAN COMMISSION. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS. eHealth Action Plan 2012–2020 – Innovative healthcare for the 21st century. Brussels, 06.12.2012.  
[https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/ehealth/docs/com\\_2012\\_736\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/ehealth/docs/com_2012_736_en.pdf) (Дата обращения: 17.08.2017).
  7. COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE COUNCIL, THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS. e-Health – making healthcare better for European citizens: An action plan for a European e-Health Area. Brussels, 30.04.2004  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2004:0356:FIN:EN:PDF> (Дата обращения: 17.08.2017).
  8. World Economic Forum White Paper Digital Transformation of Industries: In collaboration with Accenture. Healthcare Industry. January 2016  
<http://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/wef-dti-healthcarewhitepaper-final-january-2016.pdf> (Дата обращения: 17.08.2017).
  9. Об утверждении Концепции развития телемедицинских технологий в Российской Федерации и плана ее реализации. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации и Российской академии медицинских наук от 27 августа 2001 г. № 344/76.
  10. Карпунов А.А. «Информатизация здравоохранения Архангельской области: опыт, результаты перспективы». Презентация на 13-м Международном форуме «MedSoft-2017»  
[http://armit.ru/medsoft/2017/conference/prog/presentation/11\\_04\\_17/14\\_00–17\\_00/Информатизация%20здравоохранения%20Архангельской%20области\\_для%20организаторов%20Армит.pptx](http://armit.ru/medsoft/2017/conference/prog/presentation/11_04_17/14_00–17_00/Информатизация%20здравоохранения%20Архангельской%20области_для%20организаторов%20Армит.pptx) (Дата обращения: 17.08.2017).
  11. Система ЕМИАС получила престижную международную премию  
<http://mosgorzdrav.ru/ru-RU/news/default/card/1187.html> (Дата обращения: 17.08.2017).
  12. ГОСТ Р ИСО/HL7 27932–2015 Информатизация здоровья. Стандарты обмена данными. Архитектура клинических документов HL7. Выпуск 2. Дата введения 01.11.2016.
  13. Паспорт приоритетного проекта «Совершенствование процессов организации медицинской помощи на основе внедрения информационных технологий». Приложение к протоколу президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам от 25 октября 2016 г. № 9.
  14. Паспорт приоритетного проекта «Обеспечение здравоохранения квалифицированными специалистами». Утвержден президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам (протокол от 26 июля 2017 г. № 8).
  15. План мероприятий («дорожная карта») «Хелснет» Национальной технологической инициативы  
<http://static.government.ru/media/files/tEwp4HClZvf5inBVMABbds3ow1AFxvwH.pdf> (Дата обращения: 17.08.2017).

**Ю.Ю. МУХИН,**

к.э.н., исполнительный директор международного конгресса «Информационные технологии в медицине», Генеральный директор ООО «Консэф», Москва, mukhin@consef.ru

**К.Ю. МУХИН,**

магистр менеджмента, Финансовый Университет при Правительстве Российской Федерации, Департамент Менеджмента, Преподаватель-ассистент, KYMukhin@fa.ru

## РЕИНЖИНИРИНГ ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ОСНОВАННЫЙ НА ПЕРСОНОЦЕНТРИРОВАННОЙ МОДЕЛИ, ГИБРИДНЫХ ПРОЕКТНЫХ ПОДХОДАХ И МЕТОДАХ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

УДК 338.24.01 338.242.2

*Мухин Ю.Ю., Мухин К.Ю. Реинжиниринг общественного здравоохранения, основанный на персонцентрированной модели, гибридных проектных подходах и методах искусственного интеллекта (ООО «Консэф», Финансовый Университет, Москва)*

**Аннотация.** В работе рассмотрена модель общественного здравоохранения нового типа, возникающая на платформе технологической революции информационных систем. Авторами приведено описание ключевых методов управленческого, технологического и математического взаимодействия с коллективной информационной инфраструктурой системы здравоохранения, которые окажут наибольшее влияние на происходящие изменения и составят основу цифрового общества, цифровой экономики и общественного здравоохранения нового типа. Методы рассмотрены с точки зрения их влияния на формирование новых подходов в процессе трансформации укладов экономики и общества. Представлена модель персонцентрированной системы здравоохранения, обобщены ее ключевые преимущества, изложены подходы к гибкой проектной реализации процесса перехода к новой модели.

**Ключевые слова:** Гибкие подходы к управлению, интеллектуальный анализ, искусственный интеллект, нейронные сети, проектный менеджмент, инноватика, гибкие методологии в управлении проектами, agile, цифровая экономика, здравоохранение.

UDC: 338.24.01 338.242.2

*Mukhin Yu.Yu., Mukhin K.Yu. Reengineering of public health system, based on a person-centered model, hybrid project management approaches and methods of artificial intelligence (Consef, Financial University, Moscow)*

**Abstract.** The paper considers new approaches of public health emerging on the platform of the technological revolution of information systems. The authors describe the key methods of managerial, technological and mathematical interaction with the collective information infrastructure of the healthcare system that will bring qualitative changes in the near future and will form the basis of a digital society, digital economy and public health of a new type. The methods are considered from the point of view of their influence on the formation of new approaches in the process of the economic and social transformation of waves of innovation. The model of the person-centered health care system and the forecast of its impact on the subject area are presented, the advantages of the new model are summarized and the agile project management approaches to its implementation in the current stage of development are presented.

**Keywords:** Agile, project management, artificial intelligence, healthcare, business-agility, medicine, innovations & innovation management, agile project management approaches, neural networks, digital economy.



## 1. Введение. Актуальность проблемы, новая парадигма здравоохранения и средства ее реализации

Бурное развитие технологий и новых областей научных знаний обуславливает качественные изменения в общественных институтах, которые еще совсем недавно казались незыблемыми с точки зрения базовых постулатов, системы ценностей, принципов построения научных знаний и их применения для нужд общества. Одним из важнейших практических аспектов использования этих достижений является модернизация системы общественного здравоохранения. Несмотря на географические, исторические и культурные различия, она всегда отличалась высоким уровнем иерархичности и конформизма, приверженностью фундаментальным основам медицинской науки, история которой уходит далеко за пределы нашей эры, формализацией целого свода процедур и процессов, ориентированных на поддержку общественного здоровья и принципы доказательной медицины. Научные эксперименты в существующей модели здравоохранения локализованы в определенных, как правило функциональных, исследовательских центрах вплоть до получения хорошо проверенного результата этих исследований на основе рандомизированных клинических исследований и широкого внедрения нового метода только после получения достоверного положительного результата.

Российская модель общественного здравоохранения доказала свою эффективность в части достижения таких ключевых показателей здоровья общества, как снижение смертности, повышение продолжительности жизни, борьбы с массовыми угрозами здоровью (инфекционные и неинфекционные заболевания), формирование культуры здорового образа жизни и ранней профилактики заболеваний. Вместе с тем, в силу описанных причин, она обладает высокой инертностью

и консерватизмом и нуждается на данный момент в дополнительных инструментах роста эффективности с учетом современных достижений научно-технического прогресса.

Технологическая революция в области медицинской техники и оборудования, а также в сфере биотехнологий, оптимизация структуры общественного здравоохранения позволили добиться значительного улучшения ключевых показателей общественного здоровья в России в первой половине 21 века. На данном этапе потенциал перечисленных инструментов роста продолжает играть свою важную роль. Распространение указанных научных и технических достижений по-прежнему обеспечивает значительный вклад в рост качества и доступности медицинской помощи, но уже не может удовлетворить потребности общества в уровне темпов роста ее эффективности в быстроизменяющемся мире. Возникает необходимость поиска новых драйверов, способных поддерживать уровень имеющихся темпов роста.

Одним из важнейших инструментов достижения указанной цели является изменение структуры взаимодействия системы общественного здравоохранения и гражданина, основанное на использовании новых подходов мотивации человека к контролю собственного здоровья, а также автоматизированной системе мониторинга его состояния. Внедрение новых подходов равноправного информационного взаимодействия человека, врача и медицинской науки, реализованного с помощью современных и перспективных методов обработки медицинской информации, может выступить эффективным средством достижения указанной цели и позволит реализовать главный принцип современной системы здравоохранения: принцип «4P» (от англ. Predictive, Preventive, Personalized, Participative), который в редакции П.П. Кузнецова – М.А. Шифрина [10, 11] звучит следующим образом:

✓ Возможность прогнозирования проблем (Предсказательность).



✓ Профилактика (устранение проблем до их появления).

✓ Персонализация.

✓ Совместная работа врача и пациента (Партнерство).

Плюс «4П» по П.П. Кузнецову:

➤ безопасность персональных данных;

➤ прозрачность для всех участников процесса;

➤ защищенность от взаимных вредных воздействий (принцип «не навреди»);

➤ приверженность (поддержка) окружения пациента реализации стратегии лечения.

Техническая реализация представленного принципа возможна на базе одновременного интегрированного взаимодействия централизованных баз данных и знаний, получаемых из электронных медицинских карт пациентов, индивидуальных приборов контроля состояния здоровья и непосредственного участия гражданина в его мониторинге и контроле через информационную систему управления здоровьем. Интеграция описанной информационной системы в классическую систему здравоохранения позволит обеспечить реализацию персонализированной модели охраны здоровья и качественное повышение показателей здоровья населения.

Важным аспектом обратной связи в этом случае является реализация персонального взаимодействия информационной системы управления здоровьем с каждым конкретным человеком, подразумевающая активное использование информационных систем, основанных на датацентрированной модели и методах искусственного интеллекта (Artificial Intelligence). Программные средства нового поколения, использующие методы интеллектуального анализа уже на текущем этапе развития позволяют автоматизировать значительное количество **формализуемых** медицинских действий (контроль одновременных воздействий, формализуемые консультации, непрерывный мониторинг состояния

и его экстренных отклонений и др.), а также часто обеспечивают допустимый уровень достоверности в анализе и прогнозе в сфере неформализованных знаний, позволяющих использовать их в качестве эффективного вспомогательного инструментария в медицине. Аналогичные подходы и средства применяются для построения обучающихся систем поддержки принятия врачебных решений, исследовательских целей, прогнозов, совершенствования клинических рекомендаций, страхового обеспечения, анализа статистических данных и выработки медицинских и технических средств нового поколения.

## 2. Отраслевая архитектура информационной среды. Точки роста. Смена отраслевой парадигмы под влиянием технологической революции

Мировая экономика сегодня стоит на пороге четвертой технологической революции, с которой связывают возможности кардинальной модернизации производства и сферы услуг, изменения качества жизни, а также появление таких явлений, как цифровое производство, реализация персонализированной модели взаимодействия с гражданами, коллективное использование больших неструктурированных массивов данных для научных и социальных целей, децентрализация управления и т. д. Технологической основой для перехода к новой экономической парадигме являются интернет вещей (IoT), роботизация манипуляций и формализуемых операций, так называемая «уберизация» (изъятие излишних маргинально-транзакционных звеньев из цепочки поставки услуги) практически всех видов бизнеса, глобализация всех рынков и отраслей, внедрение систем искусственного интеллекта.

В широком смысле «Индустрия 4.0» характеризует текущий тренд развития от автоматизации и обмена данными, включая в себя





киберфизические системы, интернет вещей и облачные вычисления к созданию экосистем, основанных на моделях искусственного интеллекта и прямого кастомизированного взаимодействия с потребителем. Указанные изменения приносят новый уклад организации производства и социальных услуг, образования, науки и жизни человека.

Министр здравоохранения Российской Федерации В.И. Скворцова наглядно проиллюстрировала в своем выступлении 21 марта 2017 г. на заседании Совета по стратегическому развитию и приоритетным проектам под председательством Президента Российской Федерации Владимира Путина изменения, которые цифровые технологии принесут в сферу здравоохранения: «В 2020 году в целом завершится формирование единой государственной информационной системы сферы здравоохранения на основе единой электронной медицинской карты пациента. Это позволит внедрить перекрёстный электронный документооборот и личный кабинет пациента. С любого компьютера каждый человек сможет войти в свой личный кабинет и получить необходимую информацию, выписки из медицинских документов, записаться к врачу, связаться со страховым представителем. В системе будет создан архив цифровых изображений и будут внедрены интеллектуальные программы автоматизированного чтения изображений с резким увеличением точности и своевременности диагностики. Будет внедрена система автоматизированной экспертизы качества медицинской помощи: сопоставление алгоритма ведения конкретного больного со вшитыми в систему эталонными протоколами и критериями качества. К концу 2020 года система будет полностью интегрирована с информационно-аналитическими системами ОМС, обращения лекарств и медицинских изделий, что позволит проводить комплексный анализ ресурсоэффективности всей отрасли. Таким образом, к концу 2020 года мы сможем выйти на

качественно новый уровень управления здравоохранением, а также преемственности и качества оказания медицинской помощи. Планируется, что с 2020 года начнут внедряться автоматизированные программы обработки больших массивов данных BIG DATA, которые позволят уже автоматизированно выбирать оптимальные алгоритмы медицинского сопровождения для каждого человека с учётом телемедицинских консультаций».[12]

Появление новых технологий, их влияние на жизнедеятельность активно стимулирует законодательную и нормотворческую деятельность, призванную определить новые контуры жизни общества и порядок интеграции в него новых, ранее не существовавших общественных сущностей, а также информационной экосистемы, обеспечивающей их существование и развитие. В сфере здравоохранения на текущий момент законодательно оформлены следующие положения, регламентирующие информационное взаимодействие:

- Федеральным законом № 242-ФЗ от 29 июля 2017 г. «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья»[7] закрепляются основные понятия, описывающие Единую государственную информационную систему в сфере здравоохранения, цели и задачи, операторов и пользователей, порядок, срок принятия и тип нормативных актов, регулирующих функционирование системы. Они призваны актуализировать, дополнить и скорректировать положения «Концепции создания единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения» (далее – Концепция), утвержденной приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 28 апреля 2011 г. № 364 [8]. Отметим, что указанный документ был первым



и долгое время единственным нормативным документом, определяющим цели, задачи, архитектуру и структуру, порядок взаимодействия элементов Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ).

- Федеральным законом № 242-ФЗ от 29 июля 2017 г. внесены следующие изменения в Федеральный закон от 21 ноября 2011 года № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»: «Статья 91<sup>1</sup>. Единая государственная информационная система в сфере здравоохранения 1. В целях обеспечения доступа граждан к услугам в сфере здравоохранения в электронной форме, а также взаимодействия информационных систем в сфере здравоохранения уполномоченным федеральным органом исполнительной власти создается, развивается и эксплуатируется единая государственная информационная система в сфере здравоохранения...» [6]

Таким образом, законодательно закреплено новое целевое назначение ЕГИСЗ. В предыдущей редакции, указанной в Концепции цель формулировалась следующим образом: «Основной целью создания Системы является обеспечение эффективной информационной поддержки процесса управления системой медицинской помощи, а также процесса оказания медицинской помощи» [8].

С точки зрения информационной архитектуры системы государственного информационного обеспечения в сфере здравоохранения также учтены векторы, формирующие современные подходы к ее развитию и использованию: интеграция ЕГИСЗ с другими отраслевыми информационными системами (системами ФОМС, ТФОМС, мониторинга движения лекарственных средств, РМИС (изменения в пп. 1 статьи 91 ФЗ от 21 ноября 2011 года № 323-ФЗ), возможность доступа

граждан к своей медицинской информации через личный кабинет «Мое здоровье» ЕПГУ.

Медицинские данные на текущий момент экспортируются в ЕГИСЗ из МИС различного уровня в формате стандартизированных электронных медицинских документов (СЭМД), являющихся ограниченным подмножеством Архитектуры клинических документов CDA Release 2, которые образуют Интегрированную электронную медицинскую карту (ИЭМК)[9].

На этапе создания ЕГИСЗ ключевой задачей является обеспечение всем государственным медицинским учреждениям условий для создания и ведения медицинской документации в электронном виде. На этом этапе целесообразно ограничение медицинской информации, передаваемой в ЕГИСЗ минимально необходимым набором данных, передаваемых в формате ИЭМК, т.к. оно обеспечивает формирование ядра и инфраструктуры системы, отработку ее базовых эксплуатационных характеристик, таких как: сбор и передачу данных, их хранение, анализ и статистическую обработку. Расширение целей ЕГИСЗ от сбора, анализа и использования информации в административно-статистических целях до формирования экосистемы цифрового здравоохранения позволит автоматизировать значительную часть действий с медицинской частью данных, обеспечить адаптивный мониторинг и контроль значительной части функций системы оказания медицинской помощи, в том числе качества и доступности медицинских услуг. Также это позволит формировать и развивать систему знаний и научных исследований, оптимизировать затраты на оказание медицинской помощи и предоставить пациенту дополнительные формы управления своим здоровьем.

Для реализации решений, основанных на интеллектуальном анализе, необходима консолидация данных и перевод их в структурированную форму, позволяющую трансформировать большие базы данных в базы знаний. Формирование деперсонифицированных баз





медицинских знаний с использованием русского языка достаточного объема необходимо для реализации процесса создания онтологий. Очевидно, что чем крупнее база знаний, тем более точный анализ смогут обеспечивать функциональные аппаратные модули для интеллектуальной обработки этих знаний, тем выше потенциал их эффективности в практическом здравоохранении, а соответственно и уровень принятия управленческих и медицинских решений. В этой связи путь на централизацию системы сбора и хранения медицинских данных и баз знаний на сегодняшний день является доминирующим трендом. В то же время программные модули, использующие эти знания, скорее всего будут развиваться по функциональному принципу: модульная архитектура интеллектуальных приложений позволит более полно реализовать их задачи и опережающие запросы отрасли, обеспечит конкурентную и экономически эффективную модель разработки и внедрения.

В схематичном виде модель информационной экосистемы общественного здравоохранения нового типа представлена на диаграмме №1.



**Диаграмма 1. Информационная экосистема здравоохранения**

В предложенной архитектуре информационной экосистемы здравоохранения базы медицинских знаний и онтологий непрерывно формируются и пополняются с использованием гибридных подходов: наряду с иерархическим принципом формирования централизованных ведомственных медицинских информационных систем, таких как ЕГИСЗ, они используют открытую распределенную архитектуру, при которой знания в этих базах группируются вокруг конкретного физического лица с возможностью их пополнения другими участниками экосистемы, в том числе и самим физическим лицом, а также приборами к нему привязанными. Облачная архитектура и современные технологии сбора, обработки, и хранения указанных данных позволяют собрать их, структурировать и использовать для последующего анализа. Собранные данные затем деперсонифицируются, трансформируются в специальный формат и поступают в базы медицинских знаний.

Программные комплексы используют базы знаний и онтологии для обработки с помощью методов искусственного интеллекта и возвращают результаты посредством автоматизированных интеллектуальных сервисов. Они используются при оказании медицинской помощи, администрировании системы общественного здравоохранения, стимулировании положительной динамики общественного и индивидуального здоровья. Обратная связь в конкретных медицинских эпизодах и организационно-финансовых, административных воздействиях также фиксируется. Результаты указанных рекомендаций или воздействий и общий результат законченного эпизода (проекта) возвращается в базу знаний, а также используется для дальнейшего обучения интеллектуальных систем.

Представленная экосистема цифрового здравоохранения и уровень развития интеллектуальных программных средств уже в обозримой перспективе (5–10 лет) позволит



проектировать и внедрять такие сервисы, как интеллектуальная система поддержки принятия врачебных решений, формализация простых административных и медицинских процедур для прямого контакта с человеком: мониторинг экстремальных отклонений состояния здоровья, логистика взаимодействия с медицинским персоналом и контроль медицинских назначений, интерактивное взаимодействие в случаях первой медицинской помощи, образовательные, просветительские и обучающие программы, профилактика здорового образа жизни и других однозначных и хорошо формализуемых процессов.

В дальнейшем, по мере накопления и развития медицинских знаний и онтологий, практического совершенствования программно-аппаратных средств, использующих методы искусственного интеллекта, становится возможным более глубокая их интеграция в систему оказания медицинской помощи. В частности, это позволит задействовать и использовать интеллектуальные симуляторы таких органов чувств, как зрение (распознавание и диагностика), слух, обоняние для непосредственного участия в процессе оказания медицинской помощи.

В настоящее время в сфере здравоохранения мы наблюдаем практически параллельное развитие двух основных групп информационных систем по типу используемого математического аппарата:

**1. Создание, поддержка и развитие единой информационной инфраструктуры.** С этой задачей непосредственно связаны управленческие задачи государственного статистического наблюдения и мониторинга, планирование и прогнозирование комплексных организационных и финансово-экономических инструментов и их результатов, в том числе страхового медицинского обеспечения, административно-хозяйственной деятельности, выполнения целого ряда показателей, в том числе

объема, качества и эффективности медицинской помощи.

Математические инструменты и модели, используемые для реализации указанных задач, довольно хорошо описаны, а специализированное программное обеспечение, разработанное и внедренное в различных странах мира (в том числе и в России) постоянно совершенствуется в рамках уже созданных национальных информационных сегментов в сфере здравоохранения, их законодательного и нормативно-правового обеспечения, международной интеграции.

**2. Создание принципиально новых информационных инструментов, позволяющих автоматизировать целый ряд административных функций системы здравоохранения, в первую очередь направленных на взаимодействие с пациентом и обеспечение проведения различных медицинских манипуляций, а также позволяющих проводить сложный анализ.** Указанные системы создаются, как правило, в виде функциональных модулей или приложений и используют данные и знания, получаемые с помощью экосистемы первой группы. При разработке указанных систем активно используются различные методы интеллектуального анализа. В перспективе программные средства этой группы будут интегрированы в группу 1.

В условиях технологического отставания от лидеров (национальные информационные системы США, Великобритании, Германии, Южной Кореи) целесообразно применять «опережающую» модель развития. Она заключается в параллельном развитии с последующим объединением трех основных технологических трендов:

- развитие инфраструктурной компоненты экосистемы информационного обеспечения здравоохранения;

- структурирование данных методами data mining с применением тиражируемых BI





систем, в том числе и отечественного производства для получения статистики и аналитики и использования ее в оперативном управлении и планировании;

- развитие инфраструктуры, методологии и прикладного применения систем с использованием искусственного интеллекта с функционалом, ориентированным на внедрение в наиболее чувствительных участках системы общественного здравоохранения. Наиболее актуальными представляются задачи по созданию систем персонифицированного взаимодействия (системы, направленные на автоматизацию логистики медицинских процедур и ЗОЖ, информационное интерактивное взаимодействие в хорошо формализованных областях), а также систем, направленных на мониторинг, анализ и прогноз в наиболее опасных медицинских нозологиях: болезни системы кровообращения, новообразования, заболевания органов пищеварения и дыхания.

Комплексные и скоординированные усилия, направленные одновременно в трех указанных направлениях позволят сократить, а при удачном стечении обстоятельств и ликвидировать к 2030 году технологическое отставание, обеспечить систему общественного здравоохранения мощным и современным драйвером роста и стимулировать отечественных

разработчиков к созданию и внедрению конкурентоспособных решений. Пример архитектуры комплексной информационной системы, использующей сочетание различных моделей анализа приведен на *рис. 2* [3]

Построение программы и соответствующих дорожных карт на такой длительный период должно учитывать возможность появления новых открытий и технологий, о которых мы пока не знаем, использование потенциала лучших современных решений (возможность интероперабельности и соответствие международным стандартам), возможности развития по различным сценариям, в зависимости от уровня развития технического прогресса, уровня доступности передовых технологий и ресурсных возможностей для их реализации, включая комплексный синергетический эффект различных программ развития.

### 3. Наиболее распространенные элементы математического аппарата, используемые при описании моделей интеллектуального анализа в медицине.

Успешные проекты в области создания сложных медицинских информационных систем – это интегральный результат работы комплексных команд специалистов, обладающих высокими компетенциями, часть из которых способна консолидировать коммуникации



Рис. 2. Обобщенная архитектура системы поддержки принятия решений



в смежных областях знаний. Как правило, в составе указанных команд присутствуют постановщики задач, профильные эксперты, математики, специалисты, обладающие компетенциями в области различных программных средств. Успешное проектирование, разработка и внедрение информационной системы – результат довольно длительного процесса взаимодействия ядра команды со всей экосистемой.

В этой связи мы считали целесообразным в рамках настоящей работы раскрыть смысл ряда ключевых понятий, используемых не только в процессе создания и внедрения современных информационных систем, но и все более активно употребляемых в медицинском сообществе. Многие из представленных понятий и методов развиваются и не имеют на данный момент четко определенных границ, а также по-разному трактуются представителями различных научных школ. Задача данного раздела – популярно и по возможности математически строго представить специалистам в области здравоохранения суть понятий и методов, используемых при описании отраслевых информационных систем.

Использование математического аппарата для описания, классификации и прогнозирования медицинских процессов применялось с момента образования системных знаний в медицине. Врачи всегда вели статистический учет, использовали его данные для прогнозирования и планирования своей деятельности. Диагностика, наблюдение, а также весь процесс лечения и реабилитации также описывался определенным набором данных, который использовался в медицинской науке для выявления закономерностей и структурирования знаний.

Начиная с пятидесятых годов 20 века, с появлением ЭВМ в здравоохранении начинают применяться более сложные математические методы. Прогнозы аналитического агентства Accenture[13] говорят о том, что к 2024 г.

здравоохранение будет лидировать по количеству внедрений программных продуктов, основанных на моделях искусственного интеллекта, находящихся на переднем крае математической мысли и использующими значительные вычислительные ресурсы. На сегодняшний день при моделировании медицинских процессов используется около ста математических моделей и закономерностей. В данном разделе мы опишем только наиболее часто используемые в здравоохранении методы и понятия, обеспечивающие сквозные коммуникации разработчиков, организаторов и конечных пользователей.

*Под **Знаниями** понимается совокупность сведений, которая образует целостное описание, соответствующее некоторому уровню осведомленности об описываемом вопросе, предмете, проблеме и т.д.*

*Принятие решений требует **Информации**, которая основана на данных.*

***Данные** обеспечивают получение информации, которая поддерживает решения.*



***Онтология** – система понятий некоторой предметной области, которая представляется как набор сущностей, соединенных различными отношениями*

В настоящее время в сфере здравоохранения для построения программных средств интеллектуального анализа данных чаще других используются следующие математические методы и инструменты (по частоте их использования):

✓ **Интеллектуальный анализ данных** (Data Mining) – извлечение, обработка и анализ данных, в том числе с использованием



моделей искусственных нейронных сетей. В настоящей работе мы приведем общие представления о следующих архитектурах нейронных сетей:

- **Сверточные нейронные сети** (Convolutional neural network, далее CNN) и
- **Рекуррентные нейронные сети** (Recurrent neural networks, далее RNN): распознавание, эмоции и мимика на видео (RNN) сложный интеллектуальный анализ.

✓ **Байесовский подход** (Bayesian Analysis) используется в машинном обучении и статистике, а также в совокупности с нейронными сетями. Классический пример из медицины: оценка двух равновероятных диагнозов при проявлении схожих симптомов и наличия данных, связывающих симптоматику и диагноз.

✓ **Регрессионный анализ** (Regression analysis) – распространенный и хорошо изученный метод исследования статистических данных. Отдельно остановимся на **Временных рядах (Time series)**, используемых для описания и анализа циклических и нециклических колебаний (временных и т. д.).

**Интеллектуальный анализ данных (Data Mining)** – извлечение, обработка и анализ данных.

Несмотря на консервативность медицины во многих ее аспектах, технология Data Mining в последние годы активно применяется для различных исследований и в этой сфере человеческой деятельности. Традиционно для постановки медицинских диагнозов используются экспертные системы, которые построены на основе символьных правил, сочетающих, например, симптомы пациента и его заболевание. С использованием Data Mining при помощи шаблонов можно разработать базу знаний для экспертной системы.

Методы Data Mining используются при решении следующих задач:

- классификация: в результате решения задачи классификации обнаруживаются признаки, которые характеризуют группы объектов исследуемого набора данных – классы; по этим признакам новый объект можно отнести к тому или иному классу. Для решения задачи классификации могут использоваться такие инструменты, как: байесовские сети (Bayesian Networks); деревья решений; нейронные сети (neural networks) и др.;

- кластеризация: является логическим продолжением идеи классификации. Особенность кластеризации заключается в том, что классы объектов изначально не predetermined. Кластеризация предназначена для разбиения совокупности объектов на однородные группы (кластеры или классы) и дальнейшего их анализа;

- прогнозирование: в результате решения задачи прогнозирования на основе особенностей исторических данных оцениваются пропущенные или же будущие значения целевых численных показателей. Для решения таких задач широко применяются методы математической статистики, нейронные сети и др.;

- ассоциация: в ходе решения задачи поиска ассоциативных правил отыскиваются закономерности между связанными событиями в наборе данных. Отличие ассоциации от предыдущих задач Data Mining в том, что поиск закономерностей осуществляется не на основе свойств анализируемого объекта, а между несколькими событиями, которые происходят одновременно.

В общем случае процесс интеллектуального анализа и обработки данных состоит из следующих этапов: постановка задачи, отбор данных, очистка, обогащение, кодирование, извлечение знаний и сообщение. Процесс носит итеративный характер: на каждом шаге возможен возврат на один или более этапов. Например, на этапе извлечения знаний можно вернуться к этапу очистки. [2]



**Байесовский подход** заключается в переходе от априорных знаний к апостериорным с учетом наблюдаемых явлений. Основан на формуле Байеса. Позволяет оперировать на непрерывном интервале между «истиной» и «ложью», присваивая событиям промежуточные значения вероятности. При большом объеме знаний показывает математически корректные результаты. Благодаря этим свойствам активно используется в машинном обучении и статистике, а также в совокупности с нейронными сетями. Классический пример из медицины: оценка двух равновероятных диагнозов при проявлении схожих симптомов и наличия данных, связывающих симптоматику и диагноз.

Формулу Байеса в простейшем виде можно представить следующим образом:

Пусть  $x = (x_1 \dots x_i)$  – экспериментальные данные (симптомы) – апостериорные значения, а  $H$  – множество независимых гипотез (диагнозов), образующих полную систему, суммарная вероятность которых равна 1 – априорные значения.  $P(x|H)$  – вероятность того, что  $x$  произойдет, при условии, что  $H$  – произошло. Это значение называют значением правдоподобия. В случае непрерывных величин вместо значения вероятности используется функция плотности вероятности  $p(x)$ .

В этом случае формулу Байеса можно записать следующим образом:

$$p(H|x) = \frac{p(x|H)p(H)}{p(x)} \quad (1)$$

**Нейронная сеть** – это система программных нейронов, соединенных и взаимодействующих между собой.

Области применения нейронных сетей:

- Классификация.
- Прогнозирование.
- Распознавание.

Программный Нейрон – это вычислительная единица, которая получает информацию, присваивает ей весовые коэффициенты ( $W$ ),

производит над ней простые вычисления и передает ее дальше (рис. 3). Они делятся на три основных типа: входной, скрытый и выходной. В том случае, когда нейросеть состоит из большого количества нейронов, вводят термин слоя. Соответственно, есть входной слой, который получает информацию, скрытые слои, которые ее обрабатывают и выходной слой, который выводит результат. В процессе обучения нейроны скрытых слоев самостоятельно изменяют весовые коэффициенты связей.

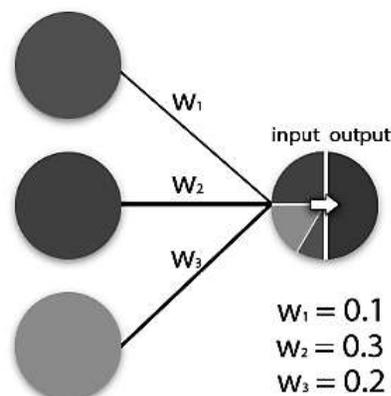


Рис. 3. Пример структуры программного нейрона [15]

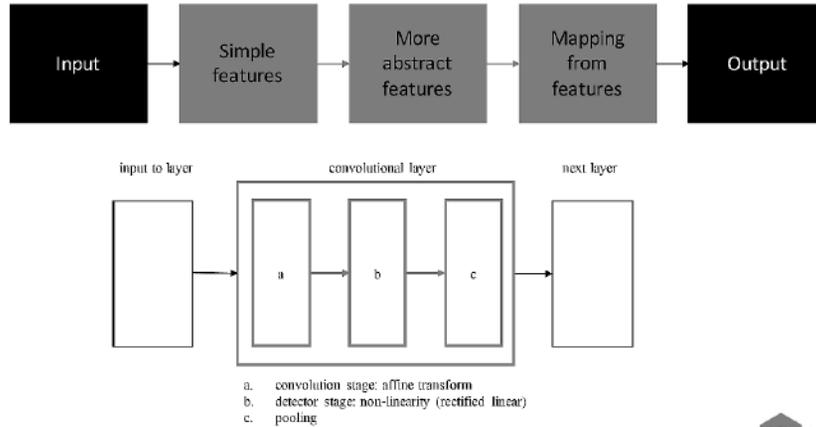
### Сверточная нейронная сеть

На рис. 4 чёрным обозначены те части, которые не учатся, все остальные слои способны обучаться (самостоятельно изменять весовые коэффициенты связей). Существует множество определений того, что находится внутри каждого сверточного слоя. Одно из принятых обозначений – один слой с тремя компонентами разделяют на этап свертки (convolution stage), стадия распознавания (detector stage) и объединение (pooling stage).

Название архитектура сети получила из-за наличия операции свёртки, суть которой в том, что каждый фрагмент изображения умножается на матрицу (ядро) свёртки поэлементно, а результат суммируется и записывается в аналогичную позицию выходного изображения.



## Архитектура



(Goodfellow, 2016)



Рис. 4. Архитектура сверточной нейронной сети [14]

**Рекуррентные нейронные сети** (Recurrent neural networks) используют тогда, когда важно распознавать динамические задачи. В частности, они применяются для распознавания видеоизображений во временной динамике. Эта задача актуальна для распознавания эмоций, визуальных симптомов

и других задач, для которых важен анализ изменений, пусть и краткосрочных. Основное отличие от обычных нейронных сетей – наличие обратной связи с предыдущими состояниями системы или объекта, информация о которых передается на один из слоев сети. Структура рекуррентной сети представлена на рис. 5.

## Рекуррентные сети для распознавания эмоций на видео

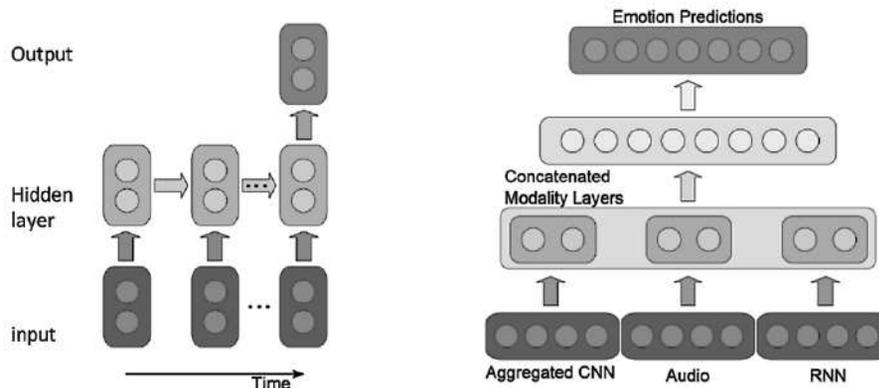


Рис. 5. Структура рекуррентной нейронной сети [14]



## Регрессионный анализ

Регрессией называется зависимость среднего значения одной случайной величины от некоторой другой (или от нескольких случайных величин), а регрессионным анализом – раздел математической статистики, объединяющий прикладные методы исследования регрессионных зависимостей.

«Этот термин в статистике впервые был использован Френсисом Гальтоном (1886) в связи с исследованием вопросов наследования физических характеристик человека. В качестве одной из характеристик был взят рост человека; при этом было обнаружено, что в целом сыновья высоких отцов, что не удивительно, оказались более высокими, чем сыновья отцов с низким ростом. Более интересным было то, что разброс в росте сыновей был меньшим, чем разброс в росте отцов. Так, проявлялась тенденция возвращения роста сыновей к среднему (regression to mediocrity), то есть «регресс». Этот факт был продемонстрирован вычислением среднего роста сыновей отцов, рост которых равен 56 дюймам, вычислением среднего роста сыновей отцов, рост которых равен 58 дюймам, и т. д. После этого результаты были изображены на плоскости, по оси ординат которой откладывались значения среднего роста сыновей, а по оси абсцисс – значения среднего роста отцов. Точки (приблизительно) легли на прямую с положительным углом наклона меньше 45°; важно, что регрессия была линейной.»

Задачей регрессионного анализа является нахождение «наилучшей» функции  $f$ , описывающей зависимость  $y$  от  $x$ . Оценка в основном производится по методу наименьших квадратов, либо по методу максимального правдоподобия (что возможно только при известном распределении величин  $y$ ), методу моментов, квантильным регрессиям.

При использовании регрессионного анализа важно правильно выбрать вид и степень сложности регрессионной модели. Классический путь состоит в учете биологических,

физических и других предпосылок, а качество полученной модели оценивается по величине остаточных отклонений. Разработаны критерии оптимальной сложности регрессии в зависимости от дисперсии остаточных отклонений и объема выборки.

Если  $x_i$  и  $y_i$  – наблюдаемые величины,  $e_i$  – случайная ошибка с нулевым математическим ожиданием, то регрессия записывается в виде:

$$y_i = f(x_i) + e_i, \quad i = 1, 2, \dots, N,$$

где  $f$  – функция регрессии.

Если  $x_i$  – скалярная величина (число), то регрессия называется парной (связывающей пару случайных величин), если  $x_i$  – вектор, то множественной.

**Временные ряды (Time series).** Под временным рядом понимают упорядоченную во времени последовательность величин  $Y(t) = Y[1], Y[2], \dots, Y[t]$ , где  $t$  – момент времени [22, 23]. Принято выделять несколько основных элементов временного ряда: сезонная компонента –  $S(t)$ , циклическая компонента –  $C(t)$ , детерминированная компонента (или трендовая) –  $G(t)$  и случайная (или стохастическая) компонента –  $E(t)$ . Циклическая компонента отличается от сезонной тем, что продолжительность цикла как правило больше, чем один сезонный период, и разные циклы могут иметь разную продолжительность.

Временные ряды используются для описания заболеваний, обладающих циклической симптоматикой: психические расстройства, хронические заболевания, сезонные обострения аллергического характера.

Формулу временного ряда можно представить, как:

$$Y(t) = C(t) + S(t) + G(t) + E(t) \quad (2)$$

Основной задачей прогнозирования временного ряда является поиск наилучшей оценки эмпирических данных с целью предсказания поведения наблюдаемой величины  $Y(t+h)$ , где  $h$  – это шаг прогноза.

Для определения модели временного ряда последовательно элиминируют сезонные



и циклические компоненты, далее детерминированную составляющую, и, в конечном итоге, обрабатывают остаточный ряд.

Одним из первых этапов анализа временного ряда является его визуальное изучение с целью выявления тренда либо сезонной составляющей.

#### 4. Заключение

Основным отличием персонцентрированного здравоохранения является наличие информационной экосистемы, позволяющей комплексно выстраивать прямые адаптивные связи человека, как центрального объекта, со специалистами соответствующих общественных институтов. Именно поэтому вектор развития интеллектуальных систем в первую очередь ориентирован на создание среды взаимодействия для связей, где второй частью связи выступает человек, и где он еще долгое время не может быть заменен машиной: здравоохранение, наука, образование.

Распределенная и многовекторная модель внедрения в такой чувствительной области, как здравоохранение, может существовать только при наличии соответствующей законодательной и нормативной базы, направленной на обеспечение требований, предъявляемых к программным продуктам медицинского назначения, как с точки зрения технологической (надежность, безопасность, интероперабельность), так и с точки зрения медицинской (обеспечение исполнения отраслевых нормативов, стандартов и порядков оказания медицинской помощи, клинических рекомендаций, специальных нормативных требований, специфических этических требований). Новые технологические вызовы формируют однозначный запрос на совершенствование существующей законодательной и нормативно-правовой базы.

Внедрение представленной модели обладает целым рядом преимуществ, которые за отсутствием значимого практического опыта

пока не были количественно описаны, вместе с тем являются довольно очевидными:

1. Оптимизация взаимодействия физического лица и системы общественного здравоохранения, позволяющая в обозримый срок практически полностью автоматизировать всю административную часть процесса. Это повлечет за собой значительное снижение, а возможно и устранение кадрового дефицита в данной области и качественно ускорит все процессы.

2. Повышение квалификации уже существующих специалистов – врачей, что позволит значительно сократить время оказания скорой и неотложной помощи, а также обеспечит доступность современных медицинских методов и процедур, сократит транспортные и иные издержки, связанные с их оказанием.

3. Оперативный анализ и интеллектуальная обратная связь обеспечит значительное повышение точности и эффективности планирования ресурсов на всех уровнях системы, возможность прогнозирования отклонений и формирования превентивных защитных процедур.

4. Возможность мотивации человека к ведению здорового образа жизни путем создания системы мониторинга, позволяющей контролировать выполнение соответствующих действий пациентом и его окружением.

5. Развитие научных исследований в части здоровья человека с использованием инструментов, позволяющих моделировать процессы, ранее требовавшие значительных временных и других ресурсов.

6. Разработка и внедрение нового класса персонифицированных медицинских препаратов.

7. Внедрение гибкой системы страхового обеспечения здравоохранения, оптимизация ресурсов и формирование персональных мотивационных механизмов.

8. Формирование единого центра национальной компетенций и координации развития информатизации, статистики, аналитики и логистики здравоохранения.



## ЛИТЕРАТУРА



1. Осипов Г.С. «Методы искусственного интеллекта» Физматлит, 2011.
2. Барсемян А.А. Технологии анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP: учеб. Пособие / А.А. Барсемян, М.С. Куприянов, В.В. Степаненко, И.И. Холод. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007.
3. Чернышева Г.Ю. (составитель). Интеллектуальный анализ данных. Саратов: СГСЭУ, 2012.
4. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville. Deep Learning. The MIT Press, 2016 г.
5. Степанова М.Г., Самодумкин С.А., Лемешева Т.Л. Математические методы диагностики в медицинских интеллектуальных системах. Минск: БГУИР, 2001.
6. Федеральный закон от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации».
7. Федеральный закон от 29 июля 2017 г. № 242-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья».
8. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 28 апреля 2011 г. № 364.
9. Интегрированная электронная медицинская карта. Описание стандартизированных электронных медицинских документов (СЭМД). // URL: <http://portal.egisz.rosminzdrav.ru/materials/46>. Дата обращения: 04.09.2017.
10. Кузнецов П.П. Персональный менеджер здоровья: требования к информационному обеспечению. Доклад на конференции IT&Med, Москва, 2017. Адрес страницы: // URL: [http://itmedforum.ru/sites/default/files/10.25-10.40\\_kuznecov.pdf](http://itmedforum.ru/sites/default/files/10.25-10.40_kuznecov.pdf). Дата обращения: 04.09.2017.
11. Шифрин М.А. 4П-медицина – синергия биомедицины и информатики. Доклад на конференции IT&Med, Москва, 2017. Адрес страницы: // URL: [http://itmedforum.ru/sites/default/files/9.40-9.55\\_shifrin.pdf](http://itmedforum.ru/sites/default/files/9.40-9.55_shifrin.pdf). Дата обращения: 04.09.2017.
12. Выступление Министра Вероники Скворцовой на заседании Совета по стратегическому развитию и приоритетным проектам под председательством Президента Российской Федерации Владимира Путина. Адрес страницы: // URL: <https://www.rosminzdrav.ru/news/2017/03/21/5225-vystuplenie-ministra-veroniki-skvortsovoy-na-zasedanii-soveta-po-strategicheskomu-razvitiyu-i-prioritetnym-proektam-pod-predsedatelstvom-prezidenta-rossiyskoy-federatsii-vladimira-putina>. Дата обращения: 04.09.2017.
13. Artificial intelligence: Healthcare's new nervous system. Accenture consulting. // URL: <https://www.accenture.com/us-en/insight-artificial-intelligence-healthcare>. Дата обращения: 04.09.2017.
14. Нейронные сети: практическое применение. Наталия Ефремова, research scientist, NtechLab // URL: <https://habrahabr.ru/post/322392/> Дата обращения: 2017.09.04.
15. Нейронные сети для начинающих. // URL: <https://habrahabr.ru/post/312450/>. Дата обращения: 04.09.2017.
16. Лебедев С.В., Жукова Н.А. Слияние медицинских данных на основе онтологий. Онтология проектирования, Т. 7, № 2 (24)/2017. – С. 145–159.
17. Нейросеть в 11 строчек на Python. // URL: <http://iamtrask.github.io/2015/07/12/basic-python-network/>. Дата обращения: 04.09.2017.





18. Мухин Ю.Ю., Коссова Е.В. Подходы к оценке полной (совокупной) стоимости владения (ТСО) для медицинских информационных систем. Экономические критерии и их влияние на оптимизацию информационной структуры медицинской организации. // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2010, Т. 8, № 12.
19. Мухин Ю.Ю., Лебедев Г.С. Подходы к параметрической оценке и сопоставлению функций медицинских информационных систем // Информационные и измерительные управляющие системы. М.: 2013, № 10, Т. 11. – С. 19–31.
20. Ветров Д.П., Кропотов Д.А. Байесовские методы машинного обучения. Учебное пособие. М.: 2007.
21. Гусев А.В., Зарубина Т.В. Поддержка Принятия врачебных решений в Медицинских информационных системах Медицинской организации. «Врач и информационные технологии», 2017. – № 2, – С. 60–72.
22. Чураков Е.П. Прогнозирование эконометрических временных рядов. – М.: Финансы и статистика, 2008.
23. Егоров Д.Б., Санников А.Г., Захаров С.Д. Шваб Д.В., Валеев Р.И. Анализ и прогнозирование общественно опасных действий психически больных современными математическими методами. «Врач и информационные технологии», 2017. – № 3.
24. Константинова Н.С., Митрофанова О.А. Онтологии как системы хранения знаний. // Всероссийский конкурсный отбор обзорно-аналитических статей по приоритетному направлению «Информационно-телекоммуникационные системы», 2008. – 54 с.
25. Мухин К.Ю. Противоречивость долгосрочных и краткосрочных целей: пути согласования // Культура и туризм как инструменты повышения человеческого потенциала нации: Труды Всероссийской научно-практической конференции. Национальная академия туризма, Санкт-Петербург, 14–15 апреля 2016 г. – С.-Пб.: Д.А.Р.К., 2016. – 416 с., 275–280 с.
26. DAF Community Presentation 10-19-2016.
27. Conceptualizing a Data Infrastructure for the Capture, Use, and Sharing of Patient-Generated Health Data in Care Delivery and Research through 2024. Draft White Paper for a PGHD Policy Framework. Accenture, 2017
28. Beck K, Beedle M., Bennekum A., Cockburn A., Cunningham W., Fowler M., Grenning J, Highsmith J, Hunt A., Jeffries R., Kern J., Marick B., Martin R., Mellor S., Schwaber K., Sutherland J, Thomas D. Manifesto for Agile Software Development. 2001.
29. Schwaber K. and Sutherland J. The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game, 2013.
30. // URL: <https://scrumtrek.ru/blog/agile-transformatsiya-i-korporativnaya-kultura/>. Дата обращения: 07.09.2017.
31. A Robust Health. Data Infrastructure. AHRQ Publication № 14–0041-EF. April 2014
32. // URL: <https://www.ohdsi.org/data-standardization/>. Дата обращения: 04.09.2017.
33. //URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B3%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%81%D0%B8%D1%8F\\_\(%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B3%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%81%D0%B8%D1%8F_(%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0)). Дата обращения: 04.09.2017.

Неопубликованные материалы (Готовятся к выходу):

34. Мухин К.Ю. Agile-эволюция проектных подходов как вынужденное требование времени. // «Инициативы XXI века», 2017.
35. Мухин К.Ю. Гибкая имплементация стандартов управления проектами P2M PMAJ & P5 GPM в контексте инновационного предпринимательства. // «Управленческие науки в современном мире», сборник докладов международной научной конференции, 2017.

**И.М. ДЕМЕНТЬЕВ,**

заведующий отделом планирования, координации и внедрения научных исследований<sup>1</sup>,  
e-mail: dim984@mail.ru

**А.Н. ГУРОВ,**

д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой организации здравоохранения  
и общественного здоровья Факультета усовершенствования врачей (ФУВ) МОНИКИ<sup>1</sup>,  
e-mail: angurov1@mail.ru

<sup>1</sup>ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт  
им. М.Ф. Владимирского», Москва, Россия

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПАСПОРТИЗАЦИИ ТРАВМАТОЛОГИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ, ПОСТРАДАВШИХ ПРИ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЯХ В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**УДК 614.2**

*Дементьев И.М., Гуров А.Н. Применение программного комплекса для паспортизации травматологических центров и контроля качества лечения пациентов, пострадавших при дорожно-транспортных происшествиях в Московской области (ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского», Москва, Россия)*

**Аннотация.** В рамках Единой медицинской информационно-аналитической системы Московской области разработан программный комплекс (ПК) для паспортизации травматологических центров, который позволяет осуществлять статистический и экономический анализ для проведения финансового моделирования работы травматологических центров в интересах обеспечения высокого качества лечения и предотвращения экономических потерь общества, снизить летальность пострадавших после ДТП в медицинских организациях.

**Ключевые слова:** Программный комплекс, информационная система, травматологический центр, дорожно-транспортные происшествия, показатель QALY, предотвращенный экономический ущерб.

**UDC 614.2**

*Dementiev I.M., Gurov A.N. Application of a software package for the certification of trauma centers and quality control of treatment of patients affected by road traffic accidents in the Moscow Region (Moscow Regional Research and Clinical Institute ("MONIKI"), Moscow, Russia)*

**Abstract.** Within the framework of the Unified Medical Information and Analytical System of Moscow Region («EMIAS») there was developed a software package for the certification of trauma centers, which allows to perform statistical and economic analysis for the financial modeling of trauma centers to ensure high quality of treatment and to prevent economic losses of the society and reduce the lethality of the victims after a car accident.

**Keywords:** Software package, information system, trauma center, traffic accidents, QALY indicator, prevented economic damage.





В здравоохранении Московской области продолжает совершенствоваться Региональный сегмент (РС) единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ), реализуемый в рамках Государственной программы Московской области «Эффективная власть» на 2017–2021 годы, подпрограмма «Единая медицинская информационно-аналитическая система Московской области» [1].

Особую актуальность приобретает создание программных комплексов для оперативного мониторинга, паспортизации травматологических центров и контроля качества лечения пациентов, пострадавших при дорожно-транспортных происшествиях.

Как известно, одним из важнейших показателей, направленных на снижение смертности от внешних причин, является показатель, характеризующий смертность от дорожно-транспортных происшествий (ДТП).

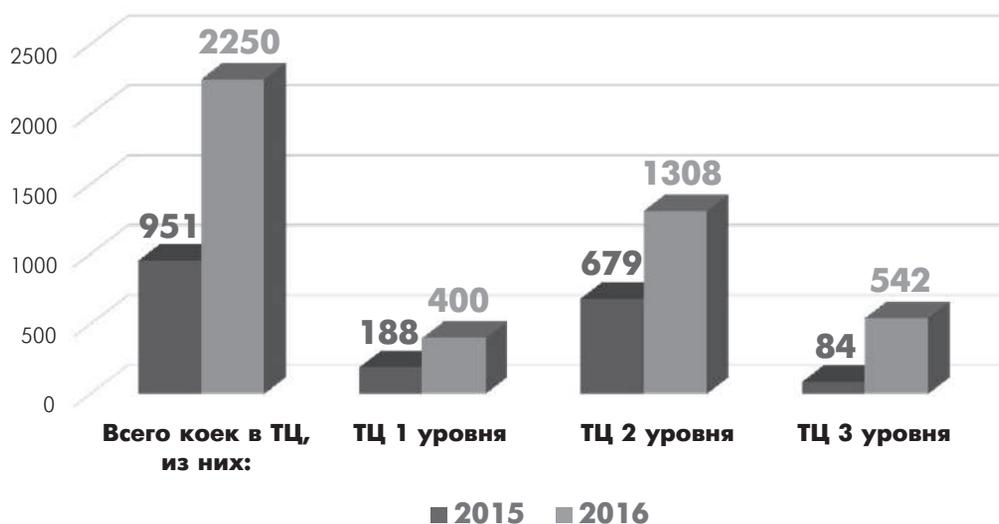
В Московской области (МО) этот показатель в последние годы колеблется с тенденцией на снижение: в 2014 г. – 9,6 случая в расчете на 100 тыс. населения; в 2015 г. – 9,3;

в 2016 г. – 10,2 случая в расчете на 100 тыс. населения (в плане на 2018 г., определенном в Указе Президента Российской Федерации от 07.05.2012 г. № 598 – 8,6 случаев в расчете на 100 тыс. населения) (рис. 1). В 2016 г. по данному показателю Московская область занимала в Российской Федерации 10 место, в Центральном Федеральном округе (ЦФО) – 4 место, т.е. очевидные успехи в этой работе, и это несмотря на одну из самых высоких плотностей дорожной сети в Российской Федерации после г. Москвы [2].

Травмы, полученные в результате ДТП, в ряде случаев не являются смертельными, а пострадавшие достаточно часто погибают от осложнений, которых можно было бы избежать при раннем начале оказания первичной специализированной медицинской помощи, что еще раз подчеркивает ее значение в спасении жизни и сохранении здоровья пострадавшим. Лишь 20% летальных исходов до прибытия в лечебное учреждение связаны с получением травм, несовместимых с жизнью, а 80% – с несовершенством в организации и технологии выполнения работ по ликвидации последствий ДТП.



**Рис. 1. Смертность от дорожно-транспортных происшествий в Московской области фактические и целевые (плановые) показатели в расчете на 100 тыс. населения**



**Рис. 2. Общее число стационарных коек медицинских организаций в травматологических центрах различных уровней в 2015 г и 2016 г.**

Одной из предотвратимых причин летальности вследствие ДТП является своевременное оказание медицинской помощи на месте происшествия или по пути в медицинскую организацию. В течение первого часа после ДТП погибает около 60% пострадавших с крайне тяжелой травмой, а среди доставленных в стационар таких пациентов – 75% умирает в первые сутки.

Важным фактором, влияющим на уровень смертности вследствие ДТП, является организация оказания медицинской помощи пострадавшим на стационарном этапе. При этом уровень летальности при лечении в специализированных травматологических центрах (отделениях) вдвое ниже у взрослых и втрое ниже у детей по сравнению с таковым в случае лечения в общехирургических отделениях.

Медицинская помощь пострадавшим при ДТП на территории Московской области оказывается в соответствии с приказами Министерства здравоохранения РФ от 15.11.2012 г. № 927н «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи пострадавшим с сочетанными, множественными и изолированными травмами, сопровождающимися шоком»,

от 12.11.2012 г. № 901н «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи населению по профилю «травматология и ортопедия», приказом Министерства здравоохранения Московской области от 13.05.2016 г. № 995 «Об организации медицинской помощи при дорожно-транспортных происшествиях на территории Московской области», а также на основе клинических руководств и стандартов медицинской помощи [3–6].

В Московской области в медицинских организациях (МедО) вдоль основных автодорожных трасс создана система травматологических центров (ТЦ). Всего ТЦ – 48, из них: ТЦ 1 уровня – 6, ТЦ 2 уровня – 27, ТЦ 3 уровня – 15. Общее число стационарных коек в травматологических центрах медицинских организаций Московской области в 2016 г. выросло по сравнению с 2015 г. на 42, 3% за счет дополнительного создания на базе травматологических отделений ТЦ 1 уровня в 4-х МедО, ТЦ – 2 уровня в 13 МедО, ТЦ – 3 уровня в 12 МедО, рис. 2.

Для совершенствования работы травматологических центров, при оказании медицинской помощи пострадавшим в ДТП, созданный





нами программный комплекс позволяет осуществлять анализ показателей независимой оценки качества оказания услуг, определённый приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 14.05.2015 г. № 240 «Об утверждении Методических рекомендаций по проведению независимой оценки качества оказания услуг медицинскими организациями».

Анкеты заполняются на интернет-сайтах <https://www.rosminzdrav.ru> министерства здравоохранения Московской области и медицинских организаций, затем выгружаются в созданный нами программный комплекс. При этом анализировались показатели, которые содержали критерии, характеризующие:

- открытости и доступности информации о ТЦ;
- комфортность условий предоставлений услуг и доступность их получения;
- время ожидания предоставления услуг;
- доброжелательность, вежливость, компетентность работников ТЦ;
- удовлетворенность качеством оказания услуг;
- наличие обоснованных жалоб на работу сотрудников ТЦ.

С использованием имеющихся программных средств был разработан механизм математической, алгоритмической и статистической обработки данных с применением компьютерных технологий.

Результаты изучения анкет, заполненных на интернет-сайтах, позволяют заключить, что открытостью и доступностью информации о ТЦ удовлетворены на 70% в ТЦ 3 уровня, на 75% в ТЦ – 2 уровня и на 80% в ТЦ 1 уровня.

Комфортность условий предоставлений услуг и доступность их получения удовлетворяет пациентов на 70% в ТЦ 3 и 2 уровня и на 90% в ТЦ 1 уровня. Причиной неудовлетворенности, как правило, является отсутствие ремонта в помещениях, старая мебель и неудовлетворительное санитарно – гигиеническое состояние.

Время ожидания предоставления услуг удовлетворяет пациентов на 75% в ТЦ 3 уровня, на 85% в ТЦ 2 уровня и на 90% в ТЦ 1 уровня.

Доброжелательность, вежливость, компетентность работников ТЦ удовлетворяет пациентов на 60% для ТЦ 3 уровня, на 70% для ТЦ 2 уровня и на 85% для ТЦ 1 уровня.

Удовлетворенность качеством оказания услуг устраивает пациентов в ТЦ 3 уровня на 75%, в ТЦ 2 уровня на 75% и в ТЦ 1 уровня на 80%.

В травматологических центрах организуется круглосуточное оказание специализированной и высокотехнологичной медицинской помощи на госпитальном этапе пострадавшим при ДТП, в том числе с сочетанными, множественными и изолированными травмами, сопровождающимися шоком, их осложнениями и последствиями.

В ТЦ 1 и 2 уровней преимущественно организуется оказание медицинской помощи пострадавшим при ДТП с сочетанной черепно-мозговой и черепно-лицевой травмой, сочетанной травмой позвоночника и спинного мозга, с сочетанной травмой груди, с сочетанной травмой живота, таза и органов забрюшинного пространства, с сочетанной и множественной травмой конечностей, сочетанной травмой с двумя и более тяжелыми (доминирующими) повреждениями, с тяжелой изолированной травмой груди, живота и таза, с тяжелой травмой сосудов, а также пострадавшим для этапного хирургического лечения последствий травм, полученных при ДТП.

В ТЦ 3 уровня преимущественно организуется круглосуточное оказание экстренной медицинской помощи пострадавшим при ДТП с изолированными травмами, не сопровождающимися шоком.

При поступлении в медицинские организации, не являющиеся ТЦ, и в травматологические центры 2 или 3 уровней пострадавших, нуждающихся в оказании медицинской помощи в условиях ТЦ 1 или 2 уровней (соответственно), организуется их оперативная



медицинская эвакуация бригадами скорой медицинской помощи реанимационного профиля или бригадами экстренной медицинской помощи ГКУЗ МО «Территориальный центр медицины катастроф».

Практически во всех травматологических центрах медицинских организаций Московской области в 2016 г. заметно уменьшилась летальность пострадавших в ДТП. На основе полученных таким образом данных рассчитывается показатель QALY – количество приобретенных в результате оказанной медицинской помощи в травматологических центрах лет качественной жизни за счет спасения жизни и улучшения качества жизни травмированных в ДТП пациентов.

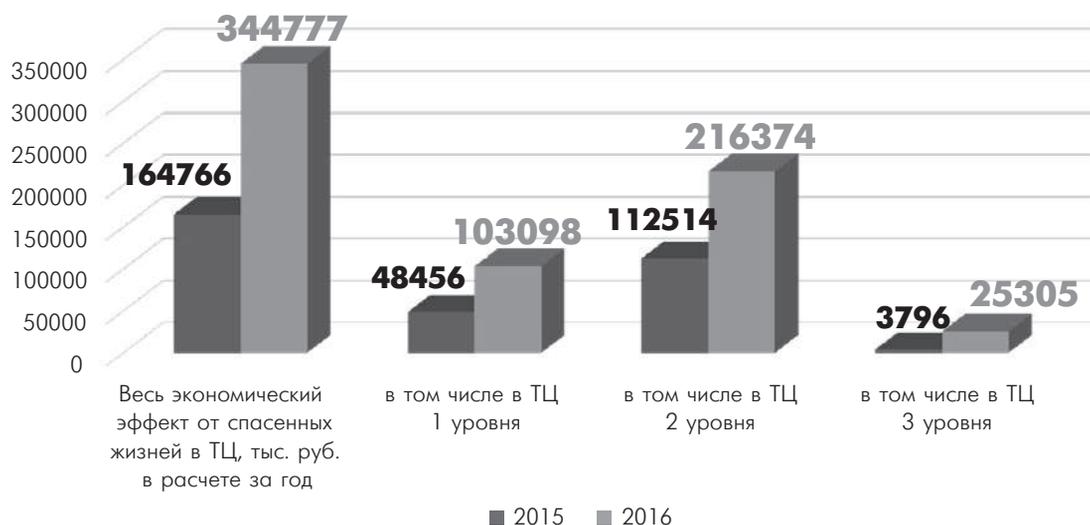
Основные положения концепции QALY: показатель QALY соответствует значениям в диапазоне от 1,0 до 0; один год здоровой жизни или абсолютного здоровья оценивается как 1,0; год, прожитый с проблемами со здоровьем, оценивается меньше 1,0 [7].

Несмотря на то, что показатели QALY содержат ряд допущений: показатели QALY равны между собою у людей, получивших травму

в разном возрасте (подростки и пожилые), разного пола, разных профессий. Хотя с экономической точки зрения год качественной жизни трудоспособного мужчины и пожилого или инвалида не равны. С экономической точки зрения значение небольшой прибавки лет качественной жизни для большого количества людей и большой прибавки качественных лет жизни для небольшого числа больных равнозначны.

В качестве примера, в 2016 г. из-за спасенных жизней после ДТП в Подольской ГКБ (ТЦ- 1) было получено 50 единиц QALY, из которых на долю мужского населения приходится 73,4% (37 QALY) и 26,6% (13 QALY) – среди женщин. Наибольшие абсолютные приобретения числа лет качественной жизни (QALY) для обоих полов пришлись на возрастную группу 30–40 лет.

Принимая во внимание, что единица QALY соответствует одному году здоровой жизни или абсолютного здоровья после оказанной качественной медицинской помощи, в травматологических центрах МО можно оценить предотвращенные потери валового регионального продукта (ВРП) Московской области



**Рис. 3. Величина предотвращенных потерь валового регионального продукта Московской области в результате сохранения жизни и здоровья пострадавших в ДТП от работы травматологических центров, тыс. руб. в расчете за год**



от предотвращенной смертности, которая могла бы наступить в результате ДТП. При этом за возраст окончания экономической активности человека принимали 72 года [8].

В 2016 г. за счет сохранения жизни пострадавших в ДТП в процессе работы травматологических центров медицинских организаций Московской области получен экономический эффект в размере 344777 тыс. руб., что больше, чем в 2015 г. на 47,8%. Как видно из рис. 3, в 2016 г. наибольший суммарный предотвращенный экономический ущерб в результате сохранения жизни от качественной работы и большом потоке пациентов получен в травматологических центрах 2 уровня – 216374 тыс. руб., что на 52% больше, чем в 2015 г. и ТЦ 1 уровня – 103098 тыс. руб., что на 47% больше, чем в 2015 г.

Руководители медицинских организаций, в структуре которых созданы ТЦ, обеспечивают:

- контроль за организацией и качеством оказания медицинской помощи пострадавшим при ДТП в соответствии с Порядком и стандартами медицинской помощи;
- укомплектованность учреждений медицинскими кадрами и материально-техническое оснащение в соответствии с порядками оказания медицинской помощи;
- организацию профессиональной подготовки и своевременной переподготовки врачей и среднего медицинского персонала по вопросам оказания медицинской помощи пострадавшим при ДТП;
- проведение клинического разбора каждого случая смерти пострадавшего при ДТП, наступившего в период его нахождения в медицинской организации, на врачебной комиссии МедО в течение 10 рабочих дней после получения заключения судебно-медицинской экспертизы.

Неудовлетворенность медицинской помощью являлась объектом особо пристального исследования, т.к. представляет собой

свойство процесса взаимодействия врача и пациента.

В ходе проводимого нами исследования по сбору информации об обоснованных жалобах на оказание медицинской помощи в медицинских организациях, имеющих ТЦ, выявлено, что в 2016 г. уменьшилось общее количество неудовлетворенности пациентов работой ТЦ – на 31%; значительно сократилось число незаконного взимания денежных средств и необходимости приобретать лекарства за свой счет; наблюдается тенденция к искоренению других негативных действий медицинских работников, приводящих к жалобам.

Таким образом, созданный программный комплекс (ПК) позволяет осуществлять статистический и экономический анализ для проведения финансового моделирования работы травматологических центров в интересах обеспечения высокого качества лечения и предотвращения экономических потерь общества в результате сохранения жизни и здоровья пострадавших в ДТП.

ПК предназначен для формирования, расчетов, корректировки и хранения информации о показателях деятельности травматологических центров медицинских организаций.

ПК обеспечивает справочно-информационную поддержку принятия управленческих и врачебных решений на основе оперативного доступа к достоверной статистической информации и диагностическим исследованиям с функцией ведения электронной истории болезни. Программа содержит справочники экономических данных (нормативы из порядков оказания помощи и цены на основные виды оборудования и расходных материалов) и встроенный алгоритм расчета стоимостных показателей.

ПК используется для ведения регистра пациентов, пострадавших при дорожно-транспортных происшествиях, формирования оптимальной системы маршрутизации пациентов, контроля в онлайн режиме качества лечения,



а также осуществления закупок расходных материалов и оборудования.

В целом работа, проводимая с использованием программного комплекса для паспортизации травматологических центров

и контроля качества лечения пациентов, позволит улучшить качество лечения и снизить летальность пострадавших после ДТП в травматологических центрах медицинских организаций.

---

## ЛИТЕРАТУРА



1. «Об утверждении государственной программы Московской области «Эффективная власть» на 2017–2021 годы» // Постановление Правительства Московской области от 25.10.2016 г. № 781/39 <http://mosreg.ru>.
2. Итоги работы системы здравоохранения Московской области в 2015 г. и задачи на 2016 г. М.О. Красногорск: 2017. – 334 с.
3. «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи пострадавшим с сочетанными, множественными и изолированными травмами, сопровождающимися шоком» // приказ Министерства здравоохранения РФ от 15.11.2012 г. № 927н [http://traumatolog.zagorsk.ru/docs/927n\\_politrauma\\_2012.pdf](http://traumatolog.zagorsk.ru/docs/927n_politrauma_2012.pdf).
4. «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи населению по профилю «травматология и ортопедия» // приказ Министерства здравоохранения РФ от 12.11.2012 № 901н [http://traumatolog.zagorsk.ru/docs/901n\\_trauma\\_2012.pdf](http://traumatolog.zagorsk.ru/docs/901n_trauma_2012.pdf).
5. «Об организации медицинской помощи при дорожно-транспортных происшествиях на территории Московской области» // приказ Министерства здравоохранения Московской области от 13.05.2016 г. № 995 <http://www.consultant.ru>.
6. Травматология национальное руководство / под ред. Г.П. Котельникова и С.П. Миронова. – М.: ГЭОТАР-Медиа. 2008. – 808 с.
7. Ермаков С.П., Царьков А.О., Антонюк В.В. Оценка тенденций и общая характеристика показателей глобального бремени болезней российского населения за 1965–2002 гг. – М.: Министерство здравоохранения и социального развития Российской Федерации, 2004. – 96 с.
8. «Об утверждении Методологии расчета экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидизации населения» // Приказ Министерства экономического развития РФ, Министерства здравоохранения и социального развития РФ, Минфина РФ и Федеральной службы государственной статистики от 10 апреля 2012 г. № 192/323н/45н/113. <http://www.garant.ru>.



**А.А. КОШКАРОВ,**

Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия, Koshkarov17@yandex.ru

**Д.В. ПЕННЕР,**

Заместитель начальника по информационным технологиям, ГБУЗ «Медицинский информационно-аналитический центр» министерства здравоохранения Краснодарского края, г. Краснодар, Россия, dpenner@miackuban.ru

**А.Б. СЕМЕНОВ,**

эксперт по вопросам информационных технологий в медицине, г. Краснодар, Россия, sot7@mail.ru

**А.А. ХАЛАФЯН,**

д.т.н., профессор кафедры прикладной математики, Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия, statlab@kubsu.ru

## МЕТОД ОНЛАЙН МЕДИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ Льготного лекарственного обеспечения (на примере Краснодарского края)

УДК 519.711

*Кошкаргов А.А., Пеннер Д.В., Семенов А.Б., Халафян А.А. Метод онлайн медико-экономического контроля льготного лекарственного обеспечения (на примере Краснодарского края)*

**Аннотация.** При выписке рецептов льготного лекарственного обеспечения есть вероятность нарушений при назначении лекарственных препаратов. Выявление дефектов выписки рецептов, а также нерационального назначения дорогостоящих препаратов после их отпуска в аптеке не позволяет предотвратить негативные последствия. Цель исследования – повысить эффективность организации льготного лекарственного обеспечения за счет проведения медицинской экспертизы (медико-экономического контроля) обоснованности назначения препаратов в режиме реального времени (онлайн). В работе предложен метод, и разработан алгоритм поддержки принятия решений при медицинской экспертизе в реальном времени. Раскрыты возможности единой информационной системы по выписке и отпуску льготных рецептов Краснодарского края для реализации технологии «электронного рецепта» и онлайн медико-экономического контроля назначения льготных лекарств. Установлена перспективность проведения медицинской экспертизы для выявления случаев полипрагмазии – когда одному пациенту назначено более пяти лекарственных препаратов. Определена актуальность проведения медицинской экспертизы не только на льготные лекарственные средства, но и на все выписанные рецепты. Поэтому целесообразно предложенный авторами подход распространить на медицинскую экспертизу всех рецептов, выписанных в электронном виде в режиме реального времени.

**Ключевые слова:** льготное лекарственное обеспечение, медико-экономический контроль, система поддержки принятия решений.

UDC 519.711

*Koshkarov A.A., Penner D.V., Semenov A.B., Khalaphyan A.A. Online method medical-economic control of prescriptions for preferential drug provision (by the example of Краснодар Region)*

**Abstract.** There is a high probability of making mistakes (intentional and unintentional) while filling the electronic form of the recipe for preferential drug provision, that may lead to violations in the prescription of drugs. Expert detection of prescription form filling errors after the drugs had been released to the patient in pharmacy can't prevent the negative impact on patient's health. The purpose of the study is to improve the effectiveness of organizing and performing the medical control of drugs prescribing, to simplify procedures for providing citizens with preferential medicines, applying the developed methods and algorithms for real-time verification of the selected recipes. The paper represents the method and the development of decision making support algorithm to be used while performing the medical expertise, also called medical -economic control. The opportunities of unified information system for prescribing and releasing of preferential recipes in the Краснодар Region are observed in the paper in the frame of implementation of the "electronic prescription" technology and medical expertise of preferential drugs prescribing in real time. The prospects of medical expertise performing for detecting cases of polypharmacy in advance are established in cases of multiple drugs prescription (more than five). The importance of performing medical expertise was defined for all kinds of prescription, not only for preferential drugs, consequently the suggested method and developed algorithm should be applied to medical expertise of all kinds of electronic prescription in real-time.

**Keywords:** preferential medicinal maintenance, medical and economic control, decision support system.



## ВВЕДЕНИЕ

**А**ктуальность темы исследования связана с тем, что сегодня построение эффективной системы практического здравоохранения невозможно без активного использования информационных технологий. Трудями известных ученых уже наработан богатый потенциал знаний в области методов и средств медицинской информатики, создания систем поддержки принятия врачебных решений. В работах [1–4] приведен обзор распространенных медицинских информационных систем. Подходы к параметрической оценке и сопоставлению их функций достаточно полно проанализированы в [10]. За последнее время значительный прогресс в области применения информационных технологий в медицине связан с проведением программы модернизации здравоохранения посредством внедрения современных информационных систем [5].

В связи с тем, что в России более 16 млн. человек являются льготными категориями граждан, которые имеют право на государственную социальную помощь, в субъектах Российской Федерации существуют фармацевтические организации для обеспечения граждан необходимыми лекарственными препаратами за счет средств федерального бюджета. Фармацевтические организации по заданию региональных органов власти в сфере здравоохранения проводят медицинскую экспертизу назначения льготных лекарств в медицинских организациях, также называемую медико-экономическим контролем, для краткости – МЭК. Это в высшей степени трудоемкая процедура по затратам временных и людских ресурсов. Например, в Краснодарском крае на более, чем полмиллиона граждан в месяц приходится 150 тыс. упаковок лекарственных препаратов, которые отпускаются по 120 тыс. льготным рецептам, выписанных 12 тыс. врачами.

Выявление врачом-экспертом дефектов выписки рецептов и нерационального назначения дорогостоящих препаратов после отпуска

препарата в аптеке не позволяет предотвратить негативное влияние как на здоровье пациента, так и на здравоохранение в целом. В то же время, несмотря на относительные успехи информатизации здравоохранения в России, системы поддержки принятия решений в сфере льготного лекарственного обеспечения еще не получили должного развития.

В связи с этим основной решаемой научной проблемой является разработка методологического и алгоритмического обеспечения системы онлайн (в режиме реального времени) автоматизированного отбора и предварительной экспертизы рецептов на льготные лекарства. Отсутствие подобной системы снижает эффективность организации и проведения медицинской экспертизы и, как следствие, усложняет процедуру обеспечения необходимыми лекарственными препаратами.

Поэтому целью исследования является повышение эффективности организации льготного лекарственного обеспечения за счет проведения медицинской экспертизы (медико-экономического контроля) назначения препаратов в режиме реального времени.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В Краснодарском крае функционирует единая информационная система по выписке и отпуску льготных рецептов – Процессинговый центр льготного лекарственного обеспечения (ПЦ ЛЛО) [11]. Система является централизованным программным сервисом, который размещен на серверных мощностях регионального информационного ресурса ГБУЗ «Медицинский информационно-аналитический центр» министерства здравоохранения Краснодарского края (ГБУЗ «МИАЦ» МЗ КК).

Одной из задач построения ПЦ ЛЛО является реализация 53-го пункта Плана мероприятий («дорожной карты») по развитию Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения в 2015–2018 гг., который называется «Процент выписанных





рецептов льготного лекарственного обеспечения, передаваемых в электронном виде в аптечные организации».

ПЦ ЛЛО осуществляет функции централизованной обработки данных и организации информационного электронного взаимодействия между участниками ЛЛО при обеспечении льготных категорий граждан лекарственными препаратами. Из-за особенностей обработки персональных данных льготников [7] сервисы ПЦ ЛЛО доступны только в рамках защищённой корпоративной сети передачи данных МЗ КК (сеть ViPNet № 1988) на автоматизированных рабочих местах пользователей:

- министерства и органов управления здравоохранения Краснодарского края;
- медицинских организаций – врачей, ведущих регистр региональных льготников и осуществляющих выписку рецептов;
- аптечных организаций – фармацевтов, осуществляющих отпуск по выписанным рецептам.

В ПЦ ЛЛО организована работа пунктов (кабинетов) выписки рецептов. Формирование бланка рецепта производится оператором по назначению врача. Но с учетом рекомендаций по проекту «Бережливая поликлиника» руководителям медицинских организаций рекомендовано перевести выписку рецептов непосредственно на автоматизированные рабочие места (АРМ) врачей в ПЦ ЛЛО. Что позволяет пациенту-льготнику не совершать дополнительные действия: выйти от врача, дойти до кабинета выписки, отстоять очередь, получить заполненный бланк рецепта, вернуться к врачу, чтобы поставить личную печать врача, а потом ещё и в регистратуре штамп и печать медицинской организации для рецептов. Таким образом, функционал ПЦ ЛЛО позволяет оптимизировать процесс выписки рецептов, внутреннюю логистику поликлиник, разделить потоки пациентов.

Бланк рецепта формируется с нанесённым машиночитаемым штрих-кодом. Для выписки

рецептов «на дому» в ПЦ ЛЛО реализована возможность формирования бланков для таких рецептов с резервированием номеров в выделенном диапазоне. Рецепты выписываются двумя способами:

1. По номенклатурному справочнику – из всего перечня медицинской продукции, доступной по соответствующему типу льготы. Также реализована возможность выписки в соответствии с решением врачебной комиссии по торговому наименованию, исключая выписку по международным непатентованным наименованиям.

2. По доступным остаткам – из остатков медицинской продукции в «прикреплённых» аптеках и аптечных пунктах.

Таким образом, к ПЦ ЛЛО подключены аптечные организации, которые передают информацию по остаткам и обслуженным/отсроченным рецептам. Как итог, медицинские организации получают в ПЦ ЛЛО следующую достоверную информацию:

- сведения об остатках лекарственных препаратов в аптеках (с ежедневным обновлением), при этом аптечным организациям нет необходимости передавать данные по остаткам на бумажном носителе, так как после загрузки в базу данных остатки будут доступны при выписке рецептов;

- об обслуженных рецептах, так как в ПЦ ЛЛО видно изменение статуса рецепта, например, когда по нему произошёл отпуск лекарственных препаратов, кто из льготников когда и что получил;

- об отсроченных рецептах, так как в ПЦ ЛЛО видно, по каким рецептам аптека не смогла обеспечить пациента в момент обращения и предпринять действия, чтобы урегулировать ситуацию и обеспечить пациента в срок.

Использование участниками ЛЛО функционала ПЦ ЛЛО возможно двумя способами [6]:

1) непосредственно в любом браузере (Internet Explorer, Opera, Chrome и т. д.) через



web-АРМы ПЦ ЛЛО: АРМ врача, АРМ эксперта, АРМ руководителя, АРМ фармацевта;

2) через профиль интеграции с медицинскими информационными системами (МИС), когда пользователь работает в интерфейсе МИС, а вся необходимая обработка и обмен информацией с ПЦ ЛЛО реализованы разработчиком «в фоновом режиме».

Предпочтительным является первый способ, когда вся работа проводится пользователем в режиме реального времени непосредственно в ПЦ ЛЛО. Если информационное взаимодействие организовано разработчиком МИС, со стороны медицинских организаций необходимо:

- контролировать полноту проведения обменов между МИС и ПЦ ЛЛО;

- осуществлять мониторинг на предмет наличия ошибок обмена и, в случае их выявления, исправлять эти ошибки (например, из-за несинхронизированных, неактуальных используемых пакетов нормативно-справочной информации);

- проверять наличие черновиков рецептов, переданных из МИС в ПЦ ЛЛО;

- отслеживать и синхронизировать статусы рецептов в МИС, чтобы исключить рассинхронизацию между базами данных МИС и ПЦ ЛЛО.

При этом ПЦ ЛЛО уже использует региональные справочники:

- медицинских и аптечных организаций;
- врачей, имеющих право выписки рецептов;
- единой номенклатуры для федеральной и региональной льготы.

Регистр федеральных льготников (региональный сегмент федерального регистра, далее – РСФР) загружается в ПЦ ЛЛО по данным, предоставляемым МЗ КК отделением Пенсионного фонда РФ по Краснодарскому краю раз в 10 дней по соглашению. Редактирование данных федеральных льготников запрещено, но реализованы возможности ввода данных и выписки рецептов:

- льготнику, временно отсутствующему в РСФР для обеспечения возможности выписки рецептов, не дожидаясь его появления в РСФР. После появления информации в РСФР и её загрузки в ПЦ ЛЛО данные по льготнику обновляются;

- иногороднему/инокраевому федеральному льготнику;

- для детей, на которых родители ещё не успели получить СНИЛС. В ПЦ ЛЛО создана возможность временно внести «условный» СНИЛС, а после получения документа заменить на настоящий.

Регистр региональных льготников врачи ведут в ПЦ ЛЛО, где сразу видно получателем каких видов льгот является льготник. Достаточно один раз в любой медицинской организации завести пациента-льготника, чтобы всем остальным участникам информационного обмена стала доступна полная информация по пациенту: какие льготы он имеет, какие рецепты ему выписывались ранее и т.д. При переезде пациента нет необходимости дублировать информацию, нужно только изменить данные об адресе проживания/регистрации и прикреплении к медицинской организации.

Ведение локальных регистров льготников в МИС не позволяло обеспечить возможность анализировать численность и состав льготных категорий граждан на региональном уровне, планировать необходимое финансирование на их обеспечение в рамках муниципалитетов края. Поэтому обеспечено ведение единого регистра федеральных и региональных льготных категорий граждан. Кроме того, на базе ПЦ ЛЛО организовано ведение специализированных регистров и реестров льготников – больных орфанными заболеваниями, регистр больных, нуждающихся в обезболивающей терапии, больных сахарным диабетом.

Для доступа к отчетам создана отдельная сводная база данных с web-приложением (<http://85.172.13.154:31415>), которая может быть размещена как в частном защищенном





Рис. 1. Схема единого информационного пространства

облаке, так и в публичном. Из-за особенностей облачной архитектуры и угроз информационной безопасности информация о субъектах персональных данных в ней была обезличена.

Через выделенный АРМ руководителя ПЦ ЛЛО информация доступна с любого компьютера или телефона, имеющего доступ в Интернет не из защищённой сети, но с учетом требований информационной безопасности. Серверная служба отчетов ПЦ ЛЛО позволяет в несколько кликов получать сводную информацию о текущей ситуации с ЛЛО в муниципалитете и крае. Все доступные пользователю отчёты ПЦ ЛЛО распределены по группам, могут быть распечатаны и сохранены во внешний файл в формате XLS или PDF.

Таким образом, сформировано единое информационное пространство, схема которого предоставлена на рис. 1.

Верхние блоки – это участники информационного обмена, которые обеспечивают централизованное ведение нормативно-

справочной информации, а также используют службу отчетов. Нижние – это участники, которые посредством интеграционного профиля обеспечивают выгрузку данных о выписанных и отпущенных рецептах и также получают доступ к отчетам.

### Результаты и обсуждение.

В целях повышения эффективности организации и проведения медицинской экспертизы выписанных рецептов ЛЛО в реальном режиме времени разработан метод автоматизированного планирования, получения, обработки и анализа информации для применения в ПЦ ЛЛО. Его суть заключается в решении задачи планирования количества проверяемых рецептов [12]. Один раз в год необходимо обеспечить ввод в базу данных ПЦ ЛЛО планового количества рецептов на проверку в разрезе каждой медицинской организации по месяцам. И в течение всего периода ПЦ ЛЛО будет подсказывать врачу-эксперту необходимое количество рецептов на проверку.



Сделан прогноз отпуска рецептов на плановый период (год) в разрезе выписки рецептов каждой поликлиникой по месяцам. Рецепты назначаются и выписываются амбулаторно-поликлиническими учреждениями, отпуск осуществляет муниципальная аптечная сеть. Для того чтобы из базы данных получить информацию об отпуске рецептов помесячно использовалась возможность языка программирования *T-SQL*, реализованная в системе управления базами данных *MS SQL Server* – функция *PIVOT*. С помощью регрессионного анализа на основе статистических данных о выписке и отпуске рецептов был осуществлен прогноз отпуска рецептов каждым лечебно-профилактическим учреждением (ЛПУ) Краснодарского края на год.

Показана возможность построения плана проверок при помощи линейного программирования таким образом, чтобы охватить максимальное количество ЛПУ и рецептов. Рецепты выписывали 462 ЛПУ Краснодарского края.

Пусть  $x_{11}$  – число проверяемых рецептов в ЛПУ № 1 за месяц № 1;  $x_{12}$  – в ЛПУ № 1 за месяц № 2, ...,  $x_{nm}$  – в ЛПУ № n за месяц № m,  $n = 462$ ,  $m = 12$ . Тогда суммарное количество рецептов, подлежащих проверке, равно

$$f(x_{11}, x_{12}, \dots, x_{nm}) = x_{11} + x_{12} + \dots + x_{nm}. \quad (1)$$

Согласно требованиям, предъявляемым к проведению экспертизы, должны выполняться условия

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{11} + x_{21} + \dots + x_{n1} \geq a_1, \\ x_{12} + x_{22} + \dots + x_{n2} \geq a_2, \\ \dots \\ x_{1m} + x_{2m} + \dots + x_{nm} \geq a_m, \\ x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1m} \geq b_1, \\ x_{21} + x_{22} + \dots + x_{2m} \geq b_2, \\ \dots \\ x_{n1} + x_{n2} + \dots + x_{nm} \geq b_n, \\ x_{11} \leq c_{11}, \\ x_{12} \leq c_{12}, \\ \dots \\ x_{nm} \leq c_{nm}, \end{array} \right. \quad (2)$$

где  $a_j$  – величина, значение которой составляет 5% от суммы прогнозируемого количества отпущенных рецептов за месяц № j,  $j = 1, \dots, m$ ;

$b_i$  – величина, значение которой составляет 5% от суммы прогнозируемого количества отпущенных рецептов за год, выписанных ЛПУ № i,  $i = 1, \dots, n$ ;

$c_{ij}$  – прогнозируемое количество отпущенных рецептов за месяц № j, выписанных ЛПУ № i,  $i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, m$ .

Тогда, задача планирования количества проверяемых рецептов сводится к задаче линейного программирования [8, 153] с целевой функцией

$$x_{11} + x_{12} + \dots + x_{nm} \rightarrow \max \quad (3)$$

и ограничениями (2).

После решения задачи линейного программирования (1) – (3) переменные  $x_{11}, x_{12}, \dots, x_{nm}$  укажут плановое количество рецептов, дифференцированных по ЛПУ.

Блок-схема разработанного алгоритма поддержки принятия решений представлена на рис. 2. Алгоритм состоит из четырех блоков:

1. Сбор информации о результатах автоматизированной экспертизы рецептов (АЭР).
2. Создание плана медицинской экспертизы (МЭ).
3. Утверждение плана МЭ и направление в медицинские организации запросов о проведении МЭ.
4. Обработка, анализ, визуализация и трансформация информации.

Подробнее остановимся на втором блоке создания плана медицинской экспертизы, т.к. в нем происходит основная поддержка принятия решений.

По результатам автоматизированной экспертизы рецепты поступают в ПЦ ЛЛО, где на этапе входа происходит их группировка на три группы:

- 1 – выписано более 10 рецептов льготнику в месяц;



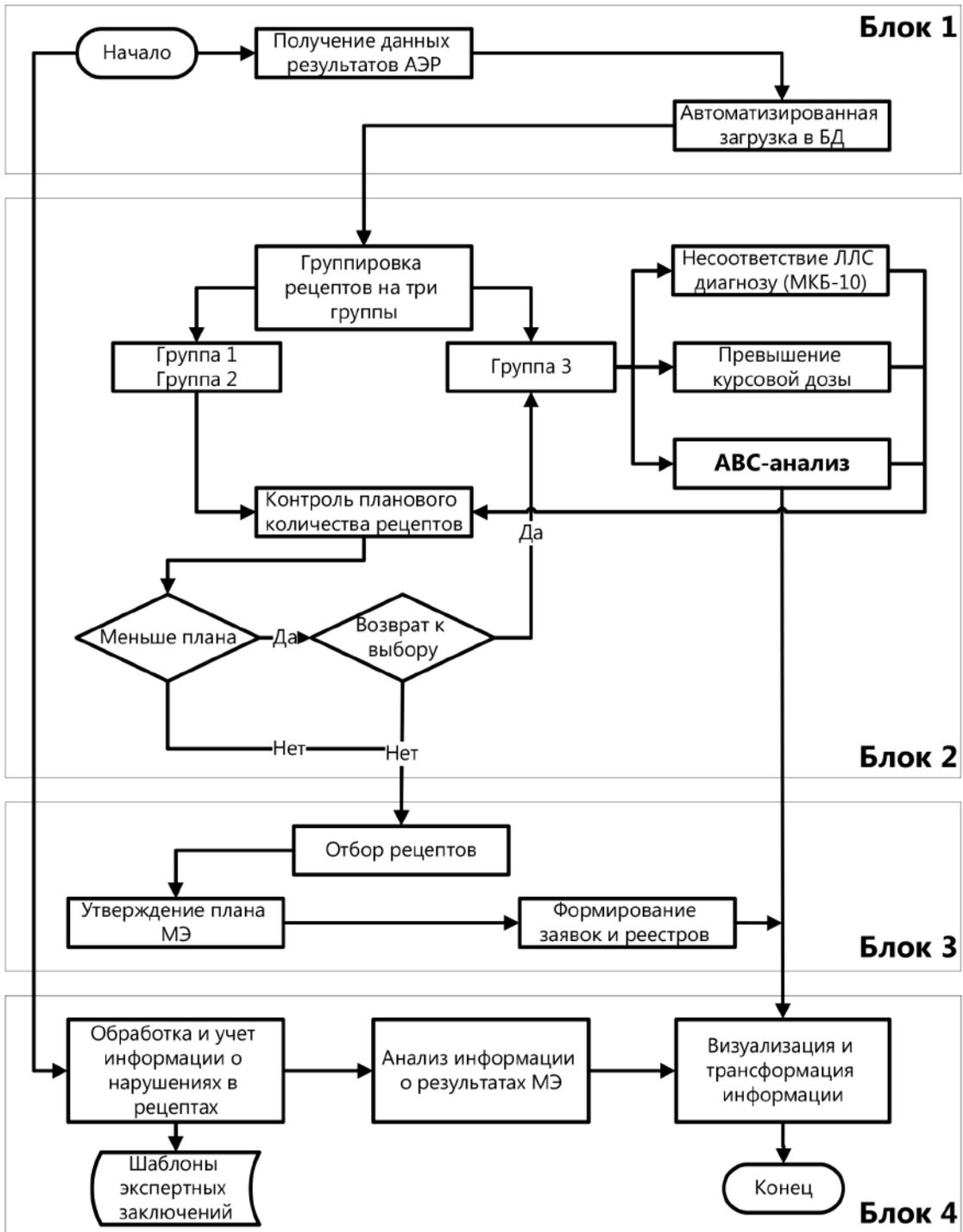


Рис. 2. Блок-схема алгоритма поддержки принятия решений



2 – выписано более 5 рецептов льготнику в день;

3 – выписано менее 5 рецептов льготнику в месяц.

Первая и вторая группы немногочисленны и согласно методическим рекомендациям [9] автоматически включаются в план. Третья группа составляет около 75% от 120 тыс. рецептов. Критерием отбора в план экспертизы является превышение курсовой дозы препарата. Но т.к. таких рецептов почти нет, нами были предложены еще два критерия отбора:

- несоответствие ЛЛС диагнозу по МКБ 10 пересмотра;

- результаты ABC-анализа.

ABC-анализ – это метод оценки структуры расходов на льготное лекарственное потребление, который позволяет классифицировать препараты по классам А, В и С, где класс А должен составлять от 5 до 15%, на которые расходуется 80% от лекарственного бюджета. Препараты группы А являются высокозатратными, и рациональность их применения требует особого внимания врачей и администраций медицинских организаций. Поэтому в ПЦ ЛЛО препараты именно этой группы необходимо включать в план проверок.

В России очень низкая выписка рецептов. Препараты в основном отпускаются без рецептов. Поэтому в перспективе актуальной станет задача выписки и отпуска всех рецептов посредством ПЦ ЛЛО, а не только льготных лекарств, т.к. противопоказания фармацевт и пациент не понимают, необходимо участие врача. Таким образом, необходимо, чтобы в дальнейшем не только льготные

рецепты были просмотрены врачами-экспертами, но и все остальные рецепты.

**Выводы.** Показаны возможности ПЦ ЛЛО для реализации технологии «электронного рецепта» и медицинской экспертизы назначения льготных лекарств в режиме реального времени.

Предложен метод автоматизированного планирования, получения, обработки и анализа информации, и разработан алгоритм поддержки принятия решений для автоматизированного отбора и предварительной медицинской экспертизы электронных рецептов, применение которых в ПЦ обеспечит врачам-экспертам пациент-ориентированный подход, позволяющий:

- исключить ситуации, когда эксперт выявляет нарушения после отпуска лекарственного препарата пациенту;

- ускорить процесс выписки лекарственных препаратов настолько, чтобы нарушения были предотвращены еще до того, как будет отпущен больному препарат.

Установлена перспективность проведения медицинской экспертизы, когда одному пациенту назначено более пяти лекарственных препаратов, чтобы выявить заранее случаи полипрагмазии.

Определена актуальность проведения медицинской экспертизы не только на льготные лекарственные средства, но и на все рецепты. Поэтому предложенный метод и разработанный алгоритм целесообразно распространить на онлайн медицинскую экспертизу всех электронных рецептов.

## ЛИТЕРАТУРА



1. Гусев А.В. Поддержка принятия врачебных решений в медицинских информационных системах медицинской организации / А.В. Гусев, Т.В. Зарубина // Врач и информационные технологии. 2017. – № 2. – С. 60–72.





- 2.** Гусев А.В. Обзор рынка комплексных медицинских информационных систем / А.В. Гусев // Врач и информационные технологии. – 2009. – № 6. – С. 4–17.
- 3.** Гусев А.В. Рекомендации по выбору медицинской информационной системы / А.В. Гусев // Журнал «Менеджер здравоохранения». № 5. – 2010. – С. 38–45.
- 4.** Гусев А.В. Российские лабораторные информационные системы / А.В. Гусев // журнал «Справочник заведующего клинико-диагностической лабораторией» № 7, 2010. – М.: МЦФР.
- 5.** Зарубина Т.В. Единая государственная информационная система здравоохранения: вчера, сегодня, завтра / Т.В. Зарубина // Сибирский вестник медицинской информатики и информатизации здравоохранения. – 2016. – № 1. – С. 6–11.
- 6.** Кошкарлов А.А. Концепция интеграции систем выдачи и обслуживания льготных рецептов на территории Краснодарского края / А.А. Кошкарлов, А.А. Халафян, А.Б. Семенов // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – № 06 (110). – С. 608–631.
- 7.** Кошкарлов А.А. Защита данных при их обработке в информационной системе льготного лекарственного обеспечения Краснодарского края / А.А. Кошкарлов, С.В. Лысков, А.А. Халафян // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2015. – Т. 13, № 10. – С. 63–68.
- 8.** Кремер Н.Ш. Исследование операций в экономике: Учебн. Пособие для вузов/ Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко, И.М. Тришин, М.Н. Фридман; Под ред. проф. Н.Ш. Кремера. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997. – 407 с.
- 9.** Методические рекомендации Федерального фонда обязательного медицинского страхования от 21 сентября 2006 г. по проведению территориальными фондами ОМС автоматизированной экспертизы реестров рецептов лекарственных средств, отпущенных гражданам, имеющим право на получение государственной социальной помощи в виде набора социальных услуг.
- 10.** Мухин Ю.Ю. Подходы к параметрической оценке и сопоставлению функций медицинских информационных систем / Ю.Ю. Мухин, Г.С. Лебедев // Информационные и измерительные управляющие системы. М.: 2013. – № 10. Т. 11. – С. 19–31.
- 11.** Приказ министерства здравоохранения Краснодарского края от 16.08.2016 года № 4197 «О введении в эксплуатацию единой информационной системы по выписке и отпуску льготных рецептов».
- 12.** Халафян А.А. Математические модели медико-экономического контроля назначения льготных лекарств / А.А. Халафян, А.Б. Семенов, А.А. Кошкарлов // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – № 05 (119). – С. 877–888.

**А.Ю. ЛОСЕВ,**

Закрытое акционерное общество «НТЦ «МИК-ИНФОРМ»

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОКАЗАНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ

УДК 004.021

Лосев А.Ю. *Функциональные требования к информационной системе управления качеством оказания медицинской помощи* (Закрытое акционерное общество «НТЦ «МИК-ИНФОРМ»)

**Аннотация.** Одной из основных целей принятия Закона РФ от 29.11.10 г. № 326-ФЗ «Об обязательном медицинском страховании в РФ» было существенное повышение качества оказания медицинской помощи гражданам России. В соответствии с нормой статьи 4 Закона 326-ФЗ основным принципом осуществления обязательного медицинского страхования является: «создание условий для обеспечения доступности и качества медицинской помощи, оказываемой в рамках программ обязательного медицинского страхования».

Оценка качества медицинской помощи может производиться:

- на основе проверки соблюдения медицинских стандартов;
- на основе методики расчета эффективности методов фармакотерапии;
- на основе медико-экономического контроля случаев обращения за медицинской помощью;
- на основе анкетирования качества медицинской помощи, рейтингования медицинских учреждений, медицинских специалистов.

Описанный набор методов оценки качества оказания медицинской помощи позволяет сформулировать функциональные требования к информационной системе контроля качества оказания медицинской помощи. В целях практической реализации данная система должна содержать базу знаний, на основе которой возможна разработка формальной схемы процесса решения поставленных задач, а также реализация предложенной модели представления знаний и процедуры вывода решений.

**Ключевые слова:** качество оказания медицинской помощи, ОМС, оценка качества медицинской помощи, стандарты медицинской помощи, медицинская информационная система, оценка медицинских технологий, рейтинг медицинского учреждения, система контроля качества медицинской помощи.

UDC 004.021

Losev A.Y. *Functional requirements for healthcare quality information system* (Closed Joint Stock Company «NTC «MIK-INFORM»)

**Abstract.** One of the main objectives of the adoption of the Law of the Russian Federation of 29.11.10, No. 326-FZ «About compulsory medical insurance in the Russian Federation» is a significant improvement of the quality of medical care for Russian citizens. In accordance with the norm of Article 4 of the Law, the main principle of compulsory health insurance is to «...create conditions for ensuring the accessibility and quality of medical care provided under compulsory health insurance programs». Healthcare quality assessment can be implemented using the following methods:

- medical standards compliance inspections;
- pharmacotherapy effectiveness inspections;
- medical and economical quality control;
- questioning the quality of medical care, medical institutions rating, and medical staff rating.

These methods allow to formulate the functional requirements for a healthcare quality information system. In practical implementation, such a system should contain a knowledge base on the basis of which it is possible to develop a formal scheme for the process of solving the tasks, as well as the implementation of the proposed knowledge representation model and the decision-making procedure.

**Keywords:** quality of medical care, compulsory medical insurance, healthcare quality information system, HQIS, assessment of the quality of medical care, standards of medical care, medical information system, evaluation of medical technologies, rating of a medical institution, quality control system for medical care.



Одной из основных целей принятия Закона РФ от 29.11.10 г. № 326-ФЗ «Об обязательном медицинском страховании в РФ» было существенное повышение качества оказания медицинской помощи гражданам России.

В соответствии с нормой статьи 4 Закона 326-ФЗ основным принципом осуществления обязательного медицинского страхования является: «создание условий для обеспечения доступности и качества медицинской помощи, оказываемой в рамках программ обязательного медицинского страхования».

Оценка качества медицинской помощи может производиться на основе проверки соблюдения медицинских стандартов.

Медицинский стандарт определяется как упорядоченная последовательность диагностических и лечебных мероприятий в сочетании с оценкой эффективности медицинской помощи на основе объективных критериев и сроков наблюдений.

В медицине стандарт складывается из клинико-технологической и экономической частей. Клинико-технологическая часть имеет непосредственное отношение к медицине и определяет оптимум медицинских услуг (исследований, консультаций, схем и методов лечения), а также показателей, которые принадлежат к медицинским технологиям (критерии введения в систему медицинского наблюдения, динамики патологического процесса, выхода из данной системы, исходов и осложнений).

Таким образом, стандарт медицинской помощи – это нормативные документы, устанавливающие требования к медицинской помощи при данном виде патологии (нозологической форме) с учетом современных представлений о необходимых методах диагностики, профилактики, лечения, реабилитации и возможностей конкретного медицинского учреждения. Стандартизация позволяет обеспечить:

- экономию человеческих и материальных ресурсов;

- выбор оптимального решения;
- защиту интересов потребителя на основе стабильного обеспечения требуемого уровня качества товаров и услуг;
- охрану здоровья населения.

Основными объектами стандартизации в сфере здравоохранения являются: медицинские услуги, их состав при оказании помощи в соответствии с нозологической формой болезни, синдромом, клиническим состоянием больного, вне зависимости от формы собственности учреждения, организации; технологии выполнения медицинских услуг; оснащение и оборудование медицинских учреждений; лекарственные препараты, изделия медицинского назначения; медицинское образование, обучение профессиональным навыкам и умениям; организация и управление оказанием медицинской помощи; права и обязанности медицинских работников и пациентов; медицинская информация и отчетность и др.

Широкое внедрение в повседневную практику оказания медицинской помощи электронных медицинских информационных систем обуславливает и новые возможности обработки накапливаемой информации. Применение современных математических методов при обработке медицинских данных позволит выйти на новый уровень контроля качества медицинской помощи.

Одной из основных целей применения электронных медицинских информационных систем является повышение качества оказания медицинской помощи на основе совершенствования информационно-технологического обеспечения деятельности клинических подразделений и их персонала, внедрения в повседневную деятельность системы электронного документооборота, полной автоматизации лечебного процесса, внедрения технологий телемедицины и интеллектуальных информационных систем. Для достижения этой цели предполагается решение следующих задач:



- внедрение электронного документооборота в клинических подразделениях, включая ведение листов ожиданий и записи на прием, ведение электронной медицинской карты;

- справочно-информационная поддержка принятия врачебных решений, в том числе посредством предоставления оперативного доступа к полной и достоверной информации о здоровье пациента, внедрение автоматизированных процедур проверки соответствия выбранного лечения стандартам оказания медицинской помощи, проверки соответствия назначенных лекарственных средств имеющимся противопоказаниям; применение систем искусственного интеллекта;

- получение врачебных консультаций лицами, не имеющими возможности посещения клинических подразделений;

- интеграция используемого медицинского оборудования с медицинскими информационными системами и внедрение цифровых систем для получения диагностики и архивирования медицинских изображений и данных;

- обеспечение информационного взаимодействия между различными клиническими подразделениями в рамках оказания медицинской помощи, включая направление пациентов в другие подразделения для проведения лабораторных и диагностических обследований, а также получения медицинской помощи;

- ведение базы пациентов амбулаторных подразделений, ее мониторинг, активное воздействие на обращаемость за медицинской помощью;

- управление административно-хозяйственной деятельностью клинических подразделений, включая формирование и передачу данных о затратах за оказанную медицинскую помощь и лекарственное обеспечение.

Автоматизация данных процессов позволит накопить базу знаний, необходимую для создания информационной подсистемы контроля качества оказываемой медицинской помощи.

Для оценки качества медицинской помощи, которую получает каждый конкретный пациент, необходимы стандарты ее основных характеристик по нозологическим формам заболеваний и их групп соответственно стадиям лечебно-диагностического процесса, профилактики, реабилитации. Концепция качества предусматривает сравнение фактических и стандартных параметров.

Основными требованиями к стандартам лечебно-диагностического процесса являются ранняя диагностика и ее достоверность, своевременность и адекватность медицинской помощи, квалифицированность и полнота этой помощи, деонтологические аспекты, экономичность. При этом стандарты не являются раз и навсегда установленными параметрами, периодически они должны пересматриваться в соответствии с изменяющимися социально-экономическими условиями и научно-техническим прогрессом.

Развитие страхового финансирования медицинской помощи потребовало создания критериев оценки ее качества для оплаты услуг. Критерии оказались лишь некоторыми «минимальными объемами» медицинской помощи, которую следует выполнить для того, чтобы лечение было признано правильным и подлежащим оплате. К этим минимальным требованиям применили термин «стандарты» (другой вариант – «медико-экономические стандарты»). Они заняли прочное место в страховой практике: все региональные фонды медицинского страхования проводят выплаты медицинским учреждениям, применяя свои «стандарты» для оценки качества помощи. Возникает вопрос: каким образом составители положений об экспертизе качества медицинской помощи определяют, что отсутствие в историях болезни еженедельных отметок об осмотре больного заведующим отделением оправдывает штраф в размере 1% от стоимости этой помощи, а неполный сбор анамнеза, приведший к диагностической





ошибке, – в размере 5%? Важно, что медико-экономические стандарты были необходимы, они созданы, воздействуют на текущую медицинскую практику, и их влияние становится все более ощутимым.

Таким образом, можно сделать вывод, что одним из важнейших способов обеспечения высокого качества оказываемой медицинской помощи является разработка и внедрение в практическую деятельность медицинских учреждений системы стандартизации.

Следующим методом контроля качества медицинской помощи можно считать методику расчета эффективности методов фармакотерапии.

Комплексная оценка лекарственного препарата по своей сути является элементом более широкого понятия – «оценка технологий здравоохранения» или «оценка медицинских технологий» (ОМТ), принятого в международной научной медицинской литературе. В свою очередь, термин «метод фармакотерапии» (МФТ) конкретизирует сферу применения методологии ОМТ для оценки лекарственных средств и методов фармакотерапии в клинической практике. Полноценная оценка медицинских технологий должна включать анализ следующих аспектов:

- описание клинической проблемы и используемые в настоящее время подходы;
- описание и технические характеристики технологии;
- точность (применимо к диагностическим тестам);
- клиническую эффективность;
- безопасность;
- затраты и клинико-экономический анализ;
- этический анализ;
- организационные аспекты;
- социальные аспекты;
- законодательные вопросы.

Однако с методологической точки зрения наиболее сложными являются оценка

эффективности и безопасности, а также клинико-экономический анализ.

Использование лекарственных средств в лечебном процессе требует соблюдения определенных правил, которые закреплены законодательно. Так, на основании статьи 37 Федерального Закона № 323-ФЗ от 21 ноября 2011 года «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» медицинская помощь оказывается в соответствии с порядками оказания медицинской помощи и стандартов медицинской помощи. Стандарт содержит усредненные показатели частоты и кратности применения лекарственных средств, медицинских услуг, имплантируемых медицинских изделий и др. С первого января 2013 года медицинские организации обязаны оказывать медицинскую помощь с соблюдением разработанных и принятых порядков и стандартов. Материальное обеспечение этого процесса является первостепенной государственной задачей, а использование принципов «доказательной медицины» и клинико-экономического анализа – основных инструментов системы ОМТ – позволяет отбирать оптимальные для применения медицинские технологии, определить наиболее подходящие для их использования группы пациентов. Это обеспечит оптимальное, с позиции качества оказания медицинской помощи и затрат, внедрение стандартов.

По разработанным критериям оценки специалисты должны провести экспертизу включенных в стандарт медицинских технологий, по результатам которой вносят изменения в его наполнение. Продуктом работ по оценке представляется обновленный вариант стандарта и сопровождающие его документы, облегчающие его реализацию.

Также к методам оценки качества оказания медицинской помощи можно отнести проведение медико-экономического контроля случая обращения за медицинской помощью и анкетирование качества медицинской



помощи, рейтингование медицинских учреждений, медицинских специалистов.

Предметом анкетирования являются показатели, характеризующие удовлетворенность доступностью, условиями, качеством и объемами медицинской помощи, оказываемой МО, работающими в системе ОМС.

К основным задачам анкетирования относятся:

- определение уровня удовлетворенности медицинскими услугами, предоставляемыми за счет средств системы обязательного медицинского страхования различным категориям застрахованного по ОМС населения;
- оценка застрахованным населением уровня доступности и качества медицинских услуг, предоставляемых за счет средств системы ОМС.

Шкала оценки оказанной помощи в анкетах строится следующим образом:

1,0 – удовлетворены полностью;

0,75 – больше удовлетворены, чем не удовлетворены;

0,5 – удовлетворены не в полной мере;

0,25 – затруднились ответить;

0 – не удовлетворены.

Исходя из сказанного:

1. Анкетирование граждан, получивших медицинскую помощь по ОМС, производится при завершении медицинского обслуживания (подлежащего оплате) и заносится в медицинскую карту.

2. Анкетирование производится с целью оценки качества по следующим аспектам оказанной по ОМС медицинской помощи:

2.1 оказание медицинской помощи врачом персоналом;

2.2 оказание медицинской помощи средним медицинским персоналом;

2.3 лекарственное обеспечение.

3. Состав аспектов оценки качества медицинской помощи по ОМС, подлежащий анкетированию, может быть пересмотрен.

4. Результаты анкетирования заносятся в реестр счетов, формируемый медицинским учреждением, ассоциировано с остальной информацией о случае оказания медицинской помощи, подлежащего оплате по ОМС.

5. Анализ результатов анкетирования осуществляется специалистами страховых медицинских организаций и территориальных фондов обязательного медицинского страхования.

6. При обработке результатов анкетирования формируется обобщенная оценка качества оказанной гражданину медицинской помощи по ОМС с целью:

- 1) вычисления совокупного рейтинга медицинского учреждения;
- 2) вычисления совокупного рейтинга медицинского специалиста (профиля медицинского специалиста);
- 3) вычисления совокупного рейтинга профиля коечного фонда учреждения;
- 4) ранжирования медицинских учреждений, медицинских специалистов в соответствии с их рейтингом за произвольный промежуток времени.

При проектировании социологического исследования (анкетирование качества медицинской помощи) нужно решить следующие задачи:

- 1) составить словарь переменных;
- 2) определить единицы исследования и объект исследования;
- 3) построить пространство признаков;
- 4) сформулировать гипотезы;
- 5) разработать проект выборки;
- 6) обработать и проанализировать социологическую информацию, подвести итоги и внедрить результаты.

Описанный набор методов оценки качества оказания медицинской помощи позволяет сформулировать функциональные требования к информационной системе контроля качества оказания медицинской помощи. В целях практической реализации



данная система должна содержать базу знаний, на основе которой возможна разработка формальной схемы процесса решения поставленных задач, а также реализация предложенной модели представления знаний и процедуры вывода решений.

.....

## **ЛИТЕРАТУРА**



- 1.** Федеральный закон от 29 ноября 2010 г. № 326-ФЗ «Об обязательном медицинском страховании в Российской Федерации».
- 2.** Федеральный закон от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации».
- 3.** Приказ Федерального фонда обязательного медицинского страхования от 1 декабря 2010 г. № 230 «Об утверждении Порядка организации и проведения контроля объемов, сроков, качества и условий предоставления медицинской помощи по обязательному медицинскому страхованию».
- 4.** Приказ Министерства здравоохранения РФ от 10 мая 2017 г. № 203н «Об утверждении критериев оценки качества медицинской помощи».



**А.Г. САННИКОВ,  
А.С. СКУДНЫХ,  
А.Г. НЕМКОВ,  
А.П. ЯСТРЕМСКИЙ,  
С.Д. ЗАХАРОВ,  
А.П. ВОХМИНЦЕВ,  
В.Д. ДЕРГАЧЕВА,  
А.С. ПАРАХИН,  
К.А. САРТИН,**

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«Тюменский государственный медицинский университет» МЗ РФ

## **ПОРТРЕТНЫЙ МЕТОД КАК ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ В КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ**

УДК 614.8

Санников А.Г., Скудных А.С., Немков А.Г., Ястремский А.П., Захаров С.Д., Вохминцев А.П., Дергачева В.Д., Парахин А.С., Сартин К.А. *Портретный метод как технология разработки экспертных систем для диагностики и дифференциальной диагностики в клинической практике* (Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тюменский государственный медицинский университет» МЗ РФ)

**Аннотация.** Среди различных технологий разработки экспертных систем наименее изученным является портретный метод, первоначально предложенный Е.В. Гублером. Авторами давно используется портретный метод для формализации медицинской информации при создании экспертных систем для диагностики и дифференциальной диагностики заболеваний. При формировании базы знаний используются клинико-логический, экспертный и клинико-экспертный подход в формировании портрета заболевания. Данная статья посвящена описанию методики применения портретного метода при разработке экспертных систем. Рассмотрены особенности формирования базы знаний и алгоритма работы решателя.

**Ключевые слова:** автоматизация диагностики, экспертные системы, поддержка принятия решения, нефрология, неврология, черепно-мозговая травма.

UDC 614.8

Sannikov A.G., Skudnykh A.S., Nemkov A.G., Yastremsky A.P., Zakharov S.D., Vokhmintsev A.P., Dergacheva V.D., Parakhin A.S., Sartin K.A. *Portrait method as technology for development of decision making systems for diagnostics and differential diagnostics in clinical practice* (State Educational Institution of Higher Professional Education «Tyumen State Medical University» MH RF)

**Abstract.** Among the various technologies for the development of expert systems, the portrait method, originally proposed by E.V. Gubler. The authors have long used a portrait method for formalizing medical information when creating expert systems for diagnosis and differential diagnosis of diseases. When forming the knowledge base, the clinico-logical, expert and clinical-expert approach in the formation of a portrait of the disease is used. This article is enlightened on the description of the methodology for applying the portrait method in the development of expert systems. The features of forming the knowledge base and the algorithm of the solver work are considered.

**Keywords:** diagnostic automation, expert systems, decision support, nephrology, neurology, craniocerebral trauma.



Создание единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ) устанавливает свои приоритеты, в их числе разработка разнообразных интеллектуальных систем поддержки принятия решения, включая экспертные системы [1]. Данное направление является одним из самых перспективных в медицинской информатике. Высокая медико-социальная эффективность систем поддержки принятия решения и сокращения врачебных ошибок является главным эффектом от разработки и применения систем поддержки принятия решения, так как используемые в вышеречисленных системах математические методы повышают эффективность диагностического процесса, и, как следствие, постановку диагноза [2, 3].

Строиться они могут на различных подходах, начиная от байесового подхода, заканчивая ныне популярными нейронными сетями. Одним из методов создания экспертных систем является портретный метод. Использование данного метода при создании экспертных систем нами видится одним из перспективных, так как позволяет структурировать и формализовать знания экспертов в области диагностики заболеваний [4, 5]. Для формализации диагностических знаний по заболеваниям и формированию базы знаний для экспертной системы могут быть использованы два подхода. Один из

них – клинико-логический. Второй – экспертный.

Одной из экспертных систем, использующих клинико-логический подход, которая нашла широкое применение в практическом здравоохранении Тюменской области, являлась экспертная система «Подбор ортезного пособия для больных с заболеваниями и повреждениями коленного сустава». Так, с ее помощью к маю 2007 года подобраны ортезные пособия для 6071 пациента с посттравматическим гонартрозом [6].

В нефрологии при разработке ЭС «Нефрология» мы использовали экспертный метод. Для этого мы по каждому из 9 основных заболеваний почек у взрослых из доступных изданий, таких как учебники, методические рекомендации, научные статьи, монографии, составили перечень симптомов и данных лабораторных и инструментальных исследований, описывающих максимально полную клиническую картину заболевания. В качестве экспертов нами были привлечены: заслуженный врач РФ, профессор, д.м.н. В.А. Жмуров, профессор, д.м.н. С.А. Осколков. В процессе их работы все признаки были разделены на три группы: основные, значимые и факультативные. Каждой группе маркеров присваивался свой коэффициент: основные – 1,5, значимые – 1,0, факультативные – 0,7. В случае, если один и тот же признак экспертами относился к разным

Таблица 1

**Фрагмент портрета острого гломерулонефрита в базе знаний**

1	1	Жалобы \ Нарушение мочеотделения \ олигурия \	1,500
2	1	Жалобы \ Нарушение мочеотделения\никтурия\	0,700
3	1	Жалобы \ Отеки (почечные)\лицо\	1,000
4	1	Жалобы \ Отеки (почечные)\веки\	1,000
5	1	Жалобы \ Отеки (почечные)\живот\	0,700
6	1	Жалобы \ Отеки (почечные)\поясница\	0,700
7	1	Жалобы \ Отеки (почечные)\общие отеки\	0,700
8	1	Жалобы \ Лихорадка\субфербрильная\	0,850
9	1	Жалобы \ Боли в поясничной области\с обеих сторон\	1,500
10	1	Жалобы \ Изменение цвета мочи\цвета мясных помоев\	1,500

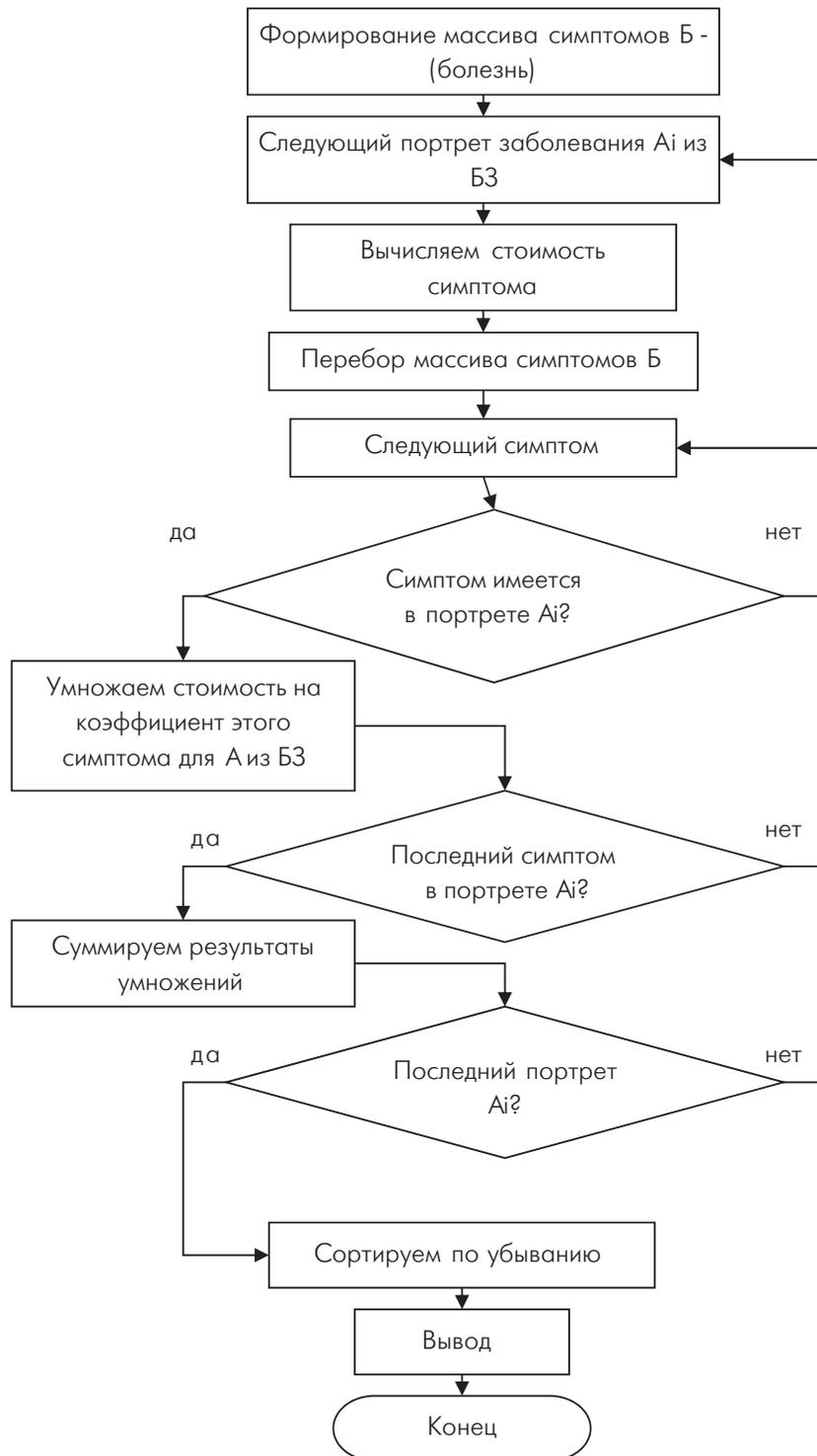


Рис. 1. Алгоритм работы решателя





группам, этот признак получал промежуточное значение (1,20 или 0,85).

Итогом работы экспертов стало формирование портрета заболевания, где каждый признак получал свой определенный вес. Пример полученного портрета заболевания представлен фрагментом портрета острого гломерулонефрита в *таблице 1*.

Полученный таким образом портрет заболевания приобретал, по нашему мнению, большую индивидуальность.

Оперируя такими портретами, заложенными в базу знаний ЭС, решатель проводит сравнение между портретами и клиническим случаем. Алгоритм работы решателя ЭС «Нефрология» представлен на *рис. 1*.

При проверке клинической эффективности этой ЭС она, по мнению экспертов, показала свою компетентность в диагностике заложенных в ее базу знаний заболеваний [8].

Также экспертный метод для формирования портрета заболевания использовался при разработке ЭС диагностики острых заболеваний глотки [9]. При этом симптомы обозначались следующим образом: незначимые (0,75), значимые (1,0), патогномичные – (1,5). Если значимость симптома не имела никакого значения для данной нозологической единицы, её значение определялось равным 0. Пример расстановки коэффициентов приведен в *таблице 2*. При проверке клинической

эффективности этой ЭС, по мнению экспертов, она показала свою компетентность в диагностике заложенных в ее базу знаний заболеваний [8].

При проверке работы этой ЭС на 476 клинических случаях доля ошибки составила в среднем  $8,4 \pm 1,5\%$  для всего списка диагностируемых заболеваний (*таблица 3*). По мнению авторов полученное заключение указывало на то, что «портретный метод» имеет определенные ограничения при создании ЭС для диагностики оториноларингологических заболеваний.

Также в работе А.П. Ястремского и соавторов проведено сравнение заключения по «портретному методу» с популярным сейчас методом «искусственной нейронной сети» (ИНС). Так, после обучения решателя ЭС, основанной на ИНС, и проверки её работы на этом же массиве пациентов с острыми заболеваниями глотки ( $n = 476$ ), авторы получили долю ошибки в среднем  $5,0 \pm 0,6\%$ . Все это указывает на то, что «портретный метод» при диагностике острых заболеваний глотки практически сравним с ИНС.

В неврологии при создании экспертной системы «Автоматизация дифференциальной диагностики черепно-мозговой травмы» были использованы клинико-логический и экспертный подходы в формировании признакового пространства. Так, было проанализировано

*Таблица 2*

**Острый тонзиллит (расстановка весовых коэффициентов 0,75; 1,0; 1,5)**

Жалобы		Боль		Лимфоузлы в подчелюстной области		Слизистая зева	
симптом	коэф.	имптом	коэф.	симптом	коэф.	симптом	коэф.
недомогание	1,5	в горле при глотании	1,5	болезненны	1,0	гиперемия яркая	1,5
скопление слизи в носоглотке	1,5	в суставах	1,0	увеличены	1,0	миндалины покрыты налётом	1,5
головная боль	0,75	в подчелюстной области	1,0	подвижны	0,75	отёчность нёбных дужек	1,0
гнусавость	0,75	с иррадиацией уха	0,75	безболезненны	0	гипертрофия нёбных миндалин	1,0



Таблица 3

**Результаты работы экспертной системы,  
основанной на портретном методе**

Нозология	Кол-во. (абс.)	Диагностика ЭС	
		Кол-во ошибок (абс.)	% ошибок
Паратонзиллит	273	21	7,69
Парафарингит	26	3	11,53
Острый тонзиллит	82	9	10,97
Острый фарингит	95	7	9,47
Итого	476	40	40

726 клинических случаев. Для ранжирования критериев при построении программы определялся шанс наступления события и его относительная частота. Шанс наступления события рассчитывался как отношение вероятности того, что данное событие произойдет к вероятности того, что оно не произойдет [7]. Относительная частота рассчитывалась как отношение числа наступления события к общему числу испытаний. По итогам была сформирована сводная таблица с описанием признака и его проявления. В *таблице 4*

представлены основные результаты поиска критериев дифференциальной диагностики ушибов головного мозга и ишемического инсульта у пациентов детского возраста. Экспертным методом были выделены наиболее значимые критерии из числа статистически обоснованных. Для первичной дифференциальной диагностики каждому критерию присвоено значение его относительной частоты в соответствующей выборке.

С использованием этих данных были созданы программы по парной дифференциальной

Таблица 4

**Распределение критериев в зависимости от разности  
их относительных величин в группах УГМ и ИИ у детей**

Признак	Относит частота		
	ИИ	УГМ	R <sup>1</sup>
Гемипарез умеренный или грубый	92,5	0	92,5
Отсутствие изменений на КТ	83,3	4,1	79,2
Парезы конечностей центральные	92,5	17,4	75,1
КТ гиподенсивный очаг	15	0	15
Центральный парез лицевого нерва	10	0	10
Кома	0	1,65	1,65
Сопор	0	2,48	2,48
Оглушение	0	4,96	4,96

<sup>1</sup>Разность относительных величин





диагностике черепно-мозговой травмы и схожей патологии, встречающейся у смежных специалистов.

Подводя итог, мы хотим отметить, что использование портретного метода оценки признаков проявления патологии и формирования предметной области при создании экспертных систем видится одним из наиболее перспективных. Это связано с тем, что он опирается на эмпирические знания эксперта, крайне эффективен при анализе больших объемов данных. Позволяет в случае адекватной оценки веса признаков патологии проводить не только диагностику, но

и дифференциальную диагностику внесённых заболеваний. Практическая апробация экспертных систем на основе портретного метода демонстрирует высокую эффективность, независимо от предметной области. Данный подход при проектировании и программировании таких систем не требователен к высокой квалификации специалистов, не считая экспертов предметной области. В то же время остается открытым вопрос о сравнении эффективности портретного метода и нейронной сети как средств проектирования систем искусственного интеллекта для распознавания патологии.

## ЛИТЕРАТУРА



1. Зарубина Т.В. Единая государственная информационная система здравоохранения: вчера, сегодня, завтра // Сибирский вестник медицинской информатики и информатизации здравоохранения. – 2016. – № 1. – С. 6–11;
2. Гублер Е.В. Вычислительные методы анализа и распознавания патологических процессов / Е.В. Гублер – Л.: Медицина, 1978. – 321 с.
3. Гублер Е.В. Информатика в патологии, клинической медицине и педиатрии / Е.В. Гублер – Л.: Медицина, 1990. – 176 с.
4. Кобринский Б.А. Медицинская информатика / Б.А. Кобринский, Т.В. Зарубина. – Москва, 2009. – 192 с.
5. Киликовский В.В. Компьютерные медицинские консультативные системы, основанные на представлении знаний эксперта в виде семантической сети / В.В. Киликовский, С.П. Олимпиева, В.В. Киликовский // Медицинский научный и учебно-методический журнал. – 2001. – № 2. – С. 17–27.
6. Мальчевский В.А. Разработка экспертной системы «ортезирование» на основе клинико-логического подхода / В.А. Мальчевский, А.Г. Санников, Д.Б. Егоров, Н.П. Козел // Врач и информ. технологии. – 2007. – № 6. – С. 53–56.
7. Реброва О.Ю. Математические алгоритмы и экспертные системы в дифференциальной диагностике инсультов: автореф. дис... доктора мед. наук / О.Ю. Реброва. – Москва, 2003. – 45 с.
8. Скудных А.С. Оценка клинической эффективности экспертной системы «Нефрология» в условиях стационара / А.С. Скудных, А.Г. Санников, А.А. Терентьев, К.А. Сартин // Медицинская наука и образование Урала. – 2017. – Т. 18. – № 1 (89). – С. 127–129.
9. Ястремский А.П. Оценка значимости диагностических признаков острых заболеваний глотки при разработке экспертной системы портретным методом / А.П. Ястремский, А.И. Извин, Н.С. Соколовский // Медицинская наука и образование Урала. – 2016. – Т. 17. – № 2 (86). – С. 168–172.



**Д.Б. ЕГОРОВ,  
А.Г. САННИКОВ,  
С.Д. ЗАХАРОВ,  
Д.В. ШВАБ,  
Р.И. ВАЛЕЕВ,**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

## **АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЩЕСТВЕННО ОПАСНЫХ ДЕЙСТВИЙ ПСИХИЧЕСКИ БОЛЬНЫХ СОВРЕМЕННЫМИ МАТЕМАТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ**

УДК 614.2:51–76:004.9

*Егоров Д.Б., Санников А.Г., Захаров С.Д., Шваб Д.В., Валеев Р.И. Анализ и прогнозирование общественно опасных действий психически больных современными математическими методами (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации)*

**Аннотация.** В статье рассматривается возможность анализа и прогнозирования общественно опасных действий психически больных современными математическими методами. Представлен обзор современных методов анализа и прогнозирования временных рядов. Разработан алгоритм прогнозирования общественно опасных действий психически больных по данным региональной судебно-психиатрической экспертной службы Тюменской области за последние 16 лет общим количеством 17967 экспертиз и представлен пример его программной реализации. Для оценки адекватности прогноза сравнивались модельные данные, полученные на основе 15-летнего временного ряда с фактическими за 2016 год. Все полученные математические модели подтвердили отсутствие достоверных различий по U-критерию Манна-Уитни при уровне значимости  $p = 0,05$ . Приведены примеры интерпретации возможных прогнозов и примеры научно-обоснованных управленческих решений.

**Ключевые слова:** общественно опасные действия психически больных, математическое моделирование, прогнозирование временных рядов, АРПСС.

UDC 614.2:51–76:004.9

*Egorov D.B., Sannikov A.G., Zakharov S.D., Shvab D.V., Valeev R.I. Analysis and forecasting of socially dangerous acts committed by psychiatric patients by dint of modern mathematical methods (Tyumen State Medical University)*

**Abstract.** The article considers the possibility of analyzing and forecasting socially dangerous acts committed by psychiatric patients by dint of modern mathematical methods. The review of modern methods of analysis and forecasting of time series is presented. An algorithm for forecasting socially dangerous acts committed by psychiatric patients according to the data of the regional forensic psychiatric expert service of the Tyumen region for the last 16 years has been developed with a total of 17967 examinations and an example of its program implementation is presented. Considered eight times of the series, the optimal model of which is selected from 188 in no less than 30 seconds. To assess the adequacy of the forecast, the model data obtained on the basis of the 15-year time series with the actual ones for 2016 were compared. All the mathematical models obtained confirmed the absence of significant differences in the Mann-Whitney U-test at significance level  $p = 0,05$ . Examples of interpretation of possible forecasts and examples of scientifically grounded management decisions are given.

**Keywords:** socially dangerous acts, psychiatric patients, mathematic modeling, time series forecasting, ARIMA.



## ВВЕДЕНИЕ

**П**роблеме общественно опасных действий (ООД) психически больных давно уделяется особое внимание в психиатрии. Совершая преступления, психически больные могут не осознавать и не отдавать отчет в своих действиях в силу своего заболевания [1, 2]. Предотвратив данные преступления, можно снизить показатели смертности, причинения вреда здоровью, собственности и т.д. Для этого необходимо заниматься профилактикой, которая должна строиться на объективных показателях.

На сегодняшний день современные математические методы позволяют проводить анализ исходных данных с целью предсказания показателей во многих сферах, в том числе и в здравоохранении. Известен успешный опыт создания алгоритмов прогнозирования в офтальмологии [3], онкологии [4], организации здравоохранения [5], психиатрии [6]. Преобразовав сведения об объекте в полезную информацию с помощью современных математических, статистических и эконометрических методов, возможно принятие научно обоснованных управленческих решений [7].

Одним из частных случаев данного процесса является прогнозирование временных рядов, которые по обработке похожи на зависимости двух переменных, но в связи с особым поведением времени, которое имеет однонаправленный характер, возникают свои особенности.

Традиционно под временным рядом понимают упорядоченную во времени последовательность величин  $Y(t) = Y[1], Y[2] \dots, Y[t]$ , где  $t$  – момент времени [8]. Принято выделять несколько основных элементов временного ряда: сезонная –  $S(t)$ , циклическая –  $C(t)$ , детерминированная (или трендовая) –  $G(t)$  и случайная (или стохастическая) –  $E(t)$ . Циклическая компонента отличается от сезонной тем, что продолжительность цикла как правило больше, чем один сезонный период

и разные циклы могут иметь разную продолжительность. Принципиально различают два подхода к анализу составляющих временного ряда: аддитивный

$$Y(t) = C(t) + S(t) + G(t) + E(t) \quad (1)$$

и мультипликативный

$$Y(t) = C(t) * S(t) * G(t) * E(t)$$

Вопросы прогнозирования временных рядов нашли широкое применение как в эконометрике [9], так и в других областях, в том числе и в медицине [10–12]. Основной задачей прогнозирования временного ряда является поиск наилучшей оценки эмпирических данных с целью предсказания поведения наблюдаемого параметра  $Y(t+h)$ , где  $h$  – это шаг прогноза.

Для определения модели временного ряда последовательно элиминируют сезонные и циклические компоненты, далее детерминированную составляющую и в конечном итоге обрабатывают остаточный ряд.

Одним из первых этапов анализа временного ряда является его визуальное изучение с целью выявления тренда либо сезонной составляющей. Далее производят оценку выбросов, которые вероятно содержат ошибку и проводят процедуру сглаживания.

Сглаживание всегда включает некоторый способ локального усреднения данных, при котором несистематические компоненты взаимно погашают друг друга. Основными методами сглаживания являются скользящее среднее, медианное сглаживание. Относительно реже, когда ошибка измерения очень большая, используется метод сглаживания методом наименьших квадратов, взвешенных относительно расстояния или метод отрицательного экспоненциально взвешенного сглаживания. Все эти методы отфильтровывают шум и преобразуют данные в относительно гладкую кривую. Ряды с относительно небольшим количеством наблюдений и систематическим расположением точек могут быть сглажены с помощью сплайнов.



Сезонные и трендовые составляющие временного ряда могут быть найдены с помощью коррелограммы, которая показывает численно и графически автокорреляционную функцию (АКФ). Другой полезный метод исследования периодичности состоит в исследовании частной автокорреляционной функции (ЧАКФ), в которой устраняется зависимость между промежуточными наблюдениями. Частная автокорреляция дает более чистую картину периодических зависимостей.

Работа со стохастической составляющей определяется методологией авторегрессии, проинтегрированного скользящего среднего (АРПСС, ARIMA – англ.), разработанной Боксом и Дженкинсом. Данный метод чрезвычайно популярен при анализе временных рядов, а практика подтвердила его мощь и гибкость.

Если в детерминирующей составляющей значения  $G(t)$  зависят от  $t$ , то стохастический процесс рассматривается в виде

$$E(t) = \mu + \alpha_1 * E_{t-1} + \alpha_2 * E_{t-2} + \dots + \alpha_p * E_{t-p} + \theta_1 * \varepsilon_{t-1} + \theta_2 * \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_{t-q} * \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_0, \quad (2)$$

где  $E_{t-1}, E_{t-2}, E_{t-p}$  – предыдущие значения стохастической составляющей временного ряда;  $\varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots, \varepsilon_{t-q}$  – предыдущие значения ошибок стохастической составляющей временного ряда;  $p$  – порядок авторегрессии;  $q$  – порядок скользящего среднего;  $\mu$  – константа;  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$  – коэффициенты авторегрессии;  $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_{t-q}$  – коэффициенты скользящего среднего;  $\varepsilon_0$  – белый шум.

Интерпретация константы  $\mu$  зависит от параметров искомой модели. Если в модели нет параметров авторегрессии, то константа – есть среднее значение ряда, если параметры авторегрессии определены, то константа представляет собой свободный член. Под понятием «белый шум» в эконометрике подразумевается временной ряд со случайными значениями, математическое ожидание которых

равно 0, постоянной дисперсией и нулевой автокорреляцией.

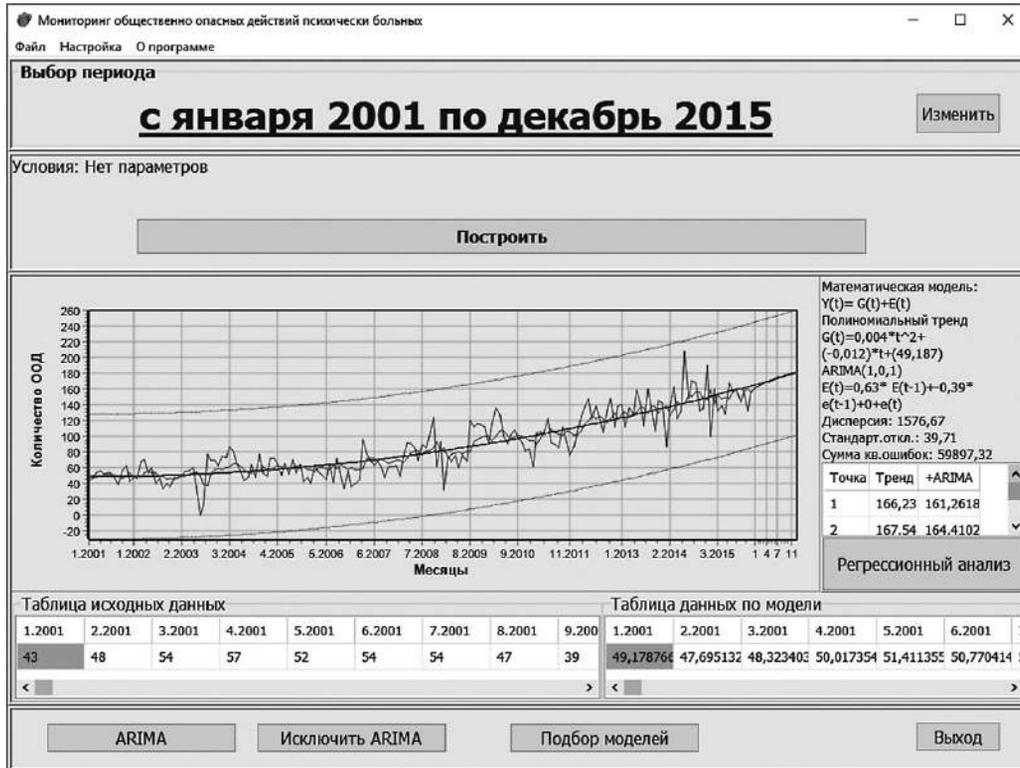
Анализ временных рядов актуален только для стационарных данных. Понятие «Стационарность» временного ряда подразумевает наличие постоянного среднего значения, неизменяемой дисперсии, а ковариация зависит только от временного интервала между отдельными наблюдениями [13]. Для достижения стационарности необходимо брать разности ряда до тех пор, пока он не станет стационарным (часто также применяют логарифмическое преобразование для стабилизации дисперсии). Число разностей, которые были взяты, чтобы достичь стационарности, определяются параметром  $d$ . В итоге получаем единую Модель АРПСС  $(p, d, q)$ , которую принято считать процессом авторегрессии порядка  $p$  и  $d$  раз проинтегрированного скользящего среднего порядка  $q$ .

Свое применение данная методика оценки стохастического ряда нашла и в работах отечественных специалистов в области медицины [2, 14]. Однако из-за наличия подготовительных этапов, а также интерпретации полученных результатов, АРПСС – сложный метод. Его не так просто использовать, и требуется большая практика, чтобы овладеть им.

Целью исследования является анализ и прогнозирование совершения общественно опасных действий психически больных с помощью современных эконометрических методов анализа временных рядов.

**Методы.** Основой для анализа послужили годовые базы данных работы региональной амбулаторной судебно-психиатрической экспертной службы за 2001–2016 годы в Тюменской области, которые обрабатывались в разработанной нами автоматизированной информационной системе «Мониторинг общественно опасных действий психически больных» (рис. 1).

Общий объем проанализированных экспертиз составил 17967. Ранее нами были



**Рис. 1. Внешний вид автоматизированной информационной системы «Мониторинг общественно опасных действий психически больных»**

определены критерии и кратность мониторинга общественно опасных действий психически больных такие как возраст, клинический диагноз, характер ООД (статьи УК РФ) [15]. С помощью данного инструмента можно построить помесечный временной ряд с любым сочетанием данных критериев в разрезе территории за любой период.

Данный программный инструмент позволяет построить временной ряд и определить его аддитивные составляющие как в ручном, так и в автоматическом режиме, который облегчает работу пользователя с данной программой и сокращает время специалиста. Основным преимуществом является отсутствие необходимости специальной подготовки пользователя для получения прогноза. С целью определения результирующей математической модели программа перебирает

возможные варианты среди основных регрессионных моделей, а именно: линейная, квадратичная, гиперболическая, степенная, логарифмическая, экспоненциальная. Среди вариантов моделей АРПСС ( $p, d, q$ ) перебираются все возможные варианты с диапазоном параметров от 0 до 2 включительно. Отдельно рассматривается модель с отсутствием тренда, где временной ряд рассматривается как набор случайных наблюдений. Таким образом, программа автоматически подбирает оптимальную модель среди 188 возможных вариантов (рис. 2). Ориентировочное время программного анализа на персональном компьютере средней мощности составляет не более 30 секунд.

Критерием для выбора является показатель суммы квадратов ошибок между эмпирическими и рассчитываемыми данными. При



Подбор оптимальных моделей								
Все протоколы								
№	СКО	Тренд	ARIMA	№ тренда	p	i	q	N <sup>^</sup>
182	970799,35	Степенной $G(t)=18,36*t^{(0,344)}$	ARIMA(0,1,2) $dE(t)=0,7*de(t-1)+0,14*de(t-2)+0,$	6	0	1	2	1
183	1081337,66	Степенной $G(t)=18,36*t^{(0,344)}$	ARIMA(0,2,1) $ddE(t)=0,96*dde(t-1)+0,12+e(t)$	6	0	2	1	1
184	1048783,4	Степенной $G(t)=18,36*t^{(0,344)}$	ARIMA(0,2,2) $ddE(t)=0,99*dde(t-1)+0,06*dde(t-$	6	0	2	2	1
185	1077718,86	Степенной $G(t)=18,36*t^{(0,344)}$	ARIMA(1,2,1) $ddF(t)=-0,43*ddf(t-1)+0,95*ddf(t-$	6	1	2	1	1
Оптимальная модель								
		Тренд	$G(t)=0,004*t^2+(-0,012)*t+(49,187)$	Полиномиальный				
		Стохастическая	$E(t)=0,63*E(t-1)+0,39*e(t-1)+e(t)$	ARIMA(1,0,1)				Построить
		Сумма кв. ошибок (СКО)=	59897,32					
Наиболее оптимальные								
№	СКО	Тренд	ARIMA	№ тренда	p	i	q	N <sup>^</sup>
1	59897,32	Полиномиальный $G(t)=0,004*t^2+(-0,012)*t+(49$	ARIMA(1,0,1) $E(t)=0,63*E(t-1)+0,39*e(t-1)+e$	2	1	0	1	1
2	59995,18	Полиномиальный $G(t)=0,004*t^2+(-0,012)*t+(49$	ARIMA(2,0,0) $E(t)=0,23*E(t-1)+0,13*E(t-2)+0+e(t)$	2	2	0	0	1
3	60580	Экспоненциальный $G(t)=\text{Exp}(3,649+(0,008)*t)$	ARIMA(1,0,1) $E(t)=0,69*E(t-1)+0,44*e(t-1)+0,8$	5	1	0	1	1
4	60800,66	Экспоненциальный $G(t)=\text{Exp}(3,649+(0,008)*t)$	ARIMA(2,0,0) $E(t)=0,25*E(t-1)+0,15*E(t-2)+1,54+e$	5	2	0	0	1
5	60875,72	Полиномиальный $G(t)=0,004*t^2+(-0,012)*t+(49$	ARIMA(0,0,2) $E(t)=-0,21*e(t-1)+0,13*e(t-2)+0+e$	2	0	0	2	1
6	60877,23	Полиномиальный $G(t)=0,004*t^2+(-0,012)*t+(49$	ARIMA(1,0,0) $E(t)=0,27*E(t-1)+0,02+e(t)$	2	1	0	0	1
7	61773,78	Полиномиальный $G(t)=0,004*t^2+(-0,012)*t+(49$	ARIMA(0,0,1) $E(t)=-0,21*e(t-1)+0+e(t)$	2	0	0	1	1
8	62005,48	Экспоненциальный $G(t)=\text{Exp}(3,649+(0,008)*t)$	ARIMA(1,0,0) $E(t)=0,29*E(t-1)+1,88+e(t)$	5	1	0	0	1
9	62032,53	Экспоненциальный $G(t)=\text{Exp}(3,649+(0,008)*t)$	ARIMA(0,0,2) $E(t)=-0,23*e(t-1)+0,14*e(t-2)+2,6$	5	0	0	2	1

Запуск Выход

Рис. 2. Окно автоматического подбора оптимальной модели временного ряда

отсутствии детерминирующей составляющей используется модель с минимальным значением Байесовского информационного критерия (BIC). Также программа предлагает рассмотреть первые 20 моделей, которые считаются близкими к оптимальной.

При построении любой модели используется следующий пошаговый алгоритм:

1. Производится сглаживание выбросов временного ряда.
2. Определяется стационарность временного по критерию KPSS.
3. Методами регрессионного анализа находится детерминирующая составляющая ряда, идентифицируется структура и коэффициенты регрессии.
4. Строится остаточный ряд.
5. Производится сглаживание выбросов остаточного временного ряда.

6. Определяется стационарность остаточного временного ряда по критерию KPSS.
7. При необходимости производится интегрирование временного ряда до тех пор, пока он не станет стационарным.
8. Оцениваются структурная и параметрическая составляющие модели.
9. Проверяется ее адекватность.
10. Строится прогноз на основе наиболее адекватной математической модели.

С целью проверки адекватности предложенной математической модели в нашем исследовании обрабатывался массив данных с 2001 по 2015 год, строился прогноз на 12 месяцев, который затем сравнивался с реальными данными 2016 года. Выдвигалась нулевая ( $H_0$ ) гипотеза об отсутствии достоверности различий между двумя независимыми выборками.



Оценка проводилась по U-критерию Манна-Уитни в системе IBM SPSS Statistics Version 23. Эмпирический критерий сравнивался с критическим табличным значением при уровне значимости  $p = 0,05$ . Если эмпирическое  $U_{emp}$  больше табличного (для  $N_1=N_2=12$   $U_{кр}=37$ ), то принимается  $H_0$  гипотеза.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Нами были проанализированы несколько временных рядов, построенных с использованием основных критериев мониторинга ООД психически больных.

При анализе временного ряда оценивались аддитивные элементы зависимости соглас-

но формуле (1). Результаты подбора моделей представлены в таблице 1, оценка адекватности прогноза отображена в последней колонке.

В первом временном ряду «Общее количество ООД психически больных» детерминирующая составляющая представляет собой квадратичную функцию. Данная зависимость в силу своей математической природы является слабо интерпретируемой. При визуальном анализе можно отметить начальное падение показателей совершения ООД психическими больными с последующей незначительной положительной тенденцией (рис. 1). Согласно прогнозу, скорректированному математической моделью АРПСС (1, 0, 1), количество ООД психически больных данной группы

Таблица 1

### Перечень анализируемых временных рядов с идентифицированными структурными и параметрическими составляющими

Временной ряд, $Y(t)$	Сезонность, $S(t)$	Тренд, $G(t)$	Стохастический элемент, $E(t)$	$U_{emp}$
1. Общее количество ООД психически больных.	Нет	Квадратичный $0,004t^2 - 0,012t + 49,19$	АРПСС (1,0,1) $0,63E_{t-1} - 0,39E_{t-1} + \varepsilon_t$	52
2. ООД несовершеннолетних психически больных.	Нет	Линейный $0,086t + 7,766$	АРПСС (1,0,1) $0,58E_{t-1} - 0,42E_{t-2} + \varepsilon_t$	61
3. ООД психически больных с клиническим диагнозом «Умственная отсталость» (F70-F79).	Нет	Экспоненциальный $\exp(3,435+0,005t)$	АРПСС (1,0,1) $0,69E_{t-1} - 0,38E_{t-1} + 0,62 + \varepsilon_t$	40
4. ООД психически больных с клиническим диагнозом «Органические психические расстройства» (F00-F09).	Нет	Экспоненциальный $\exp(1,784+0,012t)$	АРПСС (2,0,0) $0,31E_{t-1} + 0,32E_{t-2} + 0,26 + \varepsilon_t$	46
5. ООД психически больных, обвиняемых или подозреваемых в совершении преступлений против собственности (158–162 ст. УК РФ).	Нет	Квадратичный $0,003t^2 - 0,194t + 34,22$	АРПСС (2,0,0) $0,51E_{t-1} + 0,19E_{t-2} - 0,08 + \varepsilon_t$	67
6. ООД психически больных, обвиняемых или подозреваемых в совершении преступления против жизни и здоровья (105, 106, 111, 112 ст. УК РФ).	Нет	Квадратичный $0,001t^2 - 0,003t + 8,27$	АРПСС (1,0,1) $0,8E_{t-1} - 0,34E_{t-1} + \varepsilon_t$	38
7. ООД несовершеннолетних психически больных, обвиняемых или подозреваемых в совершении преступлений против собственности (158–162 ст. УК РФ).	Нет	Квадратичный $0,001t^2 - 0,01t + 7,806$	АРПСС (2,0,0) $0,25E_{t-1} + 0,28E_{t-2} + \varepsilon_t$	56
8. ООД психически больных до 30 лет, обвиняемых или подозреваемых в совершении преступлений против собственности (158–162 ст. УК РФ).	Нет	Квадратичный $0,002t^2 - 0,126t + 29,48$	АРПСС (2,0,0) $0,47E_{t-1} + 0,24E_{t-2} + 0,09 + \varepsilon_t$	53



в 2016 году будет ежемесячно увеличиваться на 2–3 экспертизы. Модель остатков также показывает положительную зависимость от предыдущего значения с коэффициентом 0,63 и незначительную отрицательную зависимость от значения предыдущей ошибки – коэффициент – 0,39.

При анализе ООД, совершенных несовершеннолетними психически больными, наблюдается линейная зависимость с незначительным коэффициентом роста 0,086. Модель АРПСС (1, 0, 1) показывает наличие положительной зависимости остаточного ряда от предыдущего значения и отрицательной – от предыдущей ошибки. Согласно прогнозу, в 2016 году могло наблюдаться незначительное увеличение (в среднем меньше единицы за месяц) экспертиз над несовершеннолетними психически больными.

Анализ ООД психически больных с клиническим диагнозом «Умственная отсталость» (F70-F79) позволил определить оптимальную математическую модель экспоненциальной зависимости с корректировкой остаточных данной моделью АРПСС (1, 0, 1). В данном случае интерпретация экспоненты не позволяет делать долгосрочные прогнозы, так как природа развития экспоненты носит «взрывной» характер. Согласно прогнозу, количество данных экспертиз в 2016 году в среднем вырастет с 76,7 – в январе до 85,7 – в декабре. В данном случае модель АРПСС (1, 0, 1) в краткосрочном прогнозе сглаживает экспоненциальный рост данного показателя.

В следующем временном ряду, показывающем количество ООД психически больных с клиническим диагнозом «Органические психические расстройства» (F00-F09), также обнаружена экспоненциальная зависимость, остатки которой корректируются моделью АРПСС (2, 0, 0), то есть обнаружена зависимость значений остаточного ряда от двух предыдущих. В данном случае модель АРПСС показательно увеличивает влияние

экспоненты, и, в соответствии с прогнозом, количество данных экспертиз в 2016 году вырастет в среднем с 45 в первые месяцы до 63 в конце года. При отсутствии корректировки моделью стохастической составляющей данный рост составил бы от 54 до 62 соответственно.

Анализ ООД психически больных, обвиняемых или подозреваемых в совершении преступлений против собственности (158–162 ст. УК РФ), обнаружил квадратичную зависимость с незначительным снижением в начале и ростом в конце временного ряда. Корректировка моделью АРПСС (2, 0, 0) остатков регрессии показывает значительное изменение прогноза в сторону наибольшего правдоподобия.

Аналогичная детерминирующая составляющая наблюдается и во временном ряду количества психически больных, обвиняемых или подозреваемых в совершении преступления против жизни и здоровья (105, 106, 111, 112 ст. УК РФ). Отличием является определение модели АРПСС (1, 0, 1), в которой видна значительная зависимость от предыдущего значения (коэффициент 0,8) и небольшая отрицательная зависимость от предыдущей ошибки (коэффициент –0,34). Согласно построенному прогнозу, рост количества таких экспертиз в 2016 году не должен превысить показателя – одна экспертиза в месяц.

Среди несовершеннолетних психически больных, обвиняемых или подозреваемых в совершении преступлений против собственности (158–162 ст. УК РФ), выявлен квадратичный темп роста с незначительной зависимостью от остатков двух предыдущих значений. Согласно прогнозу, в 2016 году будет наблюдаться незначительный рост количества исследуемых экспертиз.

И последней исследуемой группой стали экспертизы над психически больными до 30 лет, обвиняемые или подозреваемые в совершении преступлений против собственности (158–162 ст. УК РФ). Математическая модель,



описывающая временной ряд, представляет собой параболический тренд и модель остатков АРПСС (2, 0, 0). Особенностью анализа данного временного ряда является наличие достоверных различий при отсутствии стохастической составляющей в прогностических и фактических данных за 2016 год ( $U_{\text{emp}}=29$ ) и подтверждении  $H_0$  гипотезы после корректировки моделью АРПСС ( $U_{\text{emp}}=53$ ).

## ВЫВОДЫ

Таким образом, нами были проанализированы временные ряды показателей за 16 лет по результатам работы региональной амбулаторной судебно-психиатрической экспертной службы Тюменской области с помощью современных эконометрических методов. Разработан алгоритм выбора оптимальной модели, который реализован в виде программного продукта. Программа позволяет даже неподготовленному пользователю выбрать среди 188 различных математических моделей не более, чем за 30 секунд наиболее правдоподобную и построить прогноз. Система производит структурную и параметрическую идентификацию аддитивной модели построенного временного ряда. Для оценки адекватности работы программного продукта были построены 8 временных рядов с различными параметрами совершения ООД психически больными, найдены оптимальные математические модели,

описывающие зависимости представленных данных. Анализ производился за 15 лет, строился прогноз на 12 месяцев вперед и сравнивался с фактическими данными, полученными за 2016 год. Все полученные математические модели подтвердили отсутствие достоверных различий между эмпирическими данными и модельным прогнозом по  $U$ -критерию Манна-Уитни при уровне значимости  $p = 0,05$ . Нами приведены попытки интерпретации полученных аддитивных составляющих применимо к управлению региональной судебно-психиатрической экспертной службы. Так, среди исследуемых групп практически все показали незначительную абсолютную динамику роста показателей. Особо стоит отметить группы экспертиз над лицами с умственной отсталостью и органическими психическими расстройствами, совершившие ООД, рост которых определен экспоненциальным трендом. Согласно прогноза будет наблюдаться значительный рост показателей данных временных рядов.

При идентификации существенных отклонений в показателях прогноза временных рядов необходимо использовать меры первичной профилактики и воздействовать на систему извне. Таким образом, принятие управленческих решений на базе результатов научно-обоснованного анализа позволит оптимизировать организацию работы в системе здравоохранения.

---

## ЛИТЕРАТУРА



1. Котов В.П., Мальцева М.М., Полубинская С.В. Правовые проблемы исполнения принудительных мер медицинского характера // Российский психиатрический журнал. – 2012. – № 5. – С. 31–35.
2. Судебно-психиатрическая профилактика в Российской Федерации: Аналитический обзор / Под ред. Б.А. Казаковцевой, О.А. Макушкиной. – М.: ФГБУ ГНЦССП им. В.П. Сербского, 2012. – 356 с.
3. Руденко В.А., Сорокин Е.Л., Егоров В.В., Пашенцев Я.Е. Создание алгоритма прогнозирования формирования тракционного макулярного отека после факоэмульсификации



- возрастной катаракты // Информатика и системы управления. – 2017. – № 2 (52). – С. 37–43.
4. Величко С.А., Слонимская Е.М., Фролова И.Г., Бухарин Д.Г., Дорошенко А.В. Способ прогнозирования «малых» форм рака молочной железы на фоне фиброзно-кистозной болезни // Бюллетень Сибирской медицины. – 2017. – № 1. – С. 13–19.
  5. Девишев Р.И., Мирошникова Ю.В. Подходы к прогнозированию кадрового потенциала здравоохранения: основные методы // Менеджер здравоохранения. – 2017. – № 3. – С. 45–54.
  6. Шмакова А.А., Шмакова О.П., Андросова Л.В. Иммунологические показатели в прогнозировании риска декомпенсации психического состояния детей с умственной отсталостью // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2017. – № 3. – С. 69–73.
  7. Стародубов В.И., Сон И.М., Сененко А.Ш., Короткова А.В., Леонов С.А., Цешковский М.С., Евдаков В.А., Бондаренко А.А. Общественное здравоохранение и формирование единого профилактического пространства // Менеджер здравоохранения. – 2016. – № 4. – С. 6–13.
  8. Чураков Е.П. Прогнозирование эконометрических временных рядов. – М.: Финансы и статистика, 2008. – 208 с.
  9. Магнус Я.Р., Катышев П.К., Пересецкий А.А. Эконометрика. Начальный курс: Учеб. – 5-е, испр. изд. – М.: Дело, 2001. – 400 с.
  10. Абдуллаев Н.Т., Дышин О.А., Дадашева Д.А. Выявление и оценка нелинейных связей между электрографическими сигналами сердцабиения и мышц пациента по временным рядам // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2017. – № 1. – С. 23–34.
  11. Похачевский А.Л., Булатецкий С.В., Рекша Ю.М. Переносимость физической нагрузки по временному ряду кардиоритмограммы // Теория и практика физической культуры. – 2016. – № 11. – С. 97.
  12. Аскарлов Р.А., Карелин А.О., Аскарлова З.Ф., Шарипова И.А. Анализ смертности от злокачественных новообразований населения республики Башкортостан (за период с 2002 по 2014 гг.) // Здравоохранение Российской Федерации. – 2016. – № 6. – С. 303–307.
  13. Уотшем Т. Дж., Паррамоу К. Количественные методы в финансах/ пер. с англ. под ред. М.Р. Ефимовой. – М.: Финансы, ЮНИТИ, 1999. – 527 с.
  14. Шелыгин К.В., Зенин Е.Н., Буланцев И.Г. Динамика и алкогольная обусловленность смертности от самоубийств в подростково-юношеском возрасте в Мурманской области // Экология человека. – 2013. – № 3. – С. 34–38.
  15. Егоров Д.Б., Санников А.Г. Определение индикаторов для автоматизированного мониторинга общественно опасных действий психически больных // Матер. междуна. конф. «Телемедицинские и информационные технологии в здравоохранении» в рамках VII Российского конгресса «Современные технологии в педиатрии и детской хирургии». – М.: Оверлей, 2008. – С. 475–476.



## А.П. СТОЛБОВ

ФГАОУ ВО Первый московский государственный медицинский университет  
им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет), Москва

# ОБЕЗЛИЧИВАНИЕ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ

УДК 61:681.518 (075.8)

Столбов А.П. *Обезличивание персональных данных в здравоохранении* (ФГАОУ ВО Первый московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет), Москва)

**Аннотация.** Рассмотрены методы обезличивания персональных данных – анонимизации и псевдонимизации в информационных системах в здравоохранении. Перечислены основные нормативные документы и стандарты, определяющие требования к защите персональных данных и их обезличиванию. Описаны варианты и примеры использования технологий псевдонимизации в здравоохранении. Сформулированы предложения по внедрению методов псевдонимизации в здравоохранение.

**Ключевые слова:** защита персональных данных, обезличивание персональных данных, информационные системы в здравоохранении

UDC 61:681.518 (075.8)

Stolbov A.P. *De-identification of Personal data in Health care* (The First Sechenov Moscow State Medical University, Moscow)

**Abstract.** The methods of de-identification: anonymization and pseudonymization of personal data in information systems in health care. Lists the key normative documents and standards defining the requirements for the protection of personal data and their depersonalization. Described embodiments and examples of the use of technology pseudonymization in health care. Formulated proposals for the introduction of methods of pseudonymization in health care.

**Keywords:** protection of personal data, depersonalization of personal data, information systems in health care

Сегодня уже невозможно представить себе развитие здравоохранения без современных информационных технологий (ИТ) и медицинских информационных систем (МИС). Концепцией создания Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ) [1] и приоритетным проектом «Электронное здравоохранение» [2] предусмотрены ведение в лечебно-профилактических учреждениях электронных медицинских карт (ЭМК) и создание федеральной системы ведения интегрированной ЭМК гражданина (ИЭМК). В системе обязательного медицинского страхования (ОМС) обмен данными о застрахованных лицах и оказанной им медицинской помощи между лечебными учреждениями, страховыми медицинскими организациями (СМО) и фондами ОМС осуществляется по каналам связи [3]. Уже сейчас в медицинских организациях (МО), СМО, фондах ОМС и региональных МИС накоплены и обрабатываются огромные по объемам персонифицированные базы данных (БД), содержащие сведения, составляющие врачебную тайну, которые по закону должны быть надежно защищены от несанкционированного доступа, изменения и удаления.



Основные требования к организации обработки и защиты информации о физических лицах определены федеральным законом «О персональных данных» № 152-ФЗ от 27.07.2006 г., постановлениями Правительства РФ № 687 от 15.09.2008 г. [4], № 1119 от 01.11.2012 г. [5], № 211 от 21.03.2012 г. [6], приказами ФСТЭК России № 17 от 11.02.2013 г. (в ред. от 15.02.2017) и № 21 от 18.02.2013 г., приказом ФСБ России № 378 от 10.07.2014 г. Реализация мероприятий по защите информации в ИС подразумевает применение целого комплекса организационных и технических мер и дорогостоящих специальных технических, программных, в том числе криптографических средств защиты информации.

Одним из способов обеспечения конфиденциальности персональных данных и снижения затрат на их защиту является обезличивание информации. В новой редакции федерального закона «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» № 323-ФЗ от 21.11.2011 г. (ред. от 29.07.2017 г.) сказано, что на федеральном уровне в ЕГИСЗ сбор и обработка данных персонифицированного учета лиц, которым оказывается медицинская помощь, а также лиц, в отношении которых проводятся медицинские экспертизы, медицинские осмотры и медицинские освидетельствования, осуществляется в обезличенном виде, в порядке, установленном Минздравом России по согласованию с Роскомнадзором<sup>1</sup>.

Целью настоящей работы является анализ и обсуждение возможностей и особенностей

<sup>1</sup> Из этого, в частности, следует, что сведения в федеральном сегменте базы данных ИЭМК должны быть представлены в обезличенном виде. Заметим, что в техническом задании на создание федеральной подсистемы ведения ИЭМК в составе ЕГИСЗ ([www.zakupki.gov.ru](http://www.zakupki.gov.ru), 13.12.2011, заказ № 0173100005411000589) было указано, что в подсистеме должна быть реализована возможность использования технологий псевдонимизации, а также разработаны типовые сценарии формирования и доступа к обезличенным данным. Однако в документах по этой подсистеме, которые в настоящее время опубликованы на сайте [www.portal.egisz.rosminzdrav.ru](http://www.portal.egisz.rosminzdrav.ru), о том, как это было реализовано, ничего не сказано.

применения методов обезличивания персональных данных в здравоохранении.

## Основные понятия

Начнем с определения основных понятий и терминов.

Персональные данные – любая информация, относящаяся к прямо или косвенно определенному или определяемому физическому лицу – субъекту персональных данных (ст. 3 закона № 152-ФЗ). Состав персональных данных медицинских работников и пациентов, обработка которых допускается в системе здравоохранения и медицинского страхования, определен в ст.ст. 43, 44, 93, 94 федерального закона № 323-ФЗ от 21.11.2011 г. и ст. 44 закона «Об обязательном медицинском страховании в Российской Федерации» № 326-ФЗ от 29.11.2010 г. Далее, если это не указано особо, в качестве субъекта персональных данных будем рассматривать пациента.

Оператор персональных данных – юридическое или физическое лицо, которое: а) самостоятельно или совместно с другими лицами организует и/или осуществляет обработку персональных данных и б) определяет цели их обработки, состав данных и выполняемые над ними действия (операции).

Идентификатор лица (personal identifier) – информация, с помощью которой лицо может быть однозначно определено в определенном контексте [20].

Служба идентификации субъектов персональных данных (пациентов) – специальные сотрудники, подразделение или организация, уполномоченные предоставлять авторизованным пользователям определенный, «стандартный» набор персональных данных конкретного пациента по запросу, содержащему его идентификатор (на основе [20]).

Обезличивание (де-идентификация, деперсонификация, de-identification) персональных данных – действия, в результате которых становится невозможным без использования





дополнительной информации определить принадлежность персональных данных конкретному субъекту персональных данных. Основная цель обезличивания – обеспечение конфиденциальности персональных данных. Далее обезличенные данные будем называть O-данными (записями, документами).

Деобезличивание (персонификация) – действия, в результате которых обезличенные данные принимают вид, позволяющий определить их принадлежность конкретному субъекту персональных данных, становятся персональными данными.

Анонимный идентификатор (anonymous identifier, AI) – идентификатор лица, по которому невозможно однозначно установить, какое именно физическое лицо он обозначает [20].

Анонимность данных – невозможность на основе этих данных однозначно установить их принадлежность определенному, конкретному лицу (персоне) без использования дополнительной информации.

Псевдоним (pseudonym) – идентификатор лица, по которому нельзя воспроизвести обычно используемый его идентификатор и установить его личность без использования дополнительной информации (на основе [20]).

Служба (сервисы) псевдонимизации – программные средства, предназначенные для выполнения функций формирования и присвоения псевдонимов пациентам, обезличивания и обратной персонификации (де-обезличивания) записей, а также специально уполномоченные сотрудники, подразделение или организация, осуществляющие администрирование и обеспечение применения этих программных средств пользователями.

В документе Европейского союза [7] и стандартах Международной организации стандартизации (ИСО, [www.iso.org](http://www.iso.org)) сведения о человеке подразделяются на:

– сведения, позволяющие идентифицировать персону / личность (Personally Identifiable

Information, PII); здесь и далее PII – это вполне определенный набор атрибутов (элементов структуры) данных – Ф.И.О., дата и место рождения, адрес места регистрации, жительства, место работы, должность, сведения о законных представителях, членах семьи, родственниках и т.д., различного рода идентификаторы, сопоставленные с персоной: серия и номер паспорта, полиса ОМС, СНИЛС, ИНН, номер медицинской карты и т.п., а также контактные данные: номер телефона, адрес электронной почты<sup>2</sup> и т. д. Считаем, что всегда существует хотя бы одна совокупность PII-атрибутов, обеспечивающая однозначную идентификацию пациента; заметим, что с точки зрения возможности идентификации пациента, набор PII-атрибутов в записи может быть избыточным; некоторые рекомендации по составу атрибутов и алгоритмам идентификации пациентов приведены в ГОСТ ISO/TS22220:

– сведения, соотносимые с конкретной личностью – персоной (the Information Correlation with the Person, ICP) – документированные сведения о человеке, в том числе о состоянии здоровья, оказанной медицинской помощи и т. д., – на основе которых невозможно однозначно определить их принадлежность конкретному лицу (персоне); то есть любой набор ICP-атрибутов является анонимным (anonymized data); в [20] такие данные названы «обрабатываемыми» или «деперсонифицированными»;

– персонифицированные данные (personalized data, далее – исходные И-данные, записи) – данные о конкретном человеке (персоне), содержащие в том числе сведения, позволяющие его идентифицировать; формально состав таких данных можно представить в виде пары (PII, ICP), где PII и ICP – наборы PII- и ICP-атрибутов.

<sup>2</sup> Заметим, что в отличие от номера телефона, который по закону обязательно привязывается к «паспортным» данным абонента, личный, не служебный адрес электронной почты, если только он специально не указан самим субъектом персональных данных при регистрации у оператора, не позволяет идентифицировать персону, поскольку может присваиваться анонимно.



В общем случае может осуществляться деидентификация не только персональных данных физического лица, но и данных, позволяющих идентифицировать юридическое лицо – медицинскую или иную организацию. Это может быть необходимо для повышения «надежности» обезличивания данных, содержащих сведения о соответствующих организациях, если они при определенных условиях могут быть использованы для восстановления персональной принадлежности О-данных и установления личности пациента.

Далее, если специально не указано иное, словом «атрибут» будем обозначать и определенный элемент структуры данных (структуры записи) и его значение или величину (число, символьную строку, код и т.п.). Латинскими буквами в тексте и формулах будем обозначать как определенные атрибуты, так и их соответствующие наборы и/или категории (классы, виды).

**Виды обезличивания персональных данных.** Следует различать необратимое и обратимое обезличивание. В зависимости от того, какие действия выполняются и как реализуется процесс обезличивания, полученная деперсонифицированная О-запись может быть:

а) **анонимизированной**<sup>3</sup>, когда все РII-атрибуты из записи удаляются либо изменяются таким образом, что выполнить её

обратную персонификацию – сопоставить с РII какого-либо определенного пациента – невозможно (необратимое обезличивание); при этом О-запись помечается неким анонимным идентификатором AI; далее такие данные будем называть А-данными;

б) **псевдонимизированной**, когда, как и при анонимизации, РII-атрибуты изменяются или удаляются из записи, но при этом обезличенные данные о пациенте помечаются его «секретным» псевдонимом Ps, присвоенным по определенным правилам, что позволяет при необходимости выполнить процедуру обратной персонификации – деобезличивание О-записи; далее такие данные будем называть П-данными.

Как будет показано далее, псевдонимизация данных и организационно, и технологически существенно сложнее и затратнее, чем анонимизация. В тоже время надо иметь в виду, что:

– после выполнения процедуры анонимизации А-данные о пациенте уже не могут быть корректно изменены и/или дополнены;

– собрать и объединить, интегрировать А-данные об одном и том же пациенте, полученные от разных источников и/или в разное время невозможно;

– изменение, актуализация А-данных может осуществляться только путем повторной анонимизации обновленных исходных персонифицированных данных о пациенте;

– в отличие от А-данных П-данные о пациенте могут быть получены в разное время от одного или нескольких источников, объединены, дополнены – изменены по составу атрибутов и/или их значений без выполнения процедуры деобезличивания;

– изменение, актуализация и консолидация П-данных о пациенте могут осуществляться в инкрементном режиме с сохранением инкогнито пациента.

**Конфиденциальность обезличенных данных.** Полученные после обезличивания данные не содержат

<sup>3</sup> Сегодня иногда путают анонимизацию данных и оказание медицинской помощи на анонимной основе. После анонимизации медицинский документ уже невозможно сопоставить с конкретным человеком – пациентом и поэтому его уже нельзя использовать по его прямому назначению – для принятия клинических решений, организации и учета выполнения врачебных назначений пациенту и т.д., а также для «для прокурора». При анонимном лечении пациент не сообщает свои реальные персональные данные, и его личность в юридическом смысле не устанавливается, при этом медицинские документы могут быть сопоставлены с конкретным пациентом только если они содержат соответствующие биометрические данные, либо собственноручно сделанную запись и подпись пациента (правовые аспекты и особенности оказания медицинской помощи на анонимной основе, в том числе, возможно, с использованием процедур псевдонимизации, – это отдельная тема).



сведений, позволяющих идентифицировать личность, и поэтому они уже не являются персональными данными (с точки зрения закона № 152-ФЗ). В общем случае это позволяет существенно упростить организацию доступа к обезличенным данным и снизить совокупные затраты на создание системы защиты и обеспечение конфиденциальности информации.

В настоящее время в большинстве развитых стран возможность сбора А-информации без согласия субъекта персональных данных независимо от целей обработки нормативно регулируется только в части обязательных требований к процедурам гарантированной анонимизации данных<sup>4</sup>. Что касается П-данных, то возможность их сбора и обработки с той или иной целью, а также допустимость открытого, публичного доступа к таким данным во многих странах строго регламентируется национальным законодательством. Например, в Германии для обработки псевдонимизированных данных требуется специальное согласие субъекта персональных данных. Сегодня в связи с интенсивной «интернетизацией» экономики, социальной сферы и здравоохранения, появлением социальных сетей и развитием технологий, называемых Big Data, вопросы правового регулирования и регламентации процессов сбора и использования псевдонимизированных данных находятся в зоне особого внимания как государственных органов, так и общественных организаций. В российском законодательстве каких-либо явных ограничений и требований относительно сбора и обработки обезличенных данных пока еще нет, хотя уже обсуждаются законопроекты, регламентирующие использование Big

<sup>4</sup> Практически всегда существует определенный риск восстановления персональной принадлежности обезличенных, псевдонимизированных данных и компрометации псевдонима. Выбор методов и разработка процедур обезличивания должны осуществляться с учетом анализа и оценки указанных рисков на основе соответствующей модели угроз. Описание подходов к построению такой модели приведено в ГОСТ Р 55036.

Data, в том числе в сфере здравоохранения и медицинской науки.

Таким образом очевидно, что организация практического применения технологий анонимизации и псевдонимизации в здравоохранении, когда медицинская, клиническая и административная информация о пациенте должна быть документирована и юридически значима, требует соответствующего правового, организационного, методического и технического обеспечения.

### **Применение методов псевдонимизации в здравоохранении.**

Общемировая практика показывает, что псевдонимизацию данных, содержащих сведения, относящиеся к врачебной тайне, целесообразно применять:

1) В тех случаях, когда врач, медработник, участвующий в процессе оказания медицинской помощи пациенту, непосредственно работает только:

– с медицинскими документами, например, при подготовке экспертного заключения («второе мнение»), при описании и интерпретации медицинских изображений и диаграмм: рентгеновских снимков, томограмм, ЭКГ и т.д., в том числе полученных по каналам связи (телерадиология, телекардиология, телеморфология и т. д.); следует заметить, что международным стандартом представления и передачи медицинских изображений DICOM (см. ГОСТ Р ИСО 12052 и ГОСТ Р ИСО 17432) предусмотрена возможность псевдонимизации данных;

– с биоматериалами при проведении лабораторных исследований. Сегодня такая практика все чаще используется медицинскими организациями при взаимодействии с внешними, централизованными лабораториями, что существенно упрощает их работу и позволяет снизить затраты на защиту информации.

В описанных выше случаях псевдонимизация может осуществляться как локально, так и централизованно (см. далее). При этом



после получения П-документа с результатами исследования или заключением перед их записью (включением) в медицинскую карту пациента предварительно должна осуществляться обратная персонификация документа<sup>5</sup>.

2) При «вторичном» использовании массивов медицинских данных, когда: а) необходимо обеспечить доступ к ним большого количества различных пользователей для решения управленческих, научных и иных задач и при этом б) может потребоваться идентифицировать пациента (субъекта данных) – осуществить обратную персонификацию, например, для получения дополнительных сведений о пациенте и т. д. Типичными примерами такого рода массивов данных могут быть:

- территориально-популяционные нозологические регистры;

- геномные (ДНК-) медицинские регистры. Заметим, что в законодательстве большинства европейских стран и у нас в РФ действует принцип «одинаковых требований к уровню конфиденциальности» геномной, генетической и иной медицинской информации;

- регистры потенциальных и фактических доноров и реципиентов органов и тканей человека. В качестве примера можно назвать всемирную поисковую систему доноров костного мозга ([www.bmdw.org](http://www.bmdw.org)). Подобная система сейчас создается и у нас в России [10];

- регистры, формируемые при проведении научных исследований; особенно эффективно это при сборе, унификации и консолидации данных многоцентровых исследований [18];

- регистры пациентов, используемые при проведении клинических испытаний (см. ГОСТ Р 52379, ГОСТ Р 56044 и ГОСТ Р ИСО 14155). Заметим, что применение методов псевдонимизации позволяет при этом обеспечить также и высокий уровень «ослепления»

<sup>5</sup> Заметим, что в обоих приведенных выше случаях специальное согласие пациента на передачу его П-данных из МО, в которую он обратился, в другую МО не требуется (см. п. 8 части 4 ст. 13 закона № 323-ФЗ).

пользователей – экспертов, работающих с этими данными;

- регистры лиц, с имплантированными медицинскими изделиями, которые используются при сборе катamnестической информации и оценке безопасности и эффективности применения медицинских изделий (см. [11]);

- регистры, формируемые при сборе извещений о побочном действии лекарственных препаратов, медицинских изделий и биомедицинских клеточных продуктов;

- базы данных персонифицированного учета объемов и результатов медицинской помощи, оказанной по программам ОМС, которые формируются и ведутся в СМО и территориальных фондах ОМС.

Очевидно, что при работе с перечисленными выше регистрами и базами данных псевдонимизация должна, как правило, осуществляться централизованно. В тоже время у автора есть положительный опыт работы с обезличенной базой данных об оказанной медицинской помощи для выявления клинически связанных случаев обращения пациента в различные лечебно-профилактические учреждения (так называемых эпизодов), псевдонимизация которой осуществлялась локально в территориальном фонде ОМС.

3) При централизованном ведении баз данных, в которых собираются и накапливаются различные медицинские и иные сведения о персоне – конкретном человеке, поступающие из множества учреждений, в которых он проходил обследование, лечение или реабилитацию [12]; такая персон-центрированная модель сбора данных о состоянии здоровья и оказанной медицинской помощи за рубежом получила название Long Life Personal Health History, а у нас – интегрированная ЭМК – ИЭМК [13, 14] (правильнее – «интегральная»); в ГОСТ Р ИСО/ТО 20514 этому соответствует термин Electronic Health Record for Integrated Care (ICEHR). Как правило, такие БД содержат записи об анамнезе жизни, сигнальные





▷ (витальные) данные, выписные эпикризы по каждому случаю оказания медицинской помощи пациенту и др. Основная цель создания подобных БД – обеспечение преемственности, безопасности, качества и эффективности медицинской помощи. К ним организован удаленный доступ авторизованных пользователей – прежде всего врачей различных учреждений, которым при этом «видны» реальные ПИ-данные пациента. Иным категориям пользователей доступ к таким БД предоставляется только в режиме чтения А- или П-записей – реальные ПИ-данные пациентов для них закрыты. В отличие от медицинских регистров, предназначенных для решения узкоспециальных задач, такие БД, очевидно, обладают гораздо большим «аналитическим потенциалом» и могут быть использованы при решении самых разных клинических, управленческих, научных и учебных задач, в том числе для формирования и ведения медицинских регистров. Псевдонимизация записей в таких БД должна осуществляться централизованно. Примером подобной БД является единая база данных «выписных» эпикризов в национальной системе здравоохранения Великобритании, ведение которой осуществляется с использованием псевдонимов, для чего создана специальная служба Secondary Uses Service (SUS), обеспечивающая удаленный авторизованный доступ врачей и пациентов к этой базе данных через систему Spine [15].

Доступ к перечисленным выше базам данных может быть организован также, как и к анонимизированным данным – без возможности персонификации записей.

**Методы обезличивания.** В настоящее время разработано много различных методов обезличивания [16–19]. Приказом уполномоченного органа по защите прав субъектов персональных данных – Роскомнадзора – в 2013 г. были утверждены требования по обезличиванию персональных данных [8], опубликованы методические рекомендации по применению этого приказа [9].

С июля 2013 г. введен в действие ГОСТ Р 55036 [20], который был разработан путем перевода технических спецификаций ISO/TS25237:2008 (в январе 2017 г. ИСО был издан «настоящий стандарт» ISO 25237:2017 Health informatics. Pseudonymization), с июля 2017 г. – ГОСТ Р ИСО/МЭК 27038 [21]. Однако все эти документы имеют «рамочный» характер – для практического использования методов анонимизации и псевдонимизации в российском здравоохранении необходимо определить организационные процедуры, разработать алгоритмы и специальные программные средства, исходя из потребностей различных прикладных задач и условий их применения, и издать соответствующие нормативно-методические документы.

Далее будем рассматривать процессы обезличивания только структурированных данных – записей и документов. При этом полагаем, что структура записи (документа) соответствует 2-му (section-level templates) или 3-му (entry-level templates) уровню формализации по ГОСТ Р ИСО/HL7 27932.

Процедуры и алгоритмы обезличивания основаны на том, что любая структурированная персонифицированная запись (документ) может быть представлена в виде двух наборов атрибутов – (PII, ICP) и при этом PII-атрибуты, в свою очередь, в общем случае могут быть разделены на пять наборов атрибутов:

$$PII = (ID, pV, pR, pN, pF),$$

где ID – идентификаторы пациента. Следует различать: а) внутренние ID, присваиваемые самим оператором (например, номер медицинской карты) и б) внешние ID, которые присвоены пациенту другим оператором (третьим лицом), например, номер полиса ОМС или СНИЛС. Как правило, один из внешних идентификаторов пациента принимается в качестве «стандартного», единого для всех организаций – источников данных о пациентах (далее – ID<sub>S</sub>; считается, что такой идентификатор всегда существует); при



обезличивании все идентификаторы либо удаляются, либо заменяются другими идентификаторами пациента:

– при анонимизации – на анонимный идентификатор пациента AI – некий чисто условный код, который не связан с PII какого-либо пациента;

– при псевдонимизации – на псевдоним пациента Ps (см. далее);

rV – допускающие (предусматривающие) замену на их обобщенное значение rG; например, вместо полного адреса указывается только название или код населенного пункта или района, вместо возраста – код возрастной группы (к rV-атрибутам относятся также конкретные даты: рождения, смерти, обращения в МО, госпитализации, выписки и т.п., которые должны либо заменяться на обобщенные периоды: номер недели, месяца, квартала и т.д., либо удаляться или заменяться «пустыми» значениями); в исходной И-записи rV-атрибуты могут отсутствовать; далее замену rV-атрибутов на их обобщенные значения будем называть генерализацией и обозначать  $rV \rightarrow rG$ ;

rR – допускающие (предусматривающие) замену на вычисляемый атрибут rC, значение (величина) которого рассчитывается по определенному алгоритму; например, вместо даты рождения пациента вычисляется и указывается его возраст или код возрастной группы, вместо роста и веса – величина индекса массы тела (в данной работе рост, вес и другие антропометрические данные пациента будем относить к PII-атрибутам); в исходной записи rR-атрибуты могут отсутствовать; далее замену rR-атрибутов на вычисляемые атрибуты будем обозначать  $rR \rightarrow rC$ ; преобразования  $rV \rightarrow rG$  и  $rR \rightarrow rC$  в [8, 9] обобщенно называются методом изменения семантики или состава данных;

rN – номинальные, не подлежащие генерализации или какому-либо иному преобразованию (Ф.И.О., контактные реквизиты,

текстовые поля в «свободном формате», в которых могут содержаться персональные данные и др.); при обезличивании они удаляются из записи (не включаются в O-запись) либо заменяются «пустыми» значениями;

rF – идентифицирующие других физических лиц (не пациентов), которые в определенном контексте и/или в сочетании с другими атрибутами могут быть использованы для определения личности пациента (поэтому они отнесены к PII-атрибутам); могут отсутствовать; при обезличивании они либо удаляются из записи, либо при необходимости могут заменяться:

– при анонимизации – на анонимные идентификаторы этих физических лиц rA, не позволяющие определить их истинные, реальные реквизиты (Ф.И.О., адрес, СНИЛС и т.д.), что можно представить в виде преобразования  $rF \rightarrow rA$ ;

– при псевдонимизации – на соответствующие «секретные» персональные псевдонимы rP, которые присваиваются по определенным правилам, что позволяет осуществить обратную персонификацию  $rP \rightarrow rF$  – сопоставление псевдонимов с реальными реквизитами указанных лиц.

Наличие в записях rF-атрибутов и их замена на rA и rP позволяет при обезличивании сохранить информацию о различных видах взаимосвязей (отношений) между субъектами персональных данных, представляемых с помощью указанных атрибутов. В [8, 9] это свойство названо структурированностью обезличенных данных.

Далее «обезличенные» идентификаторы субъектов персональных данных обобщенно будем обозначать  $rU = \{AI, Ps\}$  – для пациента и  $rX = \{rA, rP\}$  – для иных физических лиц.

Все PII-атрибуты при обезличивании могут также представляться в O-записи «пустыми» значениями. Возможно также шифрование PII-атрибутов на «секретных» ключах службы псевдонимизации, однако на практике этот



метод используется крайне редко и здесь не рассматривается.

Что касается обезличивания мультимедийных файлов – фото-, видео- и аудио-записей, прилагаемых к медицинским документам, а также сканов медицинских документов, содержащих в том или ином виде информацию, позволяющую идентифицировать личность пациента, то это особая, отдельная проблема. Некоторые общие рекомендации на эту тему приведены в [21].

**Анонимизация** данных реализуется путем удаления из записи, генерализации и/или замены PII-атрибутов – выполнения следующих преобразований:

$$(ID, pN, pV, pR, pF, ICP) \rightarrow (AI, (pG, pC, pA, ICP));$$

где (pG, pC, pA, ICP) – обрабатываемые данные о пациенте (как видим, ICP могут быть дополнены pG-, pC- и pA-атрибутами); AI – анонимный идентификатор пациента, которым помечены обрабатываемые данные. Напомним, что pV-, pR- и pF-атрибуты могут отсутствовать. Атрибуты с «пустыми» значениями здесь и далее не показаны.

**Присвоение псевдонимов.** Начальным этапом процесса псевдонимизации является присвоение пациенту псевдонима Ps, которое осуществляется специальной службой (сервисом) псевдонимизации. При этом для разных целей и задач могут использоваться разные псевдонимы одного и того же лица. Для одних задач псевдоним пациента может быть как разовым, так и постоянным (например, при обмене медицинскими документами между МО и клинической лабораторией), для других – только постоянным, в частности, при ведении БД ИЭМК. Принципиально важно, что псевдоним:

- должен быть уникальным в системе идентификации и учета пациентов, для использования в которой он предназначен;

- не должен совпадать ни с одним из идентификаторов, сопоставленных с пациентом

и используемых в других системах учета и идентификации физическим лиц или относящихся к ним документов, записей и т.д., например, с номером медицинской карты, полиса ОМС, серией и номером паспорта, СНИЛС и т. д.;

- никогда не указывается вместе с персональными данными пациента в первичных медицинских и иных документах, доступ к которым может получить пациент или его законный представитель;

- во всех случаях не известен ни врачу, ни пациенту и поэтому не может быть ими передан кому-либо или раскрыт, случайно или намеренно, в отличие от других идентификаторов, например, номера медкарты, полиса ОМС и СНИЛС;

- может быть сопоставлен с персональными данными пациента, раскрыт или передан кому-либо только в строго определенных специальных случаях, предусмотренных законодательством либо соглашением между пользователями ИС, в которой обрабатываются П-данные, по жестко контролируемым процедурам с обеспечением установленных требований по защите персональных данных и сохранению врачебной тайны.

В зависимости от метода формирования псевдонимы могут быть:

- а) назначаемыми – с помощью «секретных» таблиц соответствия (PII: Ps); уникальный Ps при этом может формироваться на основе некоторого порядкового или составного номера, с помощью датчика случайных чисел либо с использованием хэш-функции, вычисляемой по значению определенной уникальной совокупности PII-атрибутов  $PIIP \subseteq PII$  или, чаще всего – «стандартного» IDS пациента, например, СНИЛС. В случаях, когда алгоритм формирования псевдонима опубликован, в качестве Ps целесообразно использовать зашифрованное значение кода-идентификатора, сформированного указанным выше способом, иначе возможна компрометация псевдонима путем простого последовательного



подбора. Важно, что во всех перечисленных случаях обратное вычисление PИIP на основе Ps невозможно;

б) вычисляемыми – путем шифрования на «секретных» ключах службы псевдонимизации определенного набора атрибутов PИIP, обеспечивающего однозначность идентификации пациента и уникальность псевдонима; в этом случае «секретная» таблица соответствия (PИIP: Ps) может не формироваться и не храниться – прямое PИIP → Ps и обратное Ps → PИIP криптопреобразование выполняются «на лету». При этом могут применяться как симметричные, так и асимметричные методы шифрования.

Присвоение псевдонима пациенту и иным физическим лицам может выполняться как заблаговременно, так и непосредственно в процессе формирования псевдонимизированной O-записи о пациенте.

При необходимости по аналогичным правилам псевдонимы могут присваиваться также иным физическим лицам, сведения о которых содержатся в исходных записях о пациенте. При этом также используется соответствующий «стандартный» идентификатор субъекта персональных данных. Из-за ограниченного объема статьи описание указанных процессов здесь не приводится.

Псевдонимизация, как и анонимизация данных, может быть реализована путем выполнения следующих преобразований:

$$\begin{aligned} & (ID, pN, pV, pR, pF, ICP) \rightarrow \\ & (IDS, (pG, pC, pF, ICP)) \rightarrow \\ & (Ps, (pG, pC, pP, ICP)); \end{aligned}$$

где используется таблица соответствия (IDS: Ps) либо псевдоним Ps вычисляется по идентификатору IDS пациента; (pG, pC, pP, ICP) – обрабатываемые данные о пациенте, помеченные его псевдонимом Ps; если PИI включают данные о законных представителях и/или родственниках пациента pF, и они необходимы для дальнейшей обработки, то их также надо заменить псевдонимами pP. В ряде случаев при обезличивании может

потребоваться также удаление из записей, замена на псевдонимы или генерализация данных о врачах и/или медицинских организациях. Например, индивидуальный код врача может быть заменен на код должности или специальности.

Сформированная П-запись может быть направлена в виде сообщения (электронного документа) адресату-получателю и/или сохранена в базе данных DB для дальнейшего использования (см. рис. 2). При этом в базе данных может осуществляться сбор, консолидация и накопление П-данных о пациенте, полученных от множества разных источников.

Указанные выше преобразования данных при обезличивании могут осуществляться в автоматическом режиме с помощью соответствующих программных средств (генераторов таблиц соответствия, специальных шлюзов или серверов псевдонимизации и обратной персонификации и т.д.<sup>6</sup>), под контролем уполномоченных сотрудников службы псевдонимизации. При этом, как правило, они не имеют доступа к персонифицированным данным о пациентах, содержащим сведения, составляющие врачебную тайну.

**Формирование обезличенной записи** о пациенте может осуществляться с использованием заранее определенного шаблона (template) O-записи, в котором перечислены все атрибуты исходных И-записей, и при этом каждый атрибут имеет специальную пометку, обозначающую, какое действие с ним выполняется – элиминация или замена:

– удаление – для pN-, ID- и pF-атрибутов (не включаются в O-запись);

– замена на «пустое» значение pZ – для любых PИI-атрибутов;

<sup>6</sup> Для этого, например, могут использоваться специальные USB-устройства, «на борту» которых выполняются все криптопреобразования, хранятся ключи шифрования и аутентификации пользователей и т. д., подобно тому, как это сделано сегодня в USB-токенах.





- замена на анонимный идентификатор – для  $pN$ ,  $ID$  – на  $AI$ , для  $pF$  – на  $pA$ ;
- замена на псевдоним – для  $pN$ ,  $ID$  – на  $Ps$ , для  $pF$  – на  $pP$ ;
- замена на обобщенное значение  $pG$  (генерализация) – для  $pV$ -атрибутов;
- замена на вычисляемый атрибут  $pC$  – для  $pR$ -атрибутов;
- включение в  $O$ -запись без изменений – для  $ICP$ -атрибутов.

При формировании  $O$ -записи операции по замене одного и того же  $PII$ -атрибута на «пустые», обобщенные или вычисляемые значения могут применяться одновременно.

Все  $PII$ -атрибуты, не помеченные в шаблоне как заменяемые, безусловно удаляются (не включаются в  $O$ -запись).

Очевидно, что все перечисленные выше операции удаления или замены атрибутов, кроме замены на вычисляемый псевдоним, необратимы – восстановить исходные значения атрибутов при обратной персонификации невозможно. В связи с этим при обезличивании возможна частичная потеря информации о пациенте в  $O$ -записи.

Генерализация и замена атрибутов при обезличивании записей могут осуществляться и для  $ICP$ -атрибутов.

Должны быть приняты единые правила генерализации и расчета значений вычисляемых атрибутов.

В зависимости от того, как реализован процесс формирования обезличенной записи, следует различать:

- а) цензурирование исходной  $I$ -записи:  
 $(PII, ICP) \rightarrow (pU, (pZ, ICP))$ ;

где  $pU$  – анонимный идентификатор  $AI$  или псевдоним  $Ps$  пациента; при цензурировании всегда создается новый документ, в котором все  $PII$ -атрибуты заменены на «пустые» значения  $pZ$ . При этом, как правило, в  $O$ -запись включаются все  $ICP$ -атрибуты; общие требования и рекомендации по выполнению цензурирования документов приведены в [21];

б) сборку (компиляцию)  $O$ -записи из атрибутов одной или нескольких  $I$ -записей о пациенте:

$$\{(ID_j, pN_j, pV_j, pR_j, pF_j, ICP_j) \mid j = 1, \dots, N\} \rightarrow (pU, (pG, pC, pX, ICP));$$

при этом  $O$ -запись может включать консолидированные наборы атрибутов данных, полученных в результате преобразований  $pV \rightarrow pG$ ,  $pR \rightarrow pC$  и  $pF \rightarrow pX$ , а также экстракции и/или объединения атрибутов из  $ICP$ -данных множества  $I$ -записей:

$$pG = pG_1 \cup \dots \cup pG_N; pC = pC_1 \cup \dots \cup pC_N; pX = pX_1 \cup \dots \cup pX_N;$$

$$ICP = ICP'_1 \cup \dots \cup ICP'_N; \text{ для } j = 1, \dots, N;$$

где  $ICP'_j \subseteq ICP_j$  – наборы  $ICP$ -атрибутов исходных  $I$ -записей  $ICP_j$ , включаемые в  $O$ -запись в соответствии с шаблоном. Как правило,  $O$ -запись не содержит атрибутов с «пустыми» значениями. Исходные записи о пациенте могут быть разного типа и могут находиться в разных хранилищах (базах) данных. В шаблоне указываются типы исходных записей и при необходимости – места их хранения, а также ссылки на программные модули для выполнения генерализации и расчета значений вычисляемых атрибутов.

Как видим, цензурирование документа и сборка обезличенного документа из множества исходных  $I$ -записей – это разные процессы, технологии и возможные области их применения. Сложность и техническая осуществимость процедур обезличивания зависят от уровня формализации контента в записи – состава атрибутов, формы и способов представления данных.

**Деобезличивание.** Персонификация  $P$ -данных – восстановление их принадлежности определенному пациенту – осуществляется с помощью службы (сервисов) псевдонимизации по запросам авторизованных пользователей при наличии у них соответствующих полномочий. При этом, как уже было отмечено выше, возможна потеря части исходной информации о пациенте, поскольку



не представляется возможным восстановить:

- удаленные / не включенные в O-запись PII-атрибуты;
- исходное значение рG- и рC-атрибутов;
- исходное значение атрибутов с «пустыми» значениями.

Идентификация, аутентификация, проверка полномочий пользователей и предоставление им по запросу, содержащему псевдоним Ps пациента, его стандартного идентификатора IDS осуществляются службой псевдонимизации. Через службу (сервисы) идентификации пациентов по запросу, содержащему IDS пациента, авторизованным пользователям может быть предоставлен определенный «стандартный» набор PIIIS  $\subseteq$  PII его персональных данных. Проверка полномочий, обработка запросов и предоставление пользователям указанных данных о пациентах обеими службами могут осуществляться в автоматическом режиме с помощью соответствующих программных средств (сервисов).

Обезличивание и обратная персонификация записей могут осуществляться как в пакетном, так в транзакционном режимах. Описание возможных вариантов и особенностей реализации указанных режимов, а также процедур и способов идентификации, аутентификации и проверки полномочий пользователей в виду ограниченного объема статьи здесь не приводится<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> Заметим, что в настоящее время нет утвержденных Минздравом России нормативных документов, регламентирующих права доступа различных категорий работников к тем или иным видам медицинских документов или их разделам. Правила (политика) доступа к медицинской документации определяются локальными нормативными актами, изданными в учреждениях. При использовании бумажных носителей отсутствие четких, формализованных правил доступа к документам не создавало особых проблем с точки зрения обеспечения конфиденциальности персональных данных пациентов и сохранения врачебной тайны. При работе с электронными документами и базами данных разделение полномочий и регламентация доступа пользователей к информации является обязательным требованием. Некоторые общие рекомендации по организации доступа в медицинских ИС приведены в ГОСТ Р ИСО/ТС 22600, ГОСТ Р 54472, ГОСТ Р ИСО 21091.

Организация процессов псевдонимизации и обратной персонификации. Возможности, процедуры и эффективность использования методов псевдонимизации при решении различных медицинских, управленческих, научных, учебных и иных задач во многом зависят от того, как организованы присвоение псевдонимов, де-персонификация и обратная персонификация П-данных – локально или централизованно.

В первом случае присвоение псевдонимов пациентам, де-персонификация и обратная персонификация данных осуществляются в самой МО собственной, локальной службой (сервисами) псевдонимизации LPS. Модель потоков данных о пациенте для этого случая в виде направленного линейного графа показана на рис. 1, где UM – множество пользователей – врачей, медсестер и т.д., непосредственно работающих с первичной медицинской документацией (ЭМК) и персональными данными пациента, при этом Ps пациента им не известен; UE – внешние пользователи, например, сотрудники внешней клинической лаборатории, которые работают только с биоматериалами и псевдонимизированными электронными медицинскими П-документами; направленными стрелками обозначены соответствующие потоки данных (документов), в надписях указан состав данных в потоках: рG, рC, рP и ICPM – данные о пациенте, которые передаются внешним пользователям, ICPE – получают от внешних пользователей. Атрибуты с «пустыми» значениями в O-записи, как правило, не включаются и здесь не показаны.

Очевидно, что область применения технологий локальной псевдонимизации весьма ограничена.

Во втором случае организуется единая централизованная служба (сервисы) псевдонимизации CPS, что позволяет: а) осуществлять сбор, хранение и обработку П-данных об одном и том же пациенте из множества различных источников – медицинских учреждений,



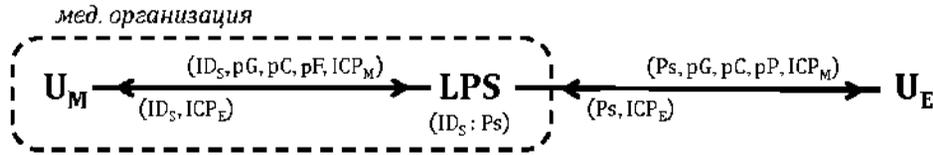


Рис. 1. Модель локальной псевдонимизации

СМО и др. и б) обеспечить доступ большого количества различных пользователей к массивам П-данных (документов).

Соответствующая этому варианту обобщенная модель доступа к центральной базе П-данных DB, содержащей записи о пациентах вида  $(Ps, ICP_{DB})$ , показана на рис. 2, где  $\{U_{Mj}\}$  – это, как и в предыдущем случае, множество пользователей, работающих с персонализированными медицинскими данными (МО, СМО и др.); авторизованный доступ этих пользователей к базе данных DB по чтению и/или записи осуществляется через службу (сервисы) псевдонимизации CPS; при этом они «видят» только реальные IDS и «свои» PIIj пациента, Ps пациента им не известен; UA – пользователи, которые во всех случаях работают

только с П-данными – при решении профессиональных задач им не нужны PII пациентов, для них эти данные являются анонимизированными; PIS – служба идентификации пациентов, предоставляющая авторизованным пользователям определенный «стандартный» набор PIIS персональных данных конкретного пациента по запросу, содержащему его стандартный идентификатор IDS; UC – пользователи, которые в строго определенных случаях при решении своих прикладных задач имеют право по псевдониму пациента Ps получить через службу псевдонимизации CPS авторизованный доступ к его стандартному идентификатору IDS и затем обратиться в службу идентификации пациентов PIS для получения «стандартного» набора PIIS его персональных данных.

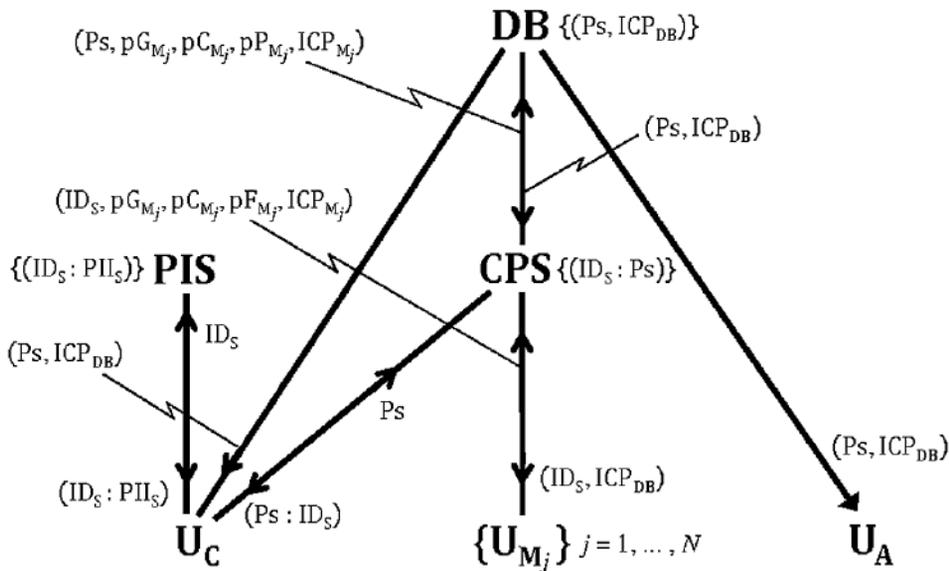


Рис. 2. Модель доступа к данным через централизованную службу псевдонимизации



Формирование записей о пациентах в DB осуществляется на основе данных, поступающих от UM-пользователей через службу (сервисы) псевдонимизации CPS. «Интегральная» запись о пациенте ICPDB получается в результате объединения всех П-записей, полученных в разное время от разных медицинских организаций:

$$(Ps, ICP_{DB}) = (Ps, ((pG_{M_1}, pC_{M_1}, pP_{M_1}, ICP_{M_1}) \cup \dots \cup (pG_{M_N}, pC_{M_N}, pP_{M_N}, ICP_{M_N})));$$

Как правило, удаление PII-атрибутов и преобразования  $pV \rightarrow pG$  и  $pR \rightarrow pC$  выполняются на стороне источника, замена стандартных идентификаторов на соответствующие псевдонимы пациента и иных физических лиц – через службу (сервисы) псевдонимизации.

Примером описанной централизованной модели, как уже было отмечено, может быть псевдонимизированная БД ИЭМК, с которой могут работать все три категории пользователей, показанные на рис. 2. Например, лечащий врач (UM) может запросить и получить из БД анамнестическую информацию, сигнальные данные и эпикриз по последнему случаю оказания медицинской помощи пациенту; врач-эксперт страховой компании (UC) – запросить и получить персональные данные пациента в случае необходимости проведения дополнительной экспертизы по первичной медицинской документации; ученые при выполнении обсервационного ретроспективного эпидемиологического исследования имеют доступ только к П-данным (UA).

Возможна также смешанная модель псевдонимизации (multi-centric pseudonymisation [18]), когда псевдонимы присваиваются в МО, а централизованной службой осуществляется координация их присвоения (синхронизация псевдонимов, см. пп. 5.4, 5.6 в [20]). Смешанная модель организационно и технологически заметно сложнее централизованной и поэтому наименее предпочтительна и здесь не рассматривается.

Правила обезличивания, в том числе алгоритмы преобразования  $pV$ - и  $pR$ -атрибутов,

шаблоны для формирования O-записей, процедуры анонимизации, присвоения псевдонимов и обратной персонализации данных должны быть утверждены соответствующими нормативными документами или определены соглашениями между участниками – пользователями ИС, в которой обрабатываются обезличенные данные.

Выше были описаны только самые общие принципы и способы обезличивания персональных данных о состоянии здоровья и примеры их применения в здравоохранении. Остались не рассмотренными многие важные вопросы, связанные, в частности, с оценкой рисков восстановления персональной принадлежности обезличенных данных и построением модели угроз конфиденциальности персональных данных (см. в [20]), с обработкой биометрических данных, аномальными и особыми случаями идентификации и псевдонимизации данных о пациентах и многие другие.

В заключение хотелось бы еще раз подчеркнуть, что применение методов псевдонимизации при ведении медицинских регистров и иных полицейских баз данных предоставляет качественно новые возможности сбора, обработки и использования содержащейся в них ценнейшей информации, как при решении задач практического здравоохранения, так и для решения научных и образовательных задач.

## ВЫВОДЫ

1. Псевдонимизация данных в территориально-популяционных и иных медицинских регистрах и хранилищах данных позволит значительно сократить совокупные расходы на их создание и эксплуатацию, снизить затраты на сбор, обработку и предоставление доступа к информации, необходимой для контроля, планирования и принятия решений органами управления здравоохранением, проведения научных исследований, клинических испытаний и в учебных целях, что, в свою очередь,



будет способствовать повышению их результативности и эффективности.

2. Представляется целесообразным на законодательном уровне определить понятие псевдонимизации медицинских данных, определить статус псевдонимизированных данных как неконфиденциальных, сбор и обработка которых не требует получения специального согласия пациента.

3. Для практического использования методов анонимизации и псевдонимизации необходимо активизировать работу по созданию нормативно-технических и методических

документов, регламентирующих процессы псевдонимизации и обратной персонификации медицинских данных, определить требования к соответствующим программным и техническим средствам, разработать типовые сценарии и регламенты формирования и использования обезличенных данных при решении различных практических задач в здравоохранении, медицинской науке и образовании.

Автор будет признателен всем, кто пришлет свои замечания и предложения по рассмотренным вопросам по электронной почте на адрес [ap100Lbov@mail.ru](mailto:ap100Lbov@mail.ru).

## ЛИТЕРАТУРА



1. Концепция создания единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения. Приказ Минздравсоцразвития России от 28.04.2011 г. № 364.
2. Приоритетный проект «Совершенствование процессов организации медицинской помощи на основе внедрения информационных технологий до 2025 г. («Электронное здравоохранение»)». Утвержден решением Совета по стратегическому развитию при Президенте РФ, протокол № 9 от 25.10.2016 г.
3. Общие принципы построения и функционирования информационных систем и порядок информационного взаимодействия в сфере ОМС (АИС ОМС). Приказ Федерального фонда ОМС № 79 от 07.04.2011 (в ред. приказа № 169 от 09.09.2016 г.).
4. Положение об особенностях обработки персональных данных, осуществляемой без использования средств автоматизации. Постановление Правительства РФ от 15.09.2008 г. № 687.
5. Требования к защите персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных. Постановление Правительства РФ от 01.11.2012 г. № 1119.
6. Перечень мер, направленных на обеспечение выполнения обязанностей, предусмотренных Федеральным законом «О персональных данных», и принятыми в соответствии с ним нормативными правовыми актами, операторами, являющимися государственными или муниципальными органами. Постановление Правительства РФ от 21.03.2012 г. № 211 (ред. от 06.09.2014 г.).
7. General Data Protection Regulation (GDPR), Regulation (EU) 2016/679, 27 April 2016. Доступно по: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32016R0679>. Ссылка активна на 01.07.2017 г.
8. Требования и методы по обезличиванию персональных данных. Приказ Роскомнадзора от 05.09.2013 г. № 996.



9. Методические рекомендации по применению приказа Роскомнадзора от 5 сентября 2013 г. № 996 «Об утверждении требований и методов по обезличиванию персональных данных». Утверждены руководителем Роскомнадзора 13.12.2013 г.
10. Макаренко О.А., Алянский А.Л., Иванова Н.Е. и др. Эффективность поиска неродственного донора гемопоэтических стволовых клеток с помощью российской поисковой системы Bone Marrow Donor Search: опыт НИИ детской онкологии, гематологии и трансплантологии им. Р.М. Горбачевой // Клиническая онкогематология. – 2017. – № 10. – С. 39–44.
11. IMDRF/Registry WG/N33:2016 Principles of International System of Registries Linked to Other Data Sources and Tools, 30.09.2016 г.
12. Столбов А.П., Кузнецов П.П. Современные модели организации использования персональных данных о состоянии здоровья // Проблемы стандартизации в здравоохранении. – 2010. – № 1–2. – С. 19–24.
13. Тавровский В.М. Структура, содержание и ведение интегральной электронной медицинской карты (ИЭМК). Опубликовано 25.04.2015 г. Доступно по: <http://gosbook.ru/node/89840>. Ссылка активна на 01.07.2017 г.
14. Зарубина Т.В., Швырев С.Л., Соловьев В.Г., Раузина С.Е., Родионов В.С., Пензин О.В., Суринов М.Ю. Интегрированная электронная медицинская карта: состояние дел и перспективы // Врач и информационные технологии. – 2016. – № 2. – С. 35–44.
15. HSCIC Data Pseudonymisation Review – Interim Report, 31-07-2014 – [http://content.digital.nhs.uk/media/14828/HSCIC-Data-Pseudonymisation-Review-Interim-Report/pdf/HSCIC\\_Data\\_Pseudonymisation\\_Review\\_Interim\\_Report.pdf](http://content.digital.nhs.uk/media/14828/HSCIC-Data-Pseudonymisation-Review-Interim-Report/pdf/HSCIC_Data_Pseudonymisation_Review_Interim_Report.pdf). Ссылка активна на 01.07.2017 г.
16. Рябко С.Д. Об обезличивании персональных данных // Информационная безопасность. – 2009. – № 5. – [www.itsec.ru/articles2/bypub/insec-5-2009](http://www.itsec.ru/articles2/bypub/insec-5-2009). Ссылка активна на 01.07.2017 г.
17. Саксонов Е.А., Шередин Р.В. Процедура обезличивания персональных данных // Наука и образование. – 2011. – № 3, март 2011, электронный журнал. – <http://technomag.edu.ru/doc/173146.html>. Ссылка активна на 01.07.2017 г.
18. Lo Iacono Luigi. Multi-centric Universal Pseudonymisation for Secondary Use of the EHR, 2007. – <http://geneva2007.healthgrid.org/proceedings/proceedings/pdf/25.pdf>. Ссылка активна на 01.07.2017.
19. Sweeney L. k-anonymity: a model for protecting privacy. International Journal on Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-based Systems, 10 (5), 2002. – P. 557–570.
20. ГОСТ Р 55036–2012 / ISO/TS25237:2008 Информатизация здоровья. Псевдонимизация.
21. ГОСТ Р ИСО/ МЭК 27038–2016 / ISO/IEC27038:2014. Информационные технологии. Методы обеспечения безопасности. Требования и методы электронного цензурирования.



**А.В. ГУСЕВ,**

к.т.н., заместитель директора по развитию, компания «Комплексные медицинские информационные системы» (К-МИС), e-mail: agusev@kmis.ru

## ПЕРСПЕКТИВЫ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И ГЛУБОКОГО МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В СОЗДАНИИ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

УДК 004.89

Гусев А.В. Перспективы нейронных сетей и глубокого машинного обучения в создании решений для здравоохранения (Комплексные медицинские информационные системы, Россия)

**Аннотация.** В работе приведен обзор перспектив применения нейронных сетей и глубокого машинного обучения в создании систем искусственного интеллекта для здравоохранения. Приводится определение и пояснения по технологиям машинного обучения и нейронных сетей. Представлен обзор уже реализованных проектов применения искусственного интеллекта, а также дается прогноз наиболее перспективных, по мнению автора, направлений развития в ближайшее время.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, машинное обучение, нейронные сети, здравоохранение, медицина.

UDC 004.89

Gusev A.V. Prospects for neural networks and deep machine learning in creating health solutions (Complex medical information system, Russian)

**Abstract.** The paper gives an overview of the prospects of using neural networks and deep machine learning in the creation of artificial intelligence systems for healthcare. The definition and explanations on the technologies of machine learning and neural networks are given. The review of already implemented artificial intelligence projects is presented, as well as the forecast of the most promising directions of development in the near future.

**Keywords:** artificial intelligence, machine learning, neural networks, healthcare, medicine.

### ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день искусственный интеллект (ИИ) считается важнейшей сферой ИТ-исследований и ведущим драйвером прорывного индустриального роста, который в последнее время называют «Индустрией 4.0».

Как электричество изменило и привело к новой промышленной революции в XIX веке, так искусственный интеллект и информационные технологии воспринимаются сегодня как источник глубокой трансформации общества и экономики в XXI веке [1].

Согласно данным IDC объем рынка решений, основанных на технологиях ИИ, в 2016 году в денежном выражении составил приблизительно 7,9 млрд. долл. В 2017-м, как ожидается, он вырастет на 59,3% и достигнет 12,5 млрд. долл. Аналитики полагают, что до конца текущего десятилетия среднегодовой темп роста (CAGR) окажется на уровне 54%. В результате в 2020 г. объем отрасли превысит 46 млрд. долл. Наибольшую долю этого рынка составят



так называемые «когнитивные» приложения, которые автоматически изучают данные и составляют различные оценки, рекомендации или прогнозы, используя методы искусственного интеллекта. Рынок решений на базе искусственного интеллекта в области здравоохранения и наук о жизни, по оценкам Frost & Sullivan, также будет расти до 40% в год, достигнув в 2021 г. уровня 6,6 млрд. долл. [5].

Искусственный интеллект имеет длинную историю, начинающуюся с теоретических работ Тьюринга по кибернетике, датированных началом XX века. Хотя концептуальные предпосылки появились еще ранее, с философских работ Рене Декарта «Рассуждение о методе» (1637) и работы Томаса Гоббса «Человеческая природа» (1640).

Летом 1956 года в Университете Дартмута в США прошла первая рабочая конференция с участием таких ученых, как Маккарти, Минский, Шеннон, Тьюринг и другие, которые впоследствии были названы основателями сферы искусственного разума. В течение 6 недель ученые обсуждали возможности реализации проектов в сфере искусственного интеллекта. Именно тогда и появился сам термин Artificial Intelligence (AI) – искусственный интеллект [1].

В начале 80-х гг. ученые в области теории вычислений Барр и Файгенбаум предложили следующее определение ИИ: «Искусственный интеллект – это область информатики, которая занимается разработкой интеллектуальных компьютерных систем, то есть систем, обладающих возможностями, которые мы традиционно связываем с человеческим разумом, – понимание языка, обучение, способность рассуждать, решать проблемы и т. д.» [1].

Постепенно, по мере развития, понимание термина ИИ уточнялось и изменялось. И в 2017 г. Джефф Безос, CEO Amazon уже так пишет об ИИ: «За последние десятилетия компьютеры автоматизировали многие процессы, которые программисты могли описать

через точные правила и алгоритмы. Современные техники машинного обучения позволяют нам делать то же самое с задачами, для которых намного сложнее задать четкие правила» [15].

Фактически в настоящее время на базе методов искусственного интеллекта создаются и развиваются различные программные системы, главной особенностью которых является способность решать интеллектуальные задачи так, как это делал бы размышляющий над их решением человек. К наиболее популярным направлениям применения ИИ относятся прогнозирование различных ситуаций, оценка любой цифровой информации, включая неструктурированные данные, с попыткой дать по ней заключение, а также анализ информации с поиском скрытых закономерностей (*data mining*).

Считается, что в настоящее время ИИ не под силу в полной мере симитировать сложные процессы высшей нервной деятельности человека, такие как проявление эмоций, любовь, творчество, которые относятся к сфере так называемого «сильного ИИ», где прорыв ожидается не ранее 2030–2050 годов. Хотя такие попытки уже предпринимаются: например, создание с помощью нейронных сетей музыкальных произведений [22], распознавание эмоций с перспективой их генерации [23] и даже попытки наделять человекоподобных роботов свободой воли при взаимодействии с людьми [24].

Пока удастся успешно решать задачи так называемого «слабого ИИ», выступающего в роли кибернетического автомата и работающего по предписанным человеком правилам. Постепенно растет число успешно внедренных проектов, т.н. «среднего ИИ», где ИТ система имеет элементы адаптивного самообучения, совершенствуясь по мере накопления первичных данных, по-новому реклассифицируя текстовые, графические, фото/видео, аудио данные и т. п.





## О НЕЙРОННЫХ СЕТЯХ И МАШИННОМ ОБУЧЕНИИ

На сегодняшний день накоплены и систематизированы самые разнообразные подходы в применении статистических и математических алгоритмов для построения систем ИИ, таких как байесовские методы, логистическая регрессия, метод опорных векторов, решающие деревья, ансамбли алгоритмов и т. д. [19].

В 2005–2008 годах в исследованиях по ИИ произошел качественный скачок. Математический научный мир стал активно изучать подход, основанный на модели обучения многослойных нейронных сетей, ставших фундаментом развития другой теории – глубокого машинного обучения. А ИТ-отрасль стала разрабатывать первые прикладные системы на базе этих подходов и активно изучать их.

**В последнее время ряд зарубежных экспертов пришли к выводу, что большинство современных и действительно удачных реализаций – это решения, построенные на технологии глубоких нейронных сетей (deep neural networks) и глубокого машинного обучения (deep learning) [3].**

*Нейронные сети (neural networks)* основаны на попытке воссоздать «упрощенную» модель нервных систем в биологических организмах. У живых существ нейрон – это электрически возбудимая клетка, которая обрабатывает, хранит и передает информацию с помощью электрических и химических сигналов через синаптические связи. Нейрон имеет сложное строение и узкую специализацию. Соединяясь друг с другом для передачи сигналов с помощью синапсов, нейроны создают биологические нейронные сети. В головном мозге человека насчитывается в среднем около 65 миллиардов нейронов и 100 триллионов синапсов [12]. По сути – это и есть базовый механизм обучения и мозговой деятельности всех живых существ, т.е. – их интеллект.

Именно способность биологических нервных систем обучаться «на своих ошибках» легла в основу идеи создать искусственный интеллект по данному принципу. В результате одним из подходов стала концепция «искусственного нейрона» – математической функции, которая преобразует несколько входных фактов в один выходной, назначая для них веса влияния. Каждый искусственный нейрон может взять взвешенную сумму входных сигналов и в случае, если суммарный вход будет превышать определенный пороговый уровень, передать двоичный сигнал дальше.

Математическая модель единичного нейрона (персептрона) была впервые предложена в 1943 году американскими нейрофизиологами и математиками Уорреном Мак-Каллоком и Уолтером Питтсом, они же предложили и определение искусственной нейронной сети. Физически модель при помощи компьютера была смоделирована в 1957 году Френком Розенблаттом. Можно сказать, что искусственные нейроны – это одна из самых старейших идей практической реализации ИИ (рис. 1).

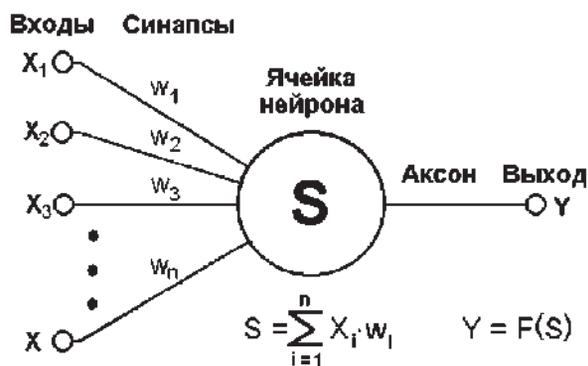


Рис. 1. Искусственный нейрон

Искусственные нейроны объединяют в сети – соединяя выходы одних нейронов с входами других. Соединенные и взаимодействующие между собой искусственные нейроны образуют искусственную нейронную сеть – определенную математическую



модель, которая может быть реализована на программном или аппаратном обеспечении. Говоря совсем упрощенно, нейронная сеть – это просто программа – «черный ящик», которая получает на вход данные и выдает ответы. Будучи построена из очень большого числа простых элементов, нейронная сеть способна решать достаточно сложные задачи.

В настоящее время существует множество моделей реализации нейронных сетей. Есть «классические» однослойные нейронные сети, они применяются для решения простых задач. Однослойная нейронная сеть идентична в математическом смысле обычному полиному, весовой функции, традиционно применяемой в экспертных моделях. Число переменных в полиноме равно числу входов сети, а коэффициенты перед переменными равны весовым коэффициентам синапсов.

Есть математические модели, в которых выход одной нейросети направляется на вход другой, и создаются каскады связей, так называемые многослойные нейронные сети (*MNN, multilayer neural network*), и один из более развитых ее вариантов, созданного специально для распознавания образов на изображениях – сверточные нейронные сети (*CNN, convolutional neural network*).

MNN обладают большими вычислительными возможностями, но и требуют огромных вычислительных ресурсов. С учетом размещения ИТ систем в облачной инфраструктуре, многослойные нейросети стали доступны большому числу пользователей. Например, в 2016 году компания Digital Reasoning из США, занимающаяся когнитивными вычислительными технологиями, создала и обучила нейронную сеть, состоящую из 160 миллиардов цифровых нейронов. Это значительно мощнее нейросетей, имеющих в распоряжении компаний Google (11,2 миллиарда нейронов) и Национальной лаборатории США в Ливерморе (15 миллиардов нейронов) [7].

Другой интересной разновидностью нейросетей являются нейронные сети с обратной связью (*RNN, recurrent neural network*), когда выход со слоя сети подается обратно на один из входов. У таких платформ есть «эффект памяти», и они способны отслеживать динамику изменений входных факторов. Простой пример – улыбка. Человек начинает улыбаться с еле заметных движений мимических мышц глаз и лица, прежде чем явно покажет свои эмоции. RNN позволяет обнаружить такое движение еще на ранних фазах, что бывает полезно для прогнозирования поведения живого объекта во времени посредством анализа серии изображений или конструировании последовательного потока речи на естественном языке.

**Машинное обучение** (*machine learning*) – это процесс машинного анализа подготовленных статистических данных для поиска закономерностей и создания на их основе нужных алгоритмов (настройки параметров нейронной сети), которые затем будут использоваться для прогнозов.

Различают 3 основных подхода к машинному обучению [25]:

- обучение с учителем;
- обучение с подкреплением;
- обучение без учителя (самообучение).

**В обучении с учителем** используются специально отобранные данные, в которых уже известны и надежно определены правильные ответы, а параметры нейронной сети подстраиваются так, чтобы минимизировать ошибку. В этом способе ИИ может сопоставить правильные ответы к каждому входному примеру и выявить возможные зависимости ответа от входных данных. Например, коллекция рентгенологических снимков с указанными заключениями будет являться базой для обучения ИИ – его «учителем». Из серии полученных моделей человек в итоге выбирает наиболее подходящую, например, по максимальной точности выдаваемых прогнозов.





Нередко подготовка таких данных и ретроспективных ответов требует большого человеческого вмешательства и их ручного отбора. Также на качество полученного результата влияет субъективность человека-эксперта. Если по каким-либо соображениям он не рассматривает при тренировке всю совокупность выборки и ее атрибутов, его понятийная модель ограничена текущим уровнем развития науки и техники, указанной «слепотой» будет обладать и полученное ИИ решение.

Важно отметить, что нейросети являются функцией с нелинейными преобразованиями и обладают гиперспецифичностью – результат работы алгоритма ИИ будет непредсказуем, если на вход будут поданы параметры, выходящие за границы значений обучающей выборки. Поэтому важно обучать ИИ систему на примерах и частотности, адекватных последующим реальным условиям эксплуатации. Сильно влияет географический и социо-демографический аспект, что, в общем случае, не позволяет использовать без потери точности математические модели, натренированные на популяционных данных других стран и регионов. За репрезентативность обучающей выборки также отвечает эксперт.

**Самообучение** применяется там, где нет заранее заготовленных ответов и алгоритмов классификации. В этом случае ИИ ориентируется на самостоятельное выявление скрытых зависимостей и поиск онтологии. Машинное самообучение позволяет распределить образцы по категориям за счет анализа скрытых закономерностей и «автовосстановления» внутренней структуры и природы информации. Это позволяет исключить ситуацию системной «слепоты» врача или исследователя. Допустим в ситуации, когда они разрабатывают модель ИИ прогноза сахарного диабета 2-го типа, сосредотачивая основное внимание на показателях глюкозы в крови или весе пациента. Однако одновременно они вынужденно игнорируют всю другую информацию из истории

болезни, которая также могла бы быть полезна. Глубокий подход к обучению позволяет тренировать ИИ на многомиллионной базе пациентов и проанализировать любой тест, который когда-либо был записан о пациенте в его электронной медицинской карте.

Механизмы глубокого машинного обучения (*deep learning*) используют, как правило, многослойные нейросети и очень большое число экземпляров объектов для тренировки нейронной сети. Число записей в обучающей выборке должно насчитывать сотни тысяч или даже миллионы примеров, а когда ресурсы не ограничены – и больше.

К примеру, для того, чтобы научить ИИ распознавать лицо человека на фотографии, команде разработчиков в Facebook потребовались миллионы изображений с мета-данными и тегами, говорящими о наличии лица на фото. Успех Facebook в реализации функции распознавания лиц как раз лежал в огромном количестве исходной для обучения информации: в социальной сети имеются аккаунты сотен миллионов людей, которые выкладывали гигантское количество фотографий и при этом указывали на них лица и отмечали (идентифицировали) людей. Глубокое машинное обучение на основе такого количества данных позволило создать надежный искусственный интеллект, который теперь за считанные миллисекунды не просто обнаруживает лицо человека на изображении, но и достаточно часто угадывает – кто именно изображен на фотографии.

Большое количество записей обучающей выборки необходимо ИИ и для создания необходимых правил классификации. Чем больше разнородных данных будет загружено в систему на этапе машинного обучения, тем точнее будут выявлены эти правила, и тем в конечном итоге точнее будет результат работы ИИ. Например, при обработке рентгенограмм и МРТ многослойные нейросети способны по изображениям составить представление об анатомии человека и его органах. Вместе с тем



придумать в своей компьютерной классификации названия органов, аналогичные классической врачебной терминологии, компьютеры не смогут. Поэтому им на первых порах требуется «переводчик» с внутреннего машинного словаря на профессиональную лексику. Для подготовки мотивированного суждения нужен человек-эксперт, либо, как ни парадоксально, другая нейросеть, натренированная на задачи написания корректных расшифровок и заключений на естественном человеческом языке.

Метод обучения с учителем более удобен и предпочтителен в тех ситуациях, когда есть накопленные и достоверные ретроспективные исходные данные: обучение на их основе потребует меньше затрат времени и позволит быстрее получить работающее ИИ-решение. Там, где возможность получить базу данных с сопоставленной информацией и ответами на нее отсутствует – необходимо применять методы самообучения на основе глубокого машинного обучения; такие решения не будут нуждаться в надзоре человека.

Нам представляется, что исследователям и стартапам, только начинающим знакомиться с ИИ и ищущим возможности его применения в здравоохранении, целесообразно начать именно с методов машинного обучения с учителем. Это потребует меньше затрат (временных, финансовых) на создание прототипа работающей системы и практическое освоение методик ИИ. Функционирующую систему ИИ под конкретную задачу в этом случае можно получить быстрее. В настоящее время на рынке есть большое число качественных библиотек программного кода для искусственных нейросетей, таких как TensorFlow <https://www.tensorflow.org/> для математического моделирования, OpenCV <http://opencv.org/> для задач распознавания изображений, поставляемых бесплатно, по лицензии «свободное программное обеспечение».

Кроме практического эффекта в повышенной точности, которая сегодня может достигать

95%, системы ИИ в момент обработки данных имеют и высокую скорость работы. Неоднократно проводились эксперименты, например, по распознаванию образов с разных ракурсов, в которых соревновались человек и компьютер. Пока темп показа изображений был невысокий – 1–2 кадра в минуту, человек безусловно выигрывал у машины. При анализе изображений патологии ошибка человека составляла не более 3,5%, а компьютер давал ошибку диагностики 7,5%. Однако, при повышении темпа до 10 кадров в минуту и выше у человека ослабевала реакция, наступала утомляемость, что приводило к полному браку в работе. Компьютер же непрерывно учился на своих ошибках и в следующей серии только повышал точность работы. Перспективным оказался режим парной работы человека и компьютера, при котором удалось повысить точность диагностики на 85% на относительно высокой для человека скорости демонстрации изображений [5].

Разумеется, нельзя говорить об эффективном построении моделей ИИ и их точности, если отсутствует необходимая отечественная оцифрованная информация для их обучения. Поэтому критически важно, пусть даже в режиме не полного отказа от классического бумажного документооборота, а дублирования медицинского документооборота и в бумажной, и в электронной форме, начинать накапливать российские банки электронных медицинских данных. И дать возможность использовать их в обезличенном виде, без разглашения персональных данных пациентов, для создания и совершенствования отечественных ИИ решений.

### **ЧЕМ ОТЛИЧАЕТСЯ СОЗДАНИЕ ИИ ОТ ОБЫЧНОЙ РАЗРАБОТКИ ПО?**

Главное отличие методов искусственного интеллекта, построенных на базе нейронных сетей и машинного обучения, от обычного программирования состоит в том, что при



создании ИИ программисту не нужно знать все зависимости между входными параметрами и тем результатом, который должен получиться (ответом). Там, где такие зависимости хорошо известны или где есть надежная математическая модель для решения определенной задачи – целесообразно создавать систему на базе обычных методов алгоритмического программирования. Например, расчет статистического отчета или формирование реестра на оплату медицинской помощи вряд ли стоит реализовывать на основе методов искусственного интеллекта – современные программные продукты справляются с такими задачами вполне надежно и в приемлемое время, а стоимость их создания и развития будет ниже, чем на базе ИИ.

Использование технологий глубокого машинного обучения искусственных нейронных сетей оправдано там, где невозможно задать четкие правила, формулы и алгоритмы для решения задачи. Например, ответ на вопрос «есть ли на рентгенологическом снимке патология?». Такой подход предполагает, что вместо создания программ для расчета заранее заданных формул, машину обучают с помощью большого количества данных и различных методов, которые дают ей возможность самостоятельно выявить эту формулу на основе эмпирических данных и тем самым научиться выполнять задачу в будущем. При этом команда разработчиков трудится именно над подготовкой данных и обучением, а не над попыткой написать программу, которая будет как-то анализировать снимок по заранее заданным алгоритмам и получать ответ – так есть на нем аномалия или нет?

Появился целый класс информационных систем, получивших обозначение «IT+DT+AI+IOT» или Цифровые платформы, построенных на данной парадигме. Сокращение «IT» в них обозначает всеобщую цифровизацию процессов и компьютеризацию рабочих мест,

«DT» – накопление данных и использование технологий мощной обработки информации, а «AI» – говорит о том, что на накопленных данных будут создаваться роботизированные алгоритмы ИИ, которые будут действовать как в партнерстве с человеком, так и самостоятельно. Сокращение «IOT» означает «интернет вещей» (*internet of things*) – вычислительная сеть, состоящая из физических предметов («вещей»), оснащённых встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой. Создание цифровых платформ для нужд здравоохранения стоит в числе стратегических приоритетных задач перед развитыми экономиками мира, включая Россию [17].

### КАКИЕ ИМЕННО ЗАДАЧИ МОЖНО ПОРУЧАТЬ ИИ?

Andrew Ng, лидер команды Google Brain (Google Brain team) и бывший директор Лаборатории искусственного интеллекта Стэнфорда (Stanford Artificial Intelligence Laboratory), говорит о том, что в настоящее время СМИ и шумиха вокруг ИИ иногда придают этим технологиям нереалистическую силу. На самом деле реальные возможности применения ИИ достаточно ограничены: современный ИИ пока способен давать точные ответы лишь на простые вопросы [3].

Совместно с большим объемом исходных данных для обучения именно реальная и сильная постановка задачи являются важнейшим условием будущего успеха или провала ИИ проекта. Пока ИИ не может решать сложные задачи, непосильные и врачу, вроде создания фантастического прибора, самостоятельно сканирующего человека, способного поставить ему любой диагноз и назначить эффективное лечение. Сейчас ИИ способен скорее отвечать на более простые вопросы, например, оценить – присутствует ли инородное тело или патология на рентгенологическом снимке или ультразвуковом



изображении? Имеются ли раковые клетки в цитологическом материале? и т. д. Но неуклонный рост точности диагностики посредством ИИ модулей заставляет задуматься. В публикациях уже заявлялись полученные значения точности ИИ до 93% при обработке радиологических изображений, МРТ, маммограм; до 93% точности при обработке пренатальных УЗИ; до 94,5% в диагностике туберкулеза; до 96,5% в предсказании язвенных инцидентов [16].

По мнению эксперта Andrew Ng реальные возможности ИИ на данное время можно оценить таким простым правилом: «Если обычный человек может выполнить мысленную задачу за секунды, то мы можем, вероятно, автоматизировать ее с помощью ИИ или сейчас, или в ближайшем будущем» [3].

Конкретные алгоритмы или даже решения – не самое сложное и затратное в успехе ИИ в медицине. Примеры успешных идей публикуются открыто, а программное обеспечение уже сейчас доступно по модели СПО. Например, DeepLearning4j (DL4J) – <https://deeplearning4j.org/>, Theano – <http://deeplearning.net/software/theano/>, Torch – <http://torch.ch/>, Caffe – <http://caffe.berkeleyvision.org/> и ряд других.

На самом деле основными барьерами перед массовым применением ИИ в здравоохранении являются следующие 2 аспекта:

1. Наличие большого количества данных для обучения.
2. Профессиональный и креативный подход к тренировке ИИ.

Без выверенных и качественных данных ИИ не будет работать, именно они являются первой серьезной сложностью для внедрения. Без талантливых людей простое применение готовых алгоритмов к подготовленным данным также не будет давать результат, т.к. ИИ необходимо будет настроить на понимание этих данных для решения конкретной прикладной задачи [3].

## ОБЗОР ПРАКТИЧЕСКОГО ОПЫТ В СОЗДАНИИ СИСТЕМ НА БАЗЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Здравоохранение считается одним из основных направлений, которое может позволить выйти на действительно эффективный уровень развития ИИ на базе нейронных сетей и машинного обучения. Предполагается, что использование ИИ может массово повысить точность диагностики, облегчить жизнь пациентам с различными заболеваниями, повысить скорость разработки и выпуска новых лекарств и т. д.

Пожалуй самым крупным и наиболее известным примером применения ИИ в медицине является американская корпорация IBM и ее когнитивная система IBM Watson, состоящая из 90 серверов с восьмиядерными процессорами и суммарным объемом оперативной памяти более 15 терабайт [21].

Первоначально это решение подготовили для применения в онкологии. Для этого IBM Watson два года обучали, загрузив в ее нейронную сеть 605 тысяч медицинских документов из 25 тысяч электронных историй болезни, взятых из обработанного гигантского архива исследовательского центра Memorial Sloan Kettering Cancer Center в Нью-Йорке [20]. Кроме этого, при обучении IBM Watson было проанализировано 30 млрд. медицинских снимков, для чего корпорации IBM пришлось купить компанию Merge Healthcare за 1 млрд. долл. Дополнительно к этому процессу потребовалось добавиться 50 млн. анонимных электронных медицинских карт, которые IBM получила в свое распоряжение, купив стартап Explorys [16].

Существует общее заблуждение, что в своей работе IBM Watson берет данные конкретного пациента и затем на основании самых лучших клинических рекомендаций и методик обследования и лечения, собранных со всего мира, назначает индивидуальное и эффективное лечение, заменяя тем самым врача и делая за него его работу.





Но на самом деле принцип работы состоит в следующем: предварительно медицинская сестра собирает и подготавливает все доступные по пациенту медицинские данные. Затем лечащий врач нажимает на кнопку «Спросить Watsona», данные передаются в систему для анализа. Watson перерабатывает эту информацию и, используя предварительно обученную нейронную сеть, ищет с ее помощью похожие прецеденты, из них берет назначенное лечение, которое затем выдает врачу как собственные клинические рекомендации по лечению пациента. За это больницы платят от 200 до 1000 долларов на каждого пациента. По заявлениям и различным, большей частью рекламным, публикациям в результате созданная система назначает правильное (то есть соответствующее современным рекомендациям) лечение в 90% случаев.

Основная проблема состоит в том, что «доктор Watson» никогда не проходил клинических испытаний. Нет ни одного независимого клинического исследования робота. Все статьи, в которых говорится о его эффективности, написаны клиентами системы, в соавторах обязательно значится инженер из IBM [21]. По сути, созданная система не соответствует требованиям доказательной медицины, т.к. с клинической точки зрения не было проведено соответствующих научных экспериментов и исследований.

Кроме того, назначаемое IBM Watson лечение совпадает с той терапией, которую на практике назначали врачи из медицинских учреждений, чьи медицинские данные использовались при создании и обучении нейронной сети машины. В них точность работы системы доходит до 95%. Но, например, в Датских больницах врачи провели свое изучение системы и выяснили, что у них уровень совпадений составляет всего 33% и отказались от использования решения [20]. Врачи за пределами США обращают внимание, что рекомендации Watsona не берут в расчет особенности

национального здравоохранения и врачебной практики. В Южной Корее робот часто назначает лечение, которое не покрывает национальная система страхования, на Тайване пациентом принято назначать меньшие дозы лекарств, предотвращая побочные эффекты.

Таким образом, система способна показать свою эффективность скорее только там, где были взяты данные для ее обучения, т.к. на самом деле эти данные (включая медицинские статьи из журналов) и все алгоритмы суперкомпьютера «вбивали» сотрудники Memorial Sloan Kettering Cancer Center. И это создает сразу две проблемы: во-первых, не все ученые и врачи в других больницах и тем более странах согласны с подходами этого исследовательского центра, и не все считают его абсолютным авторитетом в онкологии. Во-вторых, количество данных, которыми оперирует Watson, не очень велико на самом деле, и было бы гораздо больше, если бы их действительно сгружали в систему все больницы, подключенные к нейросети. «Предположим, у вас есть 10 000 пациентов с раком легких. Это на самом деле не очень много. Если бы их было больше, вы могли бы увидеть паттерны, группы пациентов, которые определенным образом отвечают или не отвечают на терапию, у которых определенные токсические реакции. Это позволило бы создать более персонализированную и точную медицину. Но мы не можем этого сделать, если у нас не будет способа собирать эти данные», – говорит доктор Линда Чинь (Lynda Chin), которая занималась установкой и обучением Watsona в тexasской больнице MDAnderson до того, как уволилась, а эта организация прекратила сотрудничество с IBM [21].

Но тем не менее созданная система находит свое применение. Так, она достаточно эффективно работает в странах, в которых вообще нет онкологов. В Монголии, например, есть больница UBSongdov Улан-Баторе, в которой 100% назначений проходит через



робота (и назначения выполняются, по возможности). В противном случае пациентов лечили бы врачи общей практики без онкологического опыта, а так пациентам доступен самый передовой американский клинический опыт.

Несмотря на объективные сложности и выявляемые проблемы, IBM не сдаётся и расширяет свои исследования и попытки создания систем на базе ИИ для здравоохранения. В 2014 году IBM объявила о сотрудничестве с Johnson & Johnson и фармацевтической компанией Sanofi для работы над обучением Watson пониманию результатов научных исследований и клинических испытаний. По утверждению представителей компании, это позволит существенно сократить время клинических испытаний новых лекарств, а врачи смогут давать лекарства, наиболее подходящие конкретному пациенту.

В том же 2014 году IBM объявила о разработке ещё одного программного обеспечения – системы Avicenna, способной интерпретировать неструктурированный медицинский текст и изображения. Для каждого типа данных используются отдельные алгоритмы. Так что в итоге Avicenna сможет понимать медицинские снимки и записи и будет выполнять функции ассистента радиолога. Над похожей задачей работает и другой проект IBM – \$5medical Sieve. В данном случае речь идет о развитии искусственного интеллекта «медицинского ассистента», который сможет быстро анализировать сотни снимков на предмет отклонения от нормы. Это поможет радиологам и кардиологам заняться теми вопросами, в которых искусственный интеллект пока бессилён [16].

Недавно разработчики IBM совместно с Американской кардиологической ассоциацией приняли решение расширить возможности Watson, предложив помощь системы и кардиологам. По задумке авторов проекта, в рамках этого проекта система будет анализировать огромное количество медицинских данных, имеющих отношение к тому либо

иному пациенту. В число этих данных входят изображения с УЗИ, рентгеновские снимки и все прочая графическая информация, позволяющая уточнить диагноз человека. В самом начале возможности Watson будут использоваться для поиска признаков стеноза аортального сердечного клапана. При стенозе отверстие аорты сужается за счёт сращения створок её клапана, что препятствует нормальному току крови из левого желудочка в аорту. Проблема в том, что выявить стеноз клапана не так и просто, несмотря на то, что это очень распространённый порок сердца у взрослых (70–85% случаев среди всех пороков). Watson попытается определить, что он «видит» на медицинских изображениях: стеноз, опухоль, очаг инфекции или просто анатомическую аномалию, а затем дать соответствующую оценку лечащему врачу, чтобы ускорить и повысить качество его работы [10].

Совместно с Boston Children's Hospital, занимающимися редкими детскими болезнями, IBM Watson хотят обучить ставить более точные диагнозы; для этого система будет искать необходимую информацию в клинических базах данных и научных журналах, которые хранятся в медицинском облаке Watson Health Cloud [16].

Отметим, что проект IBM Watson, как и любой новаторский продукт, изначально не ставил перед создателями явные экономические цели. Затраты на этапы создания его компонент обычно превышали плановые, а его содержание весьма обременительно, если сравнивать с традиционными бюджетами в здравоохранении. Скорее на данное время его можно рассматривать как некий испытательный полигон, на котором можно обкатывать перспективные ИТ технологии, выявлять и обсуждать возникающие сложности и вдохновлять исследователей на новые продукты. А затем уже проверенные и испытанные прототипы следует переводить в серийное производство, добиваясь более высоких



показателей цена-качество и пригодности к эксплуатации в реальных условиях.

Еще одним гигантом ИТ-отрасли, который занялся разработкой и исследованием перспектив нейронных сетей и машинного обучения в создании ИИ для здравоохранения, является американская корпорация Google. Ее система DeepMind Health, по заявлениям разработчиков, способна за несколько минут обработать сотни тысяч медицинских записей и выделять из них нужную информацию. Хотя этот проект находится еще на ранней стадии, DeepMind уже сотрудничает с Глазной больницей Мурфильдса (Великобритания) с целью повышения качества лечения. Используя миллион анонимизированных, полученных с помощью томографа изображений глаз, исследователи стараются создать алгоритмы на базе технологий машинного обучения, которые бы помогли обнаружить ранние признаки двух глазных заболеваний – влажной возрастной макулярной дистрофии и диабетической ретинопатии. Похожим занимается и другая компания, входящая в Google – Verily. Специалисты этой фирмы используют искусственный интеллект и алгоритмы поисковика Google для того, чтобы проанализировать, что же делает человека здоровым [11].

Но не только крупные корпорации занимаются темой ИИ для здравоохранения. Постепенно в мире появляются различные небольшие исследовательские группы и стартапы, которые предлагают инновационные идеи и создают прототипы соответствующих систем. Например, исследовательской группе в компании Emergent удалось выявить пять новых биомаркеров, на которые могут быть нацелены новые лекарства при лечении глаукомы. По словам ученых, для этого в систему ИИ вводится информация о более чем 600 тыс. специфических последовательностей ДНК 2,3 тыс. пациентов и данные о генных взаимодействиях [16].

Израильская компания MedyMatch Technology, в штате которой насчитывается

всего 20 человек, разработала на базе обученной нейронной сети и Big Data решение, благодаря которому врачи могут точнее диагностировать инсульт. Для этого в режиме реального времени система MedyMatch сравнивает снимок мозга пациента с созданной базой знаний на основе сотен тысяч расшифрованных изображений. Известно, что инсульт может быть вызван несколькими причинами, в том числе кровоизлиянием в головной мозг и тромбом. Соответственно, каждый из этих случаев требует разного подхода в лечении. Однако по статистике, несмотря на улучшение в области КТ, количество ошибок при постановке диагноза за последние 30 лет не изменилось и составляет приблизительно 30%. То есть почти в каждом третьем случае врач назначает пациенту неверное лечение, что приводит к печальным последствиям. Система MedyMatch способна отследить мельчайшие отклонения от нормы, которые не всегда способен заметить специалист, таким образом сводя вероятность ошибки в постановке диагноза и назначении лечения к минимуму [16].

Все больше внимания в последнее время уделяется попыткам применять технологии ИИ не только при создании решений для врачей, но и для пациентов. Например, мобильное приложение британской компании Your.MD, запуск которого произошел в ноябре 2015 года. Эта программа использует технологии машинного обучения и обработки естественного языка. Это позволяет пациенту просто сказать, к примеру: «У меня болит голова», – а затем получить от смартфона рекомендации по последующим действиям. Для этого система искусственного интеллекта Your.MD подключена к самой большой в мире базе данных: в ней учтено 1,4 млн. симптомов, на идентификацию которых потребовалось более 350 тыс. часов. Каждый симптом был проверен специалистом британской системы здравоохранения. Искусственный интеллект выбирает наиболее подходящий



симптом, основываясь на уникальном профиле владельца смартфона [16].

Другая компания, Medtronic, предлагает приложение, способное предсказать критическое снижение уровня сахара за три часа до события. Для этого Medtronic используют технологии когнитивной аналитики, а также данные глюкометров и инсулиновых помп. С помощью приложения люди смогут лучше понимать влияние ежедневной активности на диабет. В рамках еще одного интересного проекта, на этот раз совместного с диагностической компанией Pathway Genomics, создано приложение OME, объединяющее когнитивную и прецизионную медицину с генетикой. Цель приложения – предоставить пользователям персонализированную информацию для повышения качества жизни. Первая версия приложения включает в себя рекомендации по диете и упражнениям, сведения по метаболизму, которые зависят от генетических данных пользователя, карту с привычками пользователя и информацией о его состоянии здоровья. В будущем должны добавиться электронные медицинские карты, информация о страховке и другие дополнительные сведения [16].

Кроме исследований в области прямого клинического применения, элементы ИИ пытаются использовать и во вспомогательных процессах медицинской организации. Например, осуществляются попытки обучить ИИ в части автоматической диагностики качества работы медицинской информационной системы, в вопросах обеспечения информационной безопасности. Появляются предположения, что системы ИИ могут помочь с выдачей рекомендаций по своевременной настройке справочников, тарифов или даже заметить аномальное поведение сотрудника и порекомендовать его руководителю направить его на обучение работе с системой, так как возникли подозрения в его невысоком профессионализме и замедленной реакции.

## ОБЗОР НАИБОЛЕЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ

Изучив множество публикаций и исследований в области применения методов машинного обучения на основе нейронных сетей, мы выделили несколько наиболее перспективных, на наш взгляд, направлений в создании и развитии систем искусственного интеллекта для здравоохранения:

**1. Автоматизированные системы диагностики**, например, системы для автоматического анализа рентгенологических или МРТ-снимков на предмет выявления патологии, микроскопический анализ биологического материала, автоматическая расшифровка ЭКГ, электроэнцефалограмм и т.д. Хранение в медицинских информационных системах большого количества уже расшифрованных результатов диагностического обследования в электронном виде, когда имеются не только сами данные, но и формализованное заключение по ним, позволяет создавать действительно надежные и ценные программные продукты, способные если не заменить врача, то оказать ему эффективную помощь. Например, самостоятельно выявлять и обращать внимание на рутинную патологию, сокращать время и стоимость обследования, внедрять аутсорсинг и дистанционную диагностику.

**2. Системы распознавания неструктурированных медицинских записей и понимания естественного языка** могут оказать существенную помощь как врачу, так и пациенту. Начиная от уже обычной расшифровки речи и превращении ее в текст в качестве более продвинутого интерфейса общения с медицинскими информационными системами (МИС), обращения в Call-центр или голосового помощника – и далее до таких идей, как автоматический анализ врачебных записей и медицинских документов и последующая постановка предварительного диагноза с выводом рекомендаций по тактике



обследования и лечения. В этом направлении мы ожидаем множество прорывных и интересных идей, таких как языковой перевод при поступлении иностранца, синтез речи при прочтении записей из МИС, робот-регистратор в приемном отделении больницы или регистратуре поликлиники, способный отвечать на простые вопросы и маршрутизировать пациентов и т.д.

**3. Системы анализа и предсказания событий** также являются вполне решаемыми уже сейчас задачами для ИИ, которые могут дать существенный эффект. Например, оперативный анализ изменений заболеваемости позволяет быстро предсказать изменение обращаемости пациентов в медицинские организации или потребность в лекарственных препаратах. Результаты работы ИИ, обученного на предсказание событий, могут позволить более эффективно управлять ресурсами, включая закупки расходных материалов, оснащение оборудованием и т.д.

**4. Системы автоматической классификации и сверки информации** помогают связать информацию о пациенте, находящейся в различных формах в различных информационных системах. Например,

построить интегральную электронную медицинскую карту из отдельных эпизодов, описанных с разной детальностью и без четкого или противоречивого структурирования информации. Перспективной является технология машинного анализа содержимого контента социальных сетей, интернет-порталов с целью быстрого получения социологической, демографической, маркетинговой информации о качестве работы системы здравоохранения и отдельных лечебных учреждений.

**5. Автоматические чат-боты для поддержки пациентов** могут оказать существенную помощь в повышении приверженности пациентов здоровому образу жизни и назначенному лечению. Мы ожидаем развития в попытках создать чат-ботов, которые могут научиться отвечать на рутинные вопросы, подсказывать тактику поведения пациентов в простых ситуациях, соединять пациента с нужным врачом в телемедицине, давать рекомендации по диете и т.д. Такое развитие здравоохранения в сторону самообслуживания и большей вовлеченности пациентов в охрану собственного здоровья без визита к врачу может сэкономить существенные финансовые ресурсы.

---

## ЛИТЕРАТУРА:



1. Искусственный интеллект (ИИ) / Artificial Intelligence (AI) как ключевой фактор цифровизации глобальной экономики // URL: <https://www.crn.ru/news/detail.php?ID=117544> (Дата обращения: 06.03.2017).
2. Сверхразум как бизнес-идея // URL: <http://fastsaltimes.com/sections/technology/865.html> (Дата обращения: 07.03.2017).
3. Andrew Ng. What Artificial Intelligence Can and Can't Do Right Now // Harvard Business Review. URL: <https://hbr.org/2016/11/what-artificial-intelligence-can-and-cant-do-right-now> (Дата обращения: 03.05.2017).
4. Poker-Playing Engineers Take on AI Machine – And Get Thrashed // URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-04-10/poker-ai-again-trounces-human-challengers-from-china-this-time> (Дата обращения: 03.05.2017).
5. From coding to cancer: How AI is changing medicine – NBR, CNBC.com // URL: <http://nbr.com/2017/05/11/from-coding-to-cancer-how-ai-is-changing-medicine/> (Дата обращения: 14.05.2017).



6. Microsoft Build 2017: Microsoft AI – Amplify human ingenuity // URL: <https://blogs.microsoft.com/blog/2017/05/10/microsoft-build-2017-microsoft-ai-amplify-human-ingenuity/#sm.0000wf98mzy2dfiyr722jwsyktgq6> (Дата обращения: 14.05.2017).
7. Создана самая большая нейронная сеть, предназначенная для реализации технологий искусственного интеллекта // URL: <http://www.dailytechinfo.org/infotech/7173-sozdana-samaya-bolshaya-neyronnaya-set-prednaznachennaya-dlya-realizacii-tehnologiy-iskusstvennogo-intellekta.html> (Дата обращения: 10.05.2017).
8. *Стельмах С.* Рынок технологий искусственного интеллекта будет ежегодно расти на 54% // URL: <https://www.pcweek.ru/ai/article/detail.php?ID=194039> (Дата обращения: 10.04.2017).
9. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks // URL: <http://www.nature.com/nature/journal/v542/n7639/full/nature21056.html> (Дата обращения: 29.04.2017).
10. Когнитивная система Watson поможет врачам поставить точный диагноз пациентам с заболеваниями сердца // URL: <https://geektimes.ru/company/ibm/blog/287100/> (Дата обращения: 02.04.2017).
11. 7 лучших систем искусственного интеллекта для обработки медицинской информации // URL: <http://evercare.ru/7best-ai> (Дата обращения: 03.04.2017).
12. Нейрон // URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Нейрон> (Дата обращения: 02.05.2017).
13. Введение в глубинное обучение // URL: <https://proglab.io/p/intro-to-deep-learning/> (Дата обращения: 03.05.2017).
14. Stephen Hawking: Automation and AI is going to decimate middle class jobs // URL: <http://www.businessinsider.com/stephen-hawking-ai-automation-middle-class-jobs-most-dangerous-moment-humanity-2016-12> (Дата обращения: 04.05.2017).
15. Amazon's Jeff Bezos constantly reminds his workers about the biggest enemy: 'Irrelevance. Followed by excruciating, painful decline.' // URL: <http://www.businessinsider.com/read-amazon-ceo-jeff-bezos-2016-letter-to-shareholders-2017-4> (Дата обращения: 04.05.2017).
16. Utilizing Predictive Models for Evaluation of a Patient Medical Profile to Predict an Individual Pressure Ulcer Risk Assessment // URL: [http://www.ehob.com/img/documents/document\\_123.pdf](http://www.ehob.com/img/documents/document_123.pdf) (Дата обращения: 14.05.2017).
17. Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 г № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» // URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201705100002> (Дата обращения: 14.05.2017).
18. Искусственный интеллект в медицине: главные тренды в мире // URL: [https://medaboutme.ru/zdorove/publikacii/stati/sovety\\_vracha/iskusstvennyy\\_intellekt\\_v\\_meditsine\\_glavnye\\_trendy\\_v\\_mire/](https://medaboutme.ru/zdorove/publikacii/stati/sovety_vracha/iskusstvennyy_intellekt_v_meditsine_glavnye_trendy_v_mire/) (Дата обращения: 05.05.2017).
19. *Дюжева Е.В., Кузнецова А.В., Сенько О.В.* Определение факторов риска сердечно-сосудистой летальности в учреждениях уголовно-исполнительной системы с использованием методов машинного обучения // Врач и информационные технологии, № 2 2017 г. – С. 29–45.
20. IBM pitched its Watson supercomputer as a revolution in cancer care. It's nowhere close // URL: <https://www.statnews.com/2017/09/05/watson-ibm-cancer/> (Дата обращения: 05.09.2017).
21. Как доктор Ватсон не смог победить рак // URL: <http://medportal.ru/mednovosti/news/2017/09/06/879watson/> (Дата обращения: 07.09.2017).
22. Генерация классической музыки с помощью рекуррентной нейросети // URL <https://geektimes.ru/post/259958/> (Дата обращения: 20.09.2017).
23. Emotion recognition using neural networks // URL: [https://www.researchgate.net/publication/228402396\\_Emotion\\_recognition\\_using\\_neural\\_networks](https://www.researchgate.net/publication/228402396_Emotion_recognition_using_neural_networks) (Дата обращения: 20.09.2017).
24. Japan's latest humanoid robot makes its own moves // URL: <https://www.engadget.com/2016/07/30/japan-humanoid-alter-robot/> (Дата обращения: 20.09.2017).
25. *Richard S. Sutton and Andrew G. Barto.* Reinforcement Learning An Introduction – The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England, 2012. – 334 p.



**А.В. ДУБРОВИН,**

руководитель проектов, ООО «ЛИНС», г. Москва, Россия, dav@lins.ru

**А.А. КОШКАРОВ,**

г. Краснодар, Россия, Koshkarov17@yandex.ru

## ОТ PACS К ТЕЛЕРАДИОЛОГИИ

УДК 61:621.397.13+61:621.398+61:681.3

Дубровин А.В., Кошкарлов А.А. От PACS к телерадиологии (ООО «ЛИНС», г. Москва, Россия; г. Краснодар, Россия)

**Аннотация.** Статья посвящена актуальной теме оборота медицинскими изображениями. Если системы PACS стали узнаваемыми и получают сейчас относительное распространение в медицинских организациях, то термин «телерадиология» имеет определенные сложности с интерпретацией. Исследования печатаются на пленке и передаются в таком виде другим специалистам. Такой механизм обмена становится все более дорогим и неэффективным. Поэтому актуальна проблема организации хранения и доступа к результатам диагностических исследований. Еще одной проблемой является недостаточное количество квалифицированных медицинских кадров на местах, поскольку из-за неравномерной плотности населения компетентные специалисты сконцентрированы в региональных центрах, что определяет актуальность задачи передачи исследований на консультацию. В работе определены перспективы развития телерадиологических систем, которые стали появляться с внедрением систем PACS в медицинских организациях. Цель исследования – разработка методики организации телерадиологических систем для проведения консультаций посредством телемедицинской сети и PACS. Раскрыты возможности для проведения телерадиологических консультаций на базе региональных телемедицинских сетей. Изучены факторы, влияющие на качество оказания телерадиологических консультаций. Определены предпосылки для развития и внедрения таких социально важных систем, как региональные телерадиологические системы.

**Ключевые слова:** телемедицина, телерадиология, PACS, RIS, DICOM, удаленные консультации, медицинские изображения, лучевая диагностика.

UDC 61:621.397.13+61:621.398+61:681.3

Dubrovin A.V., Koshkarov A.A. From PACS to teleradiology (LINS, Moscow, Russia)

**Abstract.** This article is about the current situation of the distribution and exchange of medical images. Today PACS is familiar to medical facilities and it is widely used system in radiology departments, but the “teleradiology” term still has difficulties with interpretation. When digital medical images are printing on a film and then transfer to other specialists, this way of exchange becomes more and more expensive and inefficient. That’s why the problem of acquisition, distribution and getting access to the results of the diagnostic studies still actual. Another problem is the lack of qualified radiologists in the regions of Russia, due to the uneven population density; competent specialists are concentrated in regional centers. Therefore performing of urgent remote consultation is an actual problem too. In this article have been defined perspectives of advancement of the teleradiological systems, that began to appear due to PACS implementation in radiology departments. The purpose of this scientific research is to develop the methods of teleradiology systems organization for consultations using PACS and telemedicine networks created in the regions. Factors influencing the quality of teleradiology consultations were discussed in article. Prerequisites for the development and implementation of such socially important systems, as a regional teleradiology system were defined.

**Keywords:** telemedicine, teleradiology, PACS, RIS, DICOM, remote consultation, medical imaging, radiology.

### ВВЕДЕНИЕ

В рамках масштабной программы модернизации здравоохранения 2011–2013 гг. в лечебные учреждения России поставлено дорогостоящее цифровое диагностическое оборудование (компьютерные и магнитно-резонансные томографы, рентгеновские аппараты, маммографы, ангиографические комплексы).



сы, ультразвуковые сканеры и т. д.) и внедрены современные информационные системы [1], [3]. Но остались не оптимизированы производственные процессы, не полностью сформирована программно-аппаратная инфраструктура, поскольку оборудование поставлялось без единой системы для хранения медицинских изображений отделений лучевой диагностики (*Picture Archiving and Communication System – PACS*) [7]. Поэтому актуальна проблема организации хранения и доступа к результатам диагностических исследований. Исследования печатаются на пленке и передаются в таком виде другим специалистам. Такой механизм обмена становится все более дорогим и неэффективным.

Еще одной проблемой является недостаточное количество квалифицированных медицинских кадров на местах, поскольку из-за неравномерной плотности населения компетентные специалисты сконцентрированы в региональных центрах, что определяет актуальность задачи передачи исследований на консультацию.

Для описания процессов и подходов дистанционного управления медицинской информацией широко применяется термин «телемедицина», в том числе применительно к области передачи медицинских изображений. Однако идея удаленной диагностики по данным лучевых методов исследований зачастую дискредитируется теми подходами, которые используются в телемедицине, например «ВКС» – видеоконференцсвязь. На наш взгляд, использование термина «телерадиология» позволяет более точно описать процессы, связанные с удаленной диагностикой по данным цифровых медицинских изображений, т.к. посредством телерадиологической системы решаются задачи удаленной интерпретации и консультирования медицинских изображений в плановых и экстренных случаях без выезда специалиста к месту проведения исследования; повышения квалификации практикующих специалистов.

Различие подходов телерадиологии от телемедицины применительно к удаленному консультированию медицинских изображений можно проиллюстрировать на случае, когда консультант вынужден делать заключение на основе переданного изображения по видеоканалу – *Скайпу* и т. п. на обычном мониторе. А для оказания полноценных телерадиологических консультаций (ТРК) должно быть оборудовано рабочее место врача-консультанта, которое включает специализированное программное обеспечение и диагностические мониторы для работы с исходными данными цифрового изображения стандарта *DICOM* (международный стандарт хранения и обмена медицинских изображений).

Таким образом, чтобы создать единую телерадиологическую сеть в рамках медицинской организации, региона, страны, необходимо:

- пересмотреть производственные процессы службы лучевой диагностики;
- осуществить полный переход на использование цифрового оборудования;
- модернизировать программно-аппаратную и телекоммуникационную инфраструктуру;
- внедрить специализированное программное обеспечение.

Поэтому целью исследования является разработка методики организации телерадиологических систем для проведения консультаций посредством телемедицинской сети и *PACS*.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Последовательно рассмотрим, какими средствами решаются вышеперечисленные проблемы.

Задачу хранения и обмена медицинскими изображениями решает система *PACS*, которая позволяет сформировать единый архив отделения лучевой диагностики и интегрировать цифровое оборудование медицинской организации на базе международного стандарта *DICOM* в единую систему.



*DICOM* – это стандарт, изобретенный ассоциацией производителей медицинского оборудования, который детально описывает работу с медицинскими изображениями на уровне их файлового хранения и протокола передачи по сети [5], [6]. Изображения в формате *DICOM* обладают диагностической ценностью, т.е. пригодны для первичной диагностики при наличии соответствующей технической основы.

В широком смысле *PACS* – это система, которая позволяет получать, обрабатывать, хранить и производить передачу медицинских изображений по стандарту *DICOM*. Элементами *PACS* являются:

1. Медицинское диагностическое оборудование, которое поддерживает стандарт *DICOM* (модальности).

2. Серверное программно-аппаратное обеспечение, которое позволяет принимать и хранить медицинские изображения с различных модальностей. На практике именно этот элемент часто называют «*PACS*».

3. Клиентское программно-аппаратное обеспечение – рабочая станция врача, которая включает специализированные инструменты для диагностики.

4. Дополнительное программное обеспечение – просмотрная станция, которая предназначена для ознакомительного просмотра изображений врачами лечебных специальностей.

5. *DICOM*-принтеры, *DICOM*-роботы для записи *CD/DVD* дисков и другие элементы системы, поддерживающие обмен данными по стандарту *DICOM*.

В целях повышения эффективности использования *PACS*, обеспечения доступа врачам из других медицинских организаций к результатам проведенных исследований должен быть организован обмен медицинскими изображениями и информационное взаимодействие с телемедицинской сетью. Для проведения ТРК базовой инфраструктурой

являются региональные телемедицинские сети, которые состоят из консультационных центров и абонентских пунктов, объединенных в единую телекоммуникационную защищенную сеть.

Лучевая диагностика – это не только медицинские изображения, важнейшая ее часть – это постановка инструментального диагноза или заключения. Задачу информатизации процессов лучевой диагностики решает специальный класс информационных систем – радиологическая информационная система – РИС (*Radiology Information System – RIS*), которая позволяет взаимодействовать с медицинскими информационными системами и *PACS* разных производителей в рамках отраслевых стандартов и профилей обмена медицинскими данными (*HL7, DICOM, IHE*). Классификация функций информационных систем в здравоохранении подробно рассмотрена в [2].

Задачи телерадиологии, которые должна решать РИС:

- регистрация исследования в ручном и автоматизированном режимах;
- формирование протокола исследования;
- предоставление доступа к изображениям исследования (интеграция с *PACS*);
- связывание протоколов исследования с изображениями в *PACS*;
- предоставление информации из диагностической истории текущих и предыдущих исследований пациента;
- интеграция с внешними системами на основе стандартов и рекомендаций (*HL7, IHE*) [8], [9];
- формирование статистических отчетов;
- формирование и обработка заявок на проведение ТРК.

Таким образом, РИС является основой для проведения ТРК, информационной поддержки и системообразующим звеном в цепи интеграции *PACS* с внешними системами.



## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе работы определены основные условия и предпосылки для создания и функционирования телерадиологической системы:

1. Внутри лечебных учреждений должны функционировать системы хранения и оборота медицинских изображений – PACS, которые поддерживает международные стандарты и профили обмена медицинскими данными.

2. На региональном уровне создана единая радиологическая информационная система [4], интегрированная с существующими PACS и медицинскими информационными системами медицинских организаций.

3. В регионе организована телемедицинская сеть. Обеспечена техническая инфраструктура для обмена медицинскими изображениями, организованы каналы связи и пр.

4. Введен регламент обработки ТРК, который должен описывать этапы:

- инициации консультации;
- определения цели консультации;
- выбора консультанта;
- формирования заявки на консультацию;
- оповещения консультанта о поступившей заявке на консультацию;
- принятия заявки консультантом;
- создания результата консультации;
- оповещения заказчика о выполнении консультации.

Тогда в медицинской организации все выполняемые исследования лучевой диагностики будут зарегистрированы в РИС и переданы в локальный архив медицинских изображений – PACS. В случае, когда потребуется консультация исследования с привлечением специалистов другого учреждения, в РИС будет

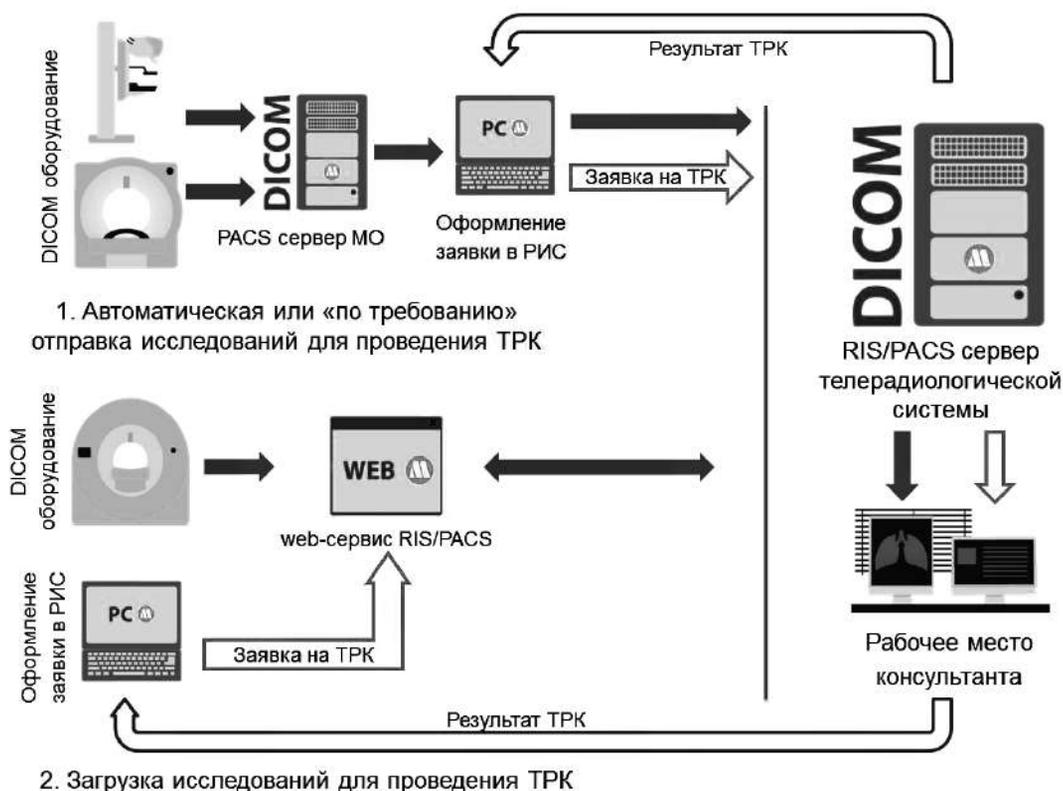


Рис. 1. Типовой сценарий проведения ТРК



сформирована заявка с необходимой информацией на проведение ТРК. После оформления заявки РИС позволит в автоматизированном режиме передать исходное *DICOM* исследование на рабочее место врача-консультанта. Далее консультант проведет работу над изображением и оформит результат в РИС. Пример проведения ТРК представлен на *рис. 1*.

Возможен другой вариант сценария проведения ТРК, когда в медицинской организации нет своей *PACS*, тем не менее это не является показанием для ее исключения из системы ТРК. В этом случае заказчик консультации может загрузить необходимое *DICOM* исследование на сервер учреждения-консультанта средствами веб-технологий и сформировать заявку на проведение ТРК в РИС. Как только исследование появится в *PACS*, консультант сможет приступить к подготовке экспертного заключения.

После формирования заключения заказчики консультаций получают соответствующее уведомление в РИС и могут использовать результаты работы эксперта при назначении дальнейшей тактики ведения пациента. РИС уведомляет заказчика консультации об изменении статуса заявки на всех этапах оказания ТРК.

Качество исполнения заявки на проведение ТРК во многом будет зависеть от того, насколько правильно организовано рабочее место врача консультанта в телерадиологической системе. Диагносту необходимо предоставить набор специализированного программно-аппаратного обеспечения, соответствующего области оказываемых консультаций.

## Выводы

Внедрение систем *RIS* и *PACS* имеет социально-экономическую важность. Социальный эффект обусловлен влиянием на качество оказания и доступность медицинской помощи. Экономический – сокращением затрат на необоснованное назначение медицинских услуг, а также расходные материалы (пленка

и проявочные материалы). Внедрение в работу отделения лучевой диагностики *PACS* позволяет:

- экономить время пациента, т.к. временной цикл производства диагностического исследования сокращается, и пациент быстрее получает необходимую ему лечебно-диагностическую помощь;
- экономить время врача-диагноста за счет получения графических результатов исследований в течение нескольких секунд после их получения от оборудования;
- оперативно предоставлять клиницисту доступ к результатам выполненных исследований (медицинских изображений и протоколов), диагностической истории пациента;
- экономить денежные средства за счет перехода на бес пленочную технологию, поскольку снижаются или отсутствуют затраты на приобретение пленки и проявочных материалов;
- сократить повторные назначения на исследование, связанные с потерей или недостаточным качеством сделанных снимков;
- уменьшить лучевую нагрузку при обследовании пациентов за счет оптимального подбора параметров получения цифровых медицинских изображений.

Раскрыты возможности для проведения ТРК на базе региональных телемедицинских сетей. Изучены факторы, влияющие на качество оказания ТРК. Определены предпосылки для развития и внедрения таких социально важных систем, как региональные телерадиологические системы:

1. Внедрение или модернизация *PACS*.
2. Внедрение комплексной информационной системы – РИС, как ключевого элемента региональной телерадиологической системы.
3. Обеспечение инфраструктуры, т.е. поставка оборудования и организация каналов связи.



## ЛИТЕРАТУРА



1. Кошкаргов А.А. Структурная адаптация федеральных требований к медицинским информационным системам на региональном уровне / А.А. Кошкаргов // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – № 05 (119). – С. 889–925.
2. Мухин Ю.Ю. Подходы к параметрической оценке и сопоставлению функций медицинских информационных систем / Ю.Ю. Мухин, Г.С. Лебедев // Информационные и измерительные управляющие системы. М.: 2013, № 10 т. 11. – С. 19–31.
3. Рыжков Р.В. PACS +RIS + телерадиология: от разговоров – к реальным проектам в России /Р.В. Рыжков, А.И. Громов, Г.М. Орлов, А.Б. Авдьян // Лучевая диагностика и терапия. № 4 (6) – 2015. – С. 91–96.
4. Семенов А.Б. О построении региональной системы управления медицинскими изображениями / А.Б. Семенов, А.А. Кошкаргов // Тезисы докладов международного конгресса «Информационные технологии медицине 2016» [Электронный ресурс]. – М.: «Консэф», 2016. – Режим доступа: <http://itm.consef.ru/dl/2016/08/16/o-postroenii-regionalnoy-sistemy-upravleniya-meditsinskimi-izobrazheniyami.pdf>, 0,125 у.п.л.
5. DICOM [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://dicom.nema.org/> (26.06.2017).
6. Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.nema.org/Standards/Pages/Digital-Imaging-and-Communications-in-Medicine.aspx> (26.06.2017).
7. Dreyer K.J. PACS. A guide to the digital revolution / Keith J. Dreyer, David S. Hirschorn, James H. Thrall, Amit Mehta // Springer, 2006. Library of Congress Control Number: 2005925976–579 p. ISBN10: 0-387-26010-2. ISBN13:978-0387-26010-5.
8. IHE Technical Frameworks. Radiology Technical Framework [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.ihe.net/Technical\\_frameworks/#radiology](http://www.ihe.net/Technical_frameworks/#radiology) (26.06.2017).
9. Introduction to HL7 Standards [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hl7.org/implement/standards/index.cfm> (26.06.2017).



**Д.Н. БОРИСОВ,**

к.м.н., ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» МО РФ,  
г. Санкт-Петербург

**В.В. ИВАНОВ,**

д.м.н., профессор, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» МО РФ,  
г. Санкт-Петербург

## ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ТЕЛЕМЕДИЦИНА

УДК 614.2:004.9

*Борисов Д.Н., Иванов В.В. Организационная телемедицина (ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны РФ, г. Санкт-Петербург)*

**Аннотация.** Разработаны научные основы организационной телемедицины как нового направления применения информационно-телекоммуникационных технологий в системе охраны здоровья граждан. Определена терминология, принципы и роль телемедицины в области организации здравоохранения и общественного здоровья. Показаны преимущества использования организационной телемедицины для совершенствования организации оказания медицинской помощи в системе национального и ведомственного здравоохранения РФ. Предлагается новый взгляд на телемедицину, как на инструмент маневра ресурсами здравоохранения для оперативного изменения объема и уровня оказания медицинской помощи в интересах широких контингентов населения. Показана интегративная роль организационной телемедицины в комплексном применении различных информационных технологий в здравоохранении.

**Ключевые слова:** здравоохранение, общественное здоровье, организация здравоохранения, информационные технологии, телемедицина, телемедицинская консультация, организационная телемедицина.

UDC 614.2:004.9

*Borisov D.N., Ivanov V.V. Organizational telemedicine (Russian Military Medical Academy named after S.M. Kirov, St. Petersburg, Russia)*

**Abstract.** Scientific bases of organizational telemedicine as a new direction of application of information and telecommunication technologies in the system of citizens' health protection are developed. The terminology, principles and role of telemedicine in the field of organization of public health and public health are defined. The advantages of using organizational telemedicine for improving the organization of medical care in the system of national and departmental health of the Russian Federation are shown. A new view of telemedicine as a tool for maneuvering health resources is proposed for the rapid change in the volume and level of medical care in the interests of a broad contingent of the population. The integrative role of organizational telemedicine in the integrated application of various information technologies in health care is shown.

**Keywords:** healthcare, public health, healthcare organization, information technology, telemedicine, telemedicine consultation, organizational telemedicine.

### ВВЕДЕНИЕ

Терминология области научных знаний является краеугольным камнем семантики ее сущности и отличий. С момента появления термина «телемедицина» появилось множество определений данного понятия, отражающих различные возможности использования информационных и телекоммуникационных технологий в области диагностики и лечения заболеваний, мониторинга функциональных показателей жизнедеятельности, образования медицинских специалистов, информатизации медицинских знаний и др. областях медицины.



Пожалуй не существует другого термина в области здравоохранения, который понимался бы с одной стороны настолько широко, а с другой – настолько по-разному в обществе, научном мире и практической медицине.

Разнообразие технологий и областей применения телемедицины определяет крайне широкое толкование любого официального определения телемедицины, затрудняющее его дальнейшее использование. Это привело к формированию более узких направлений телемедицины, подчеркивающих ее технологические и медицинские особенности. В области технологий применения сформировались термины «телемониторинг», «телеобучение», «телемедицинская консультация» («телеконсультация») и др. Наряду с этим в различных областях медицинской науки, в силу ее естественного развития, сложились отдельные терминологические понятия, такие как «телерадиология», «телехирургия», «телепсихиатрия» и т. д. Совершенствование системы охраны здоровья граждан на основе современных информационно-коммуникационных технологий невозможно без формирования основ применения телемедицины в области организации здравоохранения и общественного здоровья. По мнению авторов, разработка научных основ данного направления (т.н. «Организационной телемедицины»), включающего семантические и терминологические аспекты, описание научных принципов и областей применения позволит достичь главной цели – оптимального распределения материальных и кадровых ресурсов системы здравоохранения на благо всех граждан РФ.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение применения информационных и коммуникационных технологий в системе охраны здоровья граждан показало, что телемедицина в настоящее время так и не стала массовой технологией, применяемой в отечественном и зарубежном здравоохранении.

Несмотря на то, что в последние десятилетия на различные программы в области телемедицины федерального и регионального уровня выделялись значительные средства, их целевое предназначение касалось в основном организации видеоконференцсвязи между различными объектами системы здравоохранения для реализации только одной (и самой затратной) из форм телемедицинского взаимодействия – очной (on-line) телемедицинской консультации. Таким образом, нарушается основной принцип организации системы охраны здоровья – равномерное распределение ресурсов системы в интересах всего населения.

Суть телемедицины сводится к уменьшению или устранению фактора расстояния при возникновении потребности у гражданина в медицинских услугах (в большинстве случаев между пациентом и врачом). Пациент заинтересован в оказании лучшей медицинской услуги вне зависимости от конкретной медицинской организации, куда он обратился. При этом система охраны здоровья граждан обеспечивает автономное функционирование медицинских организаций при предоставлении медицинских услуг населению. Таким образом, возникает основное противоречие, препятствующее использованию всех видов телемедицинских технологий – невозможно удаленно связать процессы оказания лечебно-диагностической помощи, так как в силу структурно-функциональных особенностей, нормативно-правовой и ресурсной базы каждая медицинская организация стремится выполнять свои функции в автономном режиме.

Для изменения сложившейся идеологии организации системы охраны здоровья граждан на всех уровнях необходимо формирование научных основ применения телемедицины с позиций организации здравоохранения и общественного здоровья, которое показало бы эффективность (финансовую, медицинскую и др.) изменения сложившихся форм и методов работы с учетом новых технологических возможностей.



Разработку данного направления предлагается вести в рамках нового направления телемедицинских технологий – организационной телемедицины, под которой предлагается понимать применение телемедицины в области общественного здоровья и организации здравоохранения. Для определения границ данного направления и его отличий от традиционного понимания телемедицины предложены основные принципы организационной телемедицины, в числе которых основные:

- принцип массовости: предоставление равных возможностей по использованию телемедицинских технологий при оказании медицинских услуг всем гражданам;
- принцип целевого предназначения: использование телемедицины в интересах достижения лучших показателей деятельности системы охраны здоровья граждан в целом;
- принцип системности: органичное внедрение возможностей телемедицины в саму систему охраны здоровья (при оказании медицинской помощи, в медицинском образовании и т.д.) и ее отдельные процессы;
- принцип централизации: предоставление дистанционных медицинских услуг наилучшими специалистами системы здравоохранения (или ее функционального сегмента) вне зависимости от объекта системы, куда обратился пациент. В том числе повышение доступности медицинской помощи за счет перераспределения использования кадровых ресурсов в рамках всей системы при наличии возможности дистанционных консультаций;
- принцип эффективности: экономия ресурсов системы здравоохранения за счет исключения вынужденного дублирования ресурсов и функций, возникавшего на объектах системы охраны здоровья граждан в силу их территориальной разобщенности;
- принцип технологического замещения: предоставление лучших практик использования технологических новшеств в области организации лечебно-диагностической деятель-

ности – введение электронных архивов (в т.ч. централизованных), систем медицинских электронных карт, логистики пациентов и бизнес-процессов в здравоохранении и т. д.;

- принцип контроля: формирование возможностей доступа вышестоящих органов управления и медицинских специалистов к сведениям о пациентах и деятельности нижестоящих объектов системы здравоохранения, что в частности позволит инициировать телемедицинские консультации «сверху», в том числе в автоматическом режиме по заранее определенным критериям;

- принцип нормативности: определение законодательных и нормативно-справочных основ (рекомендованных и обязательных) использования телемедицинских технологий в системе здравоохранения;

- принцип интеграции: системное применение организационной телемедицины на основе интеграции с существующими информационными системами в здравоохранении (медицинскими информационными системами, системами ЛИС и PACS, медицинскими архивами, системой учета и отчетности, медицинского снабжения, кадров и т. д.);

- принцип инициации: формирование потребностей телемедицинского взаимодействия не только «снизу» – у врачей и пациентов, но и «сверху» – у вышестоящих медицинских специалистов и руководителей здравоохранения.

Предпосылками к разработке организационной телемедицины послужило то, что наиболее используемая в настоящий момент форма применения телемедицинских технологий – очная видеоконсультация практически не интегрирована в работу медицинской организации. Все, что используется для организации проведения консультаций – помещения, кадровые ресурсы, каналы связи и др. (т.н. телемедицинская инфраструктура), как правило, создается дополнительно и для реализации возможностей телемедицины остается лишь разработать организационные основы



работы отдельного телемедицинского абонентского пункта (центра) и организационных особенностей самой телемедицинской консультации. Данную деятельность можно описать схожими по смыслу терминами: «Организация телемедицинских консультаций» или «Организация телемедицины». К предлагаемому понятию «Организационная телемедицина», описывающему различные аспекты организации телемедицинского взаимодействия, семантическая сущность данных терминов не имеет никакого отношения.

По нашему мнению необходимость оформления организационной телемедицины в отдельную научную дисциплину вызвана во многом тупиковым развитием телемедицины в современном обществе. Возник парадокс огромного числа положительных примеров реализации телемедицины в самых разных областях медицины и отсутствия успешных примеров системной реализации телемедицины в организации медицинской помощи. Создаваемые в ряде регионов телемедицинские центры при существенных затратах на их создание и работу обеспечивают ничтожно малый объем услуг по отношению к общему объему оказываемой медицинской помощи. Основную же работу по медицинскому обеспечению населения по прежнему осуществляют медицинские организации различного уровня в условиях недостаточного материально-технического и финансового обеспечения системы охраны здоровья граждан. Можно ли при этом говорить, что телемедицина улучшает качество оказания медицинской помощи, диагностики заболеваний или совершенствует медицинское образование в отношении всех категорий граждан? Скорее – нет.

Вместо органичного внедрения телемедицины в существующую систему медицинского обеспечения населения создается отдельная высокзатратная телемедицинская инфраструктура, пытающаяся охватить максимально большое число регионов РФ.

Во многом это происходит из-за общей парадигмы информатизации отечественного здравоохранения: разработка техническими специалистами каких-либо информационных систем в здравоохранении с дальнейшим навязыванием к использованию медицинскими работниками при поддержке «административного ресурса» в лице руководителей здравоохранения различного уровня. При этом, как правило, игнорируется самый важный аспект – мнение самих медицинских работников о целесообразной форме и методах информатизации их деятельности. Все это во многом актуально и для телемедицины. К примеру, принципиальная готовность врача оказывать консультационную помощь будет гораздо выше, если технологии обеспечат ее оказание в привычной для него среде (автоматизированном рабочем месте врача в ординаторской, мобильных устройствах автоматизации). Вместо этого врачу предлагается либо прерывать, либо вообще прекращать выполнение основных обязанностей и отвлекаться на использование специализированной телемедицинской инфраструктуры (телемедицинских консультационных центров и др.).

Технические и технологические аспекты решений, удобных для приобщения телемедицины к врачу (а не наоборот) существуют и давно используются. Однако в большинстве отечественных проектов информатизации медицины на непосредственное изучение врачебного мнения, экспертной оценки, «дружественности» интерфейса программного обеспечения уделяется крайне мало времени и соответствующего финансирования. В результате создаются системы и целая инфраструктура информатизации здравоохранения, которую организаторам здравоохранения приходится в дальнейшем регулировать «как данность». С нашей точки зрения был бы более правилен другой подход – разработка организационных основ использования возможностей телемедицины, исходя из потребностей



организации здравоохранения, с позиций функционального подхода, массовости оказания телемедицинских услуг и равномерного распределения ресурсов здравоохранения.

При этом под функциональным подходом мы понимаем реализацию конкретной функции решения медицинской проблемы путем поиска подходящих технологических решений, а не предложение технологических решений для решения проблем в области системы охраны здоровья граждан. Т.е. технологические решения должны приспособливаться к особенностям организации лечебно-диагностического процесса, а не наоборот.

К примеру, проблему предоставления более высокоуровневой консультативной помощи в амбулаторно-поликлиническом звене можно решать как созданием отдельного телемедицинского центра (технологии для медицины), так и внедрением консультационной поддержки при непосредственном ведении приема пациентов.

По мнению В.М. Леванова и соавт. [1] развитие телемедицины в РФ началось еще с начала XX века и проходило в 4 этапа – от периода накопления первичной информации через период федеральных и ведомственных проектов до становления региональных телемедицинских систем и периода диверсификации телемедицинских услуг. При этом авторы особо отмечают, что в настоящее время «Развитие телемедицины нуждается в новых организационных подходах ...». R. Wootton еще в 1996 отмечал, что телемедицина не должна быть уделом избранных, а предназначена для обеспечения справедливости в предоставлении равных возможностей при оказании медицинской помощи [2].

Телемедицина активно развивается в военном здравоохранении ведущих мировых стран [3, 4]. Это во многом связано с естественным преимуществом системы охраны здоровья в силовых министерствах и ведомствах, что выражается в первую очередь в большей

функциональной взаимосвязи медицинских организаций и органов управления, а также в том, что гражданин обращается (а при желании – и не обращается) за медицинской услугой в медицинскую организацию, а обязан поддерживать уровень своего здоровья (и боеспособности) на должном уровне. При этом и органы военного здравоохранения гораздо больше вовлечены в мероприятия мониторинга состояния здоровья, медицинского контроля и других организационных форм обеспечения здоровья.

Опыт использования телемедицинских технологий в системе охраны здоровья военнослужащих за последние годы [5, 6, 7, 8] выявил предпосылки и потребность в разработке основ организационной телемедицины для оптимизации деятельности взаимосвязанной и территориально разобщенной системы объектов медицинской службы ВС РФ, которая во многом актуальна и для всей системы охраны здоровья граждан.

В частности выявлено, что не более 5% всех проводимых в военно-медицинских организациях консультаций нуждается в видеоконференцсвязи, как в оптимальной форме использования телемедицинских технологий [9]. Для подготовки к консультации необходим выборочный объем клинико-диагностических данных, а зачастую и единственно грамотно сформулированный вопрос одного медицинского специалиста (лечащего врача) другому (врачу-консультанту) без передачи какой-либо другой медицинской информации позволяет реализовать потребность в телемедицине.

Это резко контрастирует с существующими в массовом сознании понятиями о телемедицине, как о проведении очной видеоконсультации между врачом и пациентом. Различие в подходах о роли телемедицины ярко проявилось в широко обсуждаемом в профессиональном сообществе т.н. «законе о телемедицине» (№ 242-ФЗ) [10], который после принятия ряда поправок так и не разрешил



удаленную постановку диагноза и изменения всего стереотипа оказания медицинской помощи. Очевидность данного решения была понятна; так, существующая методология постановки клинического диагноза, основанного на множестве данных (анамнеза, объективном осмотре и др.), не может быть полностью соблюдена в ходе дистанционного взаимодействия между врачом и пациентом.

Где же целесообразно телемедицинское взаимодействие?

Нами предлагается универсальное понятие, способное стать основой принятия решения о возможности или невозможности применения телемедицинских технологий. Понятие «критический объем данных» может служить критерием самой возможности обратной связи между объектами консультации и подразумевает под собой следующее: телемедицинское взаимодействие (консультация) возможно только тогда, когда инициатор взаимодействия (пациент, лечащий врач, медицинская информационная система по заранее определенным правилам и др.) может предоставить такой объем информации, который будет достаточен для принятия решения другим объектом взаимодействия (врачом-консультантом).

В настоящее время в рамках 242-ФЗ профессиональное врачебное сообщество не сумело выработать подходов, которые смогли бы на основе критерия достаточности объема данных для проведения телемедицинского взаимодействия выработать клиническое и юридическое решение, расширяющее формы телемедицинского взаимодействия на законодательном уровне.

Наш опыт показывает, что критический объем данных не всегда достаточен с точки зрения консультанта даже при его предоставлении лечащим врачом. Зачастую перед проведением очной консультации между врачами возникают множественные случаи отсроченной (off-line) телемедицинской консультации

с повторной пересылкой необходимых медицинских данных и грамотно сформулированных вопросов консультанту. Понятно, что подготовить вопросы и достаточный для проведения телемедицинской консультации критический объем данных самому пациенту гораздо сложнее. В то же время сам критический объем данных существенно зависит от цели консультации. Одной из задач организационной телемедицины как раз и является его определение для большинства направлений медицины.

Само развитие телемедицины в различных областях здравоохранения показывает, что наиболее востребованной она оказалась там, где критический объем данных мал или может быть формализован до необходимого уровня даже при телемедицинском взаимодействии пациента и врача. К примеру, в области телерадиологии критическим объемом данных могут служить формализованные данные исследования, позволяющие их удаленно оценивать у более квалифицированного специалиста. В области теледерматологии в роли такого критического объема данных может выступать цифровое диагностическое изображение, которые пациент вполне способен предоставить самостоятельно. В первую очередь стоило бы «узаконить» подобные, вызывающие наименьшие дискуссии формы телемедицинских консультаций.

Что же делать в более сложных случаях? При использовании понятия «критического объема данных» медицинским и техническим специалистам можно будет разговаривать «на одном языке», оперируя терминами «достаточности или не достаточности (с указанием конкретной причины) данных» в конкретном случае телемедицинского взаимодействия, и путей возможного устранения такой недостаточности.

Таким образом, результатом внедрения понятия «критический объем данных» должна стать конкретизация областей медицинских знаний и форм взаимодействия, которые позволят или



же не позволят пациенту напрямую консультироваться с медицинским специалистом. Это существенно контрастирует с результатами обсуждения 242-ФЗ, когда фактически ставился вопрос «разрешить все» или «не разрешать вообще». При соответствующей научной проработке с позиции организационной медицины и формирования необходимой нормативно-правовой базы телемедицина как технология, имеющая существенный (в т.ч. коммерческий) потенциал, может органично вписаться в отечественное здравоохранение.

Опыт реализации системного подхода к построению системы военной телемедицины показал, что с позиций организации здравоохранения внедрение телемедицинских технологий больше направлено на достижение лучших целевых показателей работы всей системы, а также на оптимальное использование имеющихся ресурсов, чем на достижение лучшего клинического результата при отдельно взятом случае лечения.

Для оптимизации нагрузки на консультантов одного профиля в ходе массового поступления заявок на телемедицинскую консультацию использовалась технология диспетчеризации заявок на телемедицинскую консультацию с использованием диспетчерского центра.

К примеру, определена высокая значимость телемедицины при обеспечении лечебно-эвакуационных мероприятий, сокращении числа этапов эвакуации пациентов из очага военного конфликта в центральные военномедицинские организации.

Показана важность обратной связи при преемственном оказании медицинской помощи в различных медицинских организациях с возможностью информирования о возникновении осложнений или типовых дефектах оказания помощи на нижестоящих этапах, в том числе при ликвидации медико-санитарных последствий чрезвычайных ситуаций [11, 12].

Например, наличие информации о возникающих на последующих этапах оказания

медицинской помощи инфекционных осложнений способно изменить организацию оказания помощи на предыдущих этапах (закрытие операционных на т.н. проветривание и т.д.).

В ходе консультаций отмечен интересный факт, способный изменить представление о телемедицине, как о консультационной услуге по запросу объекта консультации – в более чем 50% случаев консультаций ее результатом было изменение как заданной цели консультации, так и диагноза, тактики лечения и других основных составляющих лечебно-диагностического процесса. Т.е. консультируемый врач формулировал цель консультации в одном, а консультант, в первую очередь в силу своей более высокой квалификации, находил проблему в совершенно другой области, причем из того же самого объема данных, который предоставил консультируемый врач.

С этим связано еще одно ключевое отличие организационной телемедицины, способное ответить на существующее противоречие – почему при более низкой квалификации консультируемого врача инициатором консультации является именно он?

С позиций организационной телемедицины информационные технологии должны предоставлять вышестоящим медицинским специалистам и руководителям необходимые данные для обеспечения функции контроля за лечебно-диагностическим процессом. Необходимо на основе существующих информационных систем в здравоохранении разработать организационные критерии проведения телемедицинских консультаций, иницируемых «сверху» по заранее разработанным правилам. В профессиональном медицинском сообществе данные правила, вызывающие необходимость вмешательства медицинского специалиста более высокого уровня, давно разработаны и применяются в таких случаях, как нетипичное течение заболевания, возникновение осложнений, превышение рекомендованного срока лечения, тяжести состояния пациента и др.



Несмотря на то, что ответственность за результат лечения лежит на лечащем враче, в медицинской практике повсеместно применяются формы контроля более опытными специалистами в виде обязательных «обходов» начальников лечебно-диагностических отделений, главных специалистов и др. Использование в этих же целях возможностей информационных технологий в целях совершенствования контроля, как внутри медицинской организации, так и за ее пределами, способно существенно улучшить качество оказания медицинской помощи.

Следует отметить, что в последнее время появились экспертные системы, позволяющие автоматически сопоставлять противопоказания в назначениях лекарственных средств, в том числе с данными физиологических показателей пациента (пульс, АД, частота дыхания и т.д.), что позволяет реализовать функцию удаленного телемедицинского контроля лечебно-диагностического процесса в отношении отдельно взятого пациента. Для этого необходимо разработать подходы к внедрению в деятельность здравоохранения медицинских информационных систем с возможностью структурно-функциональной интеграции с телемедицинскими системами. На основании этого возможно формирование автоматизированных критериев проведения телемедицинской консультации, а также профилактика злоупотреблений в использовании ресурсов здравоохранения (отслеживание множественных госпитализаций одного и того же пациента, нецелевое расходование дорогостоящих

медикаментов и др.), что должно способствовать росту качества оказания медицинской помощи и эффективности (в т.ч. экономической) системы отечественного здравоохранения.

## ВЫВОДЫ

Для органичного внедрения телемедицинских технологий в систему охраны здоровья граждан помимо технологических, клинических и др. аспектов необходима разработка основ применения телемедицины с позиций организации здравоохранения и общественного здоровья.

Для достижения данной цели целесообразно создание научно-методологической базы и принципов новой научной дисциплины – т.н. организационной телемедицины.

Использование понятия «критический объем информации», необходимой для телемедицинской консультации, позволит формализовать и обосновать возможность применения телемедицины в различных областях здравоохранения, в том числе между пациентом и врачом.

Предложенные принципы организационной телемедицины позволяют взглянуть на использование телемедицины с позиций массовости, повышения качества и эффективности отечественного здравоохранения.

Внедрение функционального подхода при реализации возможностей телемедицинских технологий будет способствовать формированию новых организационных решений, позволяющих органично внедрить телемедицинские технологии в практическое здравоохранение.

## ЛИТЕРАТУРА



1. Леванов В.М. Исторические периоды развития телемедицины в России / В.М. Леванов, О.И. Орлов, Д.В. Мерекин // Врач и информац. технологии. – 2013. – № 4. – С. 67–73.
2. Wootton R. Telemedicine: a cautious welcome / BMJ 1996; 313. doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.313.7069.1375>.





3. *Андреев А.И.* Телемедицинские технологии в армии США / А.И. Андреев // Журн. телемедицины и электрон. здравоохранения. – 2017. – № 1. – С. 48–51.
4. *Владимирский А.В.* Телемедицина. Донецк, 2011. – 437 с.
5. *Иванов В.В.* Актуальные вопросы использования информационных технологий в медицинском обеспечении войск / В.В. Иванов [и др.] // Воен.-мед. журн. – 2013. – № 6. – С. 8–13.
6. *Калачев О.В.* Проблемные вопросы и перспективы развития информационно-телекоммуникационных технологий в медицинской службе Вооруженных Сил / О.В. Калачев [и др.] // Воен.-мед. журн. – 2014. – № 12. – С. 4–11.
7. *Шенк В.* Будущее – за военной телемедициной URL: <http://vpk-news.ru/articles/3845> (Дата обращения: 12.12.2015).
8. *Борисов Д.Н.* Научно-организационные аспекты применения телемедицинских технологий в работе военных лечебных учреждений // Автореф. дисс... канд. мед. наук. – СПб., 2005. – 20 с.
9. Федеральный закон от 29 июля 2017 г. № 242-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья» / ГАРАНТ.РУ (Дата обращения 29.08.2017) <http://www.garant.ru/hotlaw/federal/1126336/#ixzz4rtGIFHs6>
10. *Борисов Д.Н.* Основы применения организационной телемедицины в здравоохранении // Medline.ru. – 2015. – Т. 16, октябрь, ст. 90. – С. 1007–1020.
11. *Лемешкин Р.Н. и др.* Проблемные вопросы организации взаимодействия медицинских сил и средств различных министерств и ведомств в Единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций // Вестн. Рос. воен.-мед. акад. – 2016. – № 1. – С. 176–183.
12. *Борисов Д.Н., Корнеев А.А., Коровин Р.Н., Цыпурдеев Д.Р.* Основные направления и опыт использования телемедицинских технологий в военно-медицинской службе // Воен.-мед. журн. – 2014. – № 11. – С. 16–21.



**В.Г. КУДРИНА,**

д.м.н., профессор, заведующий кафедрой медицинской статистики и информатики ФГБОУ ДПО Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования (ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России), г. Москва, Россия, kudrinu@mail.ru

**Т.В. АНДРЕЕВА,**

к.пед.н., доцент кафедры медицинской статистики и информатики ФГБОУ ДПО Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования (ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России), г. Москва, Россия, tvandreeva@rambler.ru

**С.Г. КОМАРОВ,**

к.м.н., доцент кафедры медицинской статистики и информатики ФГБОУ ДПО Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования (ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России), г. Москва, Россия, medstat@mail.ru

**П.С. ЭКАЖЕВА,**

Аспирант кафедры медицинской статистики и информатики ФГБОУ ДПО Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования (ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России), г. Москва, Россия, medstat@mail.ru

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ОРИЕНТИРЫ ДЛЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ЦЕЛЕВОЙ ПОДГОТОВКИ МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ

УДК 614.25:65.001:37.01:004

Кудрина В.Г., Андреева Т.В., Комаров С.Г., Экажева П.С. *Информационные ориентиры для развития системы целевой подготовки медицинских работников (Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования Минздрава России, г. Москва, Россия)*

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы информационной поддержки системы непрерывного медицинского образования и аккредитации медицинских работников. Приведены результаты исследований кафедры медицинской статистики и информатики РМАНПО по данным проблемам, и оценена правовая база и перспективы развития организационно-информационных образовательных инициатив.

**Ключевые слова:** медицинские работники, система непрерывного медицинского образования, процедура аккредитации, нормативно-правовая база, прогноз развития.

UDC 614.25:65.001:37.01:004

Kudrina V.G., Andreeva T.V., Komarov S.G., Ekazheva P.S. *Information guidance for the development of targeted training of medical specialists (Russian Medical Academy for continuing professional education of the Ministry of health of Russia, Moscow, Russia)*

**Abstract.** The problems of information support of continuing medical education and the accreditation of medical specialists are considered. Results of studies of the Medical Academy for continuing professional education (Department of Medical Statistic and Informatics) on these issues are considered and the prospects of the development of the organizational, educational and information initiatives are evaluated.

**Keywords:** medical specialists, system of continuous medical education, accreditation process, regulatory base, development forecast.



## ВВЕДЕНИЕ

Создаваемая в нашей стране современная система организации медицинской помощи и кадрового обеспечения отрасли имеет в своей основе приоритеты, выделенные в среднесрочных программах и более динамичных целевых проектах.

Ведущей программой, построенной по всем канонам программно-целевого планирования [1], является *Государственная программа (ГП) «Развитие здравоохранения»* [2]. В условиях, когда общие объёмы финансирования государственной системы здравоохранения сокращаются и в 2017 г. находятся в целом на уровне 3,6% от ВВП, что соответствует уровню 2006 года [3], объёмы финансирования по отдельным векторам ГП увеличиваются.

Основной свод подпрограмм ГП представлен следующими позициями:

1. Профилактика заболеваний и формирование здорового образа жизни.
2. Совершенствование оказания специализированной, включая высокотехнологичную, медицинской помощи.
3. Развитие и внедрение инновационных методов диагностики, профилактики и лечения, а также основ персонализированной медицины.
4. Охрана здоровья матери и ребёнка.
5. Развитие медицинской реабилитации и санаторно-курортного лечения.
6. Оказание паллиативной помощи.
7. Кадровое обеспечение системы здравоохранения.
8. Развитие международных отношений.
9. Экспертиза и контрольно-надзорные функции в сфере охраны здоровья.

Ориентир на оптимизацию при использовании ресурсов отрасли приводит к необходимости уделять все более пристальное внимание *проектному управлению*. Под последним принято понимать разработку и реализацию совокупности мероприятий, направленных на достижение конкретных целей деятельности.

На совете по стратегическому развитию и приоритетным проектам [4] направления развития здравоохранения были трансформированы в реальные 5 проектов (целей), по которым последовательно выстраиваются основные критерии оценки, свод показателей и индикаторы, позволяющие контролировать уровни и изменения в динамике и таким образом отслеживать эффективность проектных мероприятий:

1. Совершенствование доступности медицинской помощи.
2. Внедрение единых требований на всей территории страны к качеству медицинской помощи и создание системы управления качеством.
3. Развитие персонализированных биомедицинских и цифровых технологий.
4. Создание обновлённого механизма целевой подготовки специалистов.
5. Формирование ответственности пациента за своё здоровье.

При сопоставлении подпрограмм ГП «Развитие здравоохранения» и приоритетных проектов стратегического развития обращает на себя внимание наличие цели государственной поддержки – *кадровой составляющей*, рассмотрению которой и посвящена настоящая публикация.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Проведенный на кафедре медицинской статистики и информатики РМАНПО (далее Мс и Инф) SWOT-анализ [5] показал, что внедрение, как названо в приоритетных проектах «обновлённого механизма целевой подготовки специалистов» [4], было включено в группу *внутренне доступных сторон развития* отрасли. *Сильные стороны* этих проблем как бы обозначили сами стратегии совершенствования оказания медицинской помощи населению. Наличие *слабых сторон* сделало необходимым существенные структурные преобразования и фактически вызвало смену парадигмы в подходе к последипломной



подготовке кадров с обучения на прерывистых циклах к непрерывной системе образования. Переход к системе НМО представляет собой кардинальный переход к новой системе обучения медицинских работников, внедрение системы допуска к профессиональной деятельности через процедуру аккредитации, призванной сменить сертификационный допуск. Подчеркнём, что образовательные и аттестационные новации вводятся постепенно и включают элементы существующей системы последипломного образования и аттестации кадров. На новую систему возлагаются большие надежды по улучшению способности и готовности медицинских работников оказывать медицинскую помощь на более высоком уровне, поскольку ключевым вектором становится практикоориентированная подготовка. Вместе с тем настораживает, что только 30% поддерживают новую систему [6]. Вероятно, на всех ступенях работы с кадрами неясные и сложные вопросы системы НМО и предстоящей аккредитации следует освещать более подробно.

Наши исследования подтвердили наличие спорного отношения к образовательным новациям. На кафедре Мс и Инф РМАНПО в учебный 2016/2017 год на циклах повышения квалификации врачей был проведен анкетный опрос, в котором приняли участие 132 слушателя. Соотношение мужчин и женщин: 24% и 76%. В возрасте 50 лет и старше находилось 53,0% респондентов. Средний стаж работы в медицинских специальностях  $15,91 \pm 1,11$  лет.

Среди специалистов, ответивших на вопрос об информированности по системе НМО и аккредитации, положительно ответили 92% респондентов. К сожалению, при всей убедительности этой цифры раскрыть суть предстоящих изменений большинство респондентов не смогли. Нас «воодушевили» результаты опроса, согласно которым более трети респондентов (36% из числа ответивших на этот вопрос) имеют личные кабинеты в системе НМО. На

том же уровне (31%, а с «колеблющимися» уже 85%) находится показатель желающих перейти на новую систему допуска к работе.

Последующие дискуссии показали, что отмеченные ориентиры являются фактически позицией руководителей медицинских организаций. И в целом эти позиции имеют под собой основания, поскольку вряд ли по всей территории страны у каждого медицинского работника будет равный доступ и возможность даже чисто технически персонально открыть личный кабинет, учиться с регистрацией в нём каждого профессионального шага и выстраивать свою образовательную траекторию. 41% респондентов ответили, что начали собирать своё портфолио, но больше половины из них не смогли определиться с тем, что в своё фактически профессиональное «личное дело» следует включать.

Обсуждения результатов опросов по всем проведенным циклам повышения квалификации показали, что врачи, кроме руководящего состава, слабо знакомы с сутью новой системы медицинского образования НМО и практически не знают оснований аккредитации.

Система аккредитации в качестве правовой основы имеет Федеральный закон от 29.12.2015 г. № 389-ФЗ [7] и ряд приказов Минздрава РФ, регламентирующих последовательность её внедрения, один из которых утверждает сроки и этапы аккредитации [8].

Медицинских работников, судя по ответам в свободной форме и репликам в процессе обсуждения, волнует ряд организационных моментов, среди которых: 1) не станет ли новая система обучения платной, ведь многие мероприятия, главным образом конференции, таковыми уже являются; 2) мы уже работаем в новой системе, или это предстоит в будущем; и наконец: 3) что потребует нового система аккредитации от врачей?

По первому моменту нам показалась полезной публикация С.С. Салыгиной, 2016 [9], в которой автор детально рассмотрела





волнующий вопрос. Хотелось бы добавить, что в рамках «образовательных сертификатов» [10] обучение по основной специальности согласно занимаемой должности гарантируется как бесплатное. Обязательным условием является включение специалиста в Федеральный регистр медицинских работников.

По второму моменту мы опирались на информацию итоговой коллегии Минздрава РФ в 2017 г. Согласно приведенным на Коллегии цифрам, на созданном в 2016 г. едином информационном портале уже зарегистрированы личные кабинеты 349 организаций, содержатся записи 133 тыс. врачей и размещено более 11 тыс. образовательных программ [11].

И, наконец, по третьему моменту новая система потребует соблюдения профессиональных требований, которые призвана контролировать аккредитация специалистов. Квалификационные требования обобщены в разрезе медицинских специальностей для персонала и с высшим [12], и со средним [13] медицинским образованием.

Ключевыми точками контроля выбраны трудовые функции, отраженные в профессиональных стандартах. Профстандартов пока немного. Но по тем документам, которые приняты для «врача-лечебника» (врача-терапевта участкового) и врача-педиатра участкового [14, 15], складывается представление об общих профессиональных требованиях к практикующим врачам.

Помимо клинических навыков предусмотрены требования по «стыковым» направлениям, к которым, несомненно, относится ИКТ-компетентность.

Принимая профессиональную деятельность «врача-лечебника» как системообразующую в здравоохранении, на этом примере, проведя контент-анализ профессионального стандарта, выделим и проанализируем трудовую функцию, включающую ИКТ-компетенции по ведению медицинской документации.

#### *Трудовые действия:*

- Проведение анализа показателей заболеваемости, инвалидности и смертности для характеристики здоровья прикрепленного контингента.
- Ведение медицинской документации, в том числе в электронном виде.

#### *Необходимые умения:*

- Анализировать данные официальной статистической отчетности, включая формы федерального и отраслевого статистического наблюдения.
- Проводить анализ медико-статистических показателей заболеваемости, инвалидности и смертности для оценки здоровья прикрепленного населения.
- Заполнять медицинскую документацию, в том числе в электронном виде.

#### *Необходимые знания:*

- Законодательство Российской Федерации в сфере охраны здоровья, нормативно-правовые акты и иные документы, определяющие деятельность медицинских организаций и медицинских работников.
- Медико-статистические показатели заболеваемости, инвалидности и смертности, характеризующие здоровье прикрепленного населения, порядок их вычисления и оценки.
- Правила оформления медицинской документации в медицинских организациях, оказывающих медицинскую помощь амбулаторно, в том числе на дому при вызове медицинского работника.

В число умений и навыков, которые формируются в процессе профессионального обучения, считаем особо важными:

- способность и готовность проявлять общепользовательскую, общепрофессиональную и предметно-функциональную ИКТ-компетентность;
- способность и готовность принимать меры по защите и безопасности медицинских и персональных данных пациентов.



Общепользовательская ИКТ-компетентность есть ни что иное, как так называемая «компьютерная грамотность». Нами в течение длительного времени (начиная с 2001 года) ведётся мониторинг критерия ИКТ-подготовки медицинских работников. И если в 2001/2002 учебном году показатель «компьютерной грамотности» составлял (в относительной шкале) 22%, в 2007/2008 – 40,7%, в 2010/2011 – 59,1%, то в 2013/2014 уже 84,1%. Этот уровень растёт и в последующие годы, хоть и незначительными темпами. И в целом, он является адекватным для обеспечения информационных задач отрасли, индикатором готовности медицинского персонала к трудовой деятельности.

Вместе с тем проблема обеспечения «компьютерной грамотности» остаётся весьма актуальной и на перспективу. В «Стратегии развития отрасли информационных технологий Российской Федерации на 2014–2020 гг. и на перспективу до 2025 г.» [16] отмечено, что «высокий уровень компьютерной грамотности населения важен для всей экономики и социальной сферы. Уже до 2020 года высокая грамотность в области информационных технологий станет необходимым фактором для приёма на большинство имеющихся на рынке вакансий» (р. 12).

Для развития необходимых трудовых действий и поддержки ИКТ-новаций для образовательной сферы система профессионального медицинского образования предлагает достаточно много научной и учебно-методической литературы. Свой вклад в эту поддержку на протяжении многих лет вносит кафедра Мс и Инф РМАНПО с отражением своих научных результатов и образовательных новаций в научных публикациях [17, 18, 19, 20, 21],

а также в находящихся в свободном доступе постоянно актуализируемых базовых тестовых материалах [22] для проверки уровня знаний по предмету обучения.

Наиболее сложным вопросом для внедрения новых механизмов медицинского образования является наличие по территориям страны «цифрового неравенства» «при создании инфраструктуры социально ориентированных отраслей, необходимых для успешного функционирования в информационном обществе, в частности систем дистанционного образования, медицинской и других систем» [23].

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Складывающаяся в здравоохранении позитивная динамика внедрения информационных новаций даёт все основания прогнозировать их успешное распространение на систему целевой подготовки медицинских кадров. В настоящее время внедрению системы НМО в отрасли мешает «цифровое неравенство» по территориям страны. Разрешить его призвана планируемая к внедрению Единая государственная информационная система в сфере здравоохранения (Единая система), создаваемая по законодательной инициативе Правительства России [24]. В Единой системе предполагается осуществлять формирование, обработку, хранение и доступ к информации, включающей «сведения об обучающихся в организациях, реализующих профессиональные образовательные программы медицинского образования и фармацевтического образования» (Ст. 91, р. 5, п. 5). Без равного доступа к образовательным технологиям выполнить норму Федерального закона будет невозможно.





## ЛИТЕРАТУРА



1. Шиган Е.Н., Остапюк С.Ф. Целевые комплексные программы в здравоохранении. – М.: Медицина, 1988. – 223 с.
2. Государственная программа «Развитие здравоохранения», утверждённая Постановлением Правительства РФ от 15.04.2014 г. № 294.
3. Оптимизация системы здравоохранения не ведёт к росту зарплат медработников. – Медвестник: портал российского врача [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.medvestnik.ru/content/news/Optimizaciya-sistemy-zdravoohraneniya-ne-vedet-k-rostu-zarplat-medrabotnikov.html>.
4. Материалы Заседания Совета по стратегическому развитию и приоритетным проектам от 21 марта 2017 г. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/54079/work>.
5. SWOT-анализ: что это такое, зачем он нужен бизнесу, как его проводить + примеры SWOT-анализа [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://bizbe.biz/base/term/90-cto-takoe-swot-analiz.html>.
6. Новости/Главному врачу. Только 30% медработников поддерживают НМО: Портал информационной поддержки специалистов ЛПУ, 12 мая 2017 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.zdrav.ru/news/1086250-qqn-17-m5-12-05-2017-tolko-30-medrabotnikov-podderjivayut-nmo>.
7. Федеральный закон от 29.12.2015 г. № 389-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
8. Приказ Минздрава РФ от 25.02.2016 г. № 127н «Об утверждении сроков и этапов аккредитации специалистов, имеющих медицинское, фармацевтическое или иное образование и подлежащих аккредитации специалистов».
9. Салыгина С.С. Обучение сотрудников за счет работодателя. Как застраховать себя от лишних трат. – Зам. главного врача. – 2016. – № 12 (декабрь) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://e.zamglvracha.ru/article.aspx?aid=509782>.
10. Приказ Минздрава РФ от 27.08.2015 г. № 599 «Об организации внедрения в подведомственных Министерству здравоохранения Российской Федерации образовательных и научных организациях подготовки медицинских работников по дополнительным образовательным программам с применением образовательного сертификата».
11. Выступление Министра здравоохранения В.И. Скворцовой на итоговой коллегии. Режим доступа: <https://www.rosminzdrav.ru/news/2017/04/12/5316-vystuplenie-ministra-veroniki-skvortsovoy-na-itogovoy-kollegii-minzdrava-rossii>.
12. Приказ Минздрава России от 08.10.2015 г. № 707н «Квалификационные требования к медицинским и фармацевтическим работникам с высшим образованием по направлению подготовки «Здравоохранение и медицинские науки».
13. Приказ Минздрава России от 10.02.2016 г. № 83н «Об утверждении квалификационных требований к медицинским и фармацевтическим работникам со средним медицинским и фармацевтическим образованием».



14. Приказ Минтруда России от 21.03.2017 г. № 293н «Об утверждении профессионального стандарта «Врач-лечебник (врач-терапевт участковый)».
15. Приказ Минтруда России от 27.03.2017 г. № 306н «Об утверждении профессионального стандарта «Врач-педиатр участковый».
16. Стратегия развития отрасли информационных технологий на 2014–2020 гг. и на перспективу до 2025 года», утв. Распоряжением Правительства РФ от 01.11.2013 г. № 2036-р. Режим доступа: <https://rg.ru/2013/11/08/technologii-site-dok.html>.
17. Кудрина В.Г. Обзор современных отечественных исследований в области информатизации здравоохранения. – Информационные технологии в здравоохранении. – 2001. – № 6–7. С. 32–33.
18. Андреева Т.В. Новые педагогические подходы в обучении работников здравоохранения основам информатики. – Дис...канд.пед.наук. – М., 2003. – 188 с.
19. Кудрина В.Г., Андреева Т.В., Дзеранова Н.Г. Эффективность обучения медицинских работников информационным технологиям. – М.: Издательский дом «Менеджер здравоохранения», 2013–248 с.
20. Кудрина В.Г., Андреева Т.В., Сапралиева Д.О. Современный уровень инновационного развития последипломного медицинского образования и его перспективы. – Общественное здоровье и здравоохранение. – 2014. – № 3. – С. 50–54.
21. Кудрина В.Г., Комаров С.Г., Гончарова О.В., Кучин Н.Е. Опыт формирования информационной основы для непрерывного профессионального образования медицинских работников – Врач и информационные технологии. – 2015. – № 5. – С. 26–34.
22. Кудрина В.Г., Дубинская Е.Л., Гончарова О.В., Андреева Т.В. Тестовые задания по медицинской статистике и информатике / Под ред. проф. В.Г. Кудриной. Издание 2-е, переработанное и дополненное. М., 2004. – 354 с.
23. Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 г. № 313 «Об утверждении государственной программы «Информационное общество (2011–2020 годы)».
24. Паспорт проекта Федерального закона № 174692–7 «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационно-телекоммуникационных технологий и введения электронных форм документов в сфере здравоохранения»: Режим доступа: справочно-поисковая система Консультант Плюс. Дата обращения: 27.06.2017.



## **МИНЗДРАВ ПОДГОТОВИЛ ПРОЕКТЫ НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫХ АКТОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗАКОНА ОТ 29 ИЮЛЯ 2017 Г. № 242-ФЗ**

Министерство здравоохранения Российской Федерации в целях реализации Федерального закона № 242-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья», принятого 29 июля 2017 года, подготовило и опубликовало для общественного обсуждения проекты подзаконных нормативных правовых актов, включая:

1. Постановление Правительства Российской Федерации «О внесении изменений в Положение о Министерстве здравоохранения Российской Федерации».
2. Постановление Правительства Российской Федерации «Об утверждении порядка, условий и требований информационного взаимодействия иных информационных систем, предназначенных для сбора, хранения, обработки и предоставления информации, касающейся деятельности медицинских организаций и предоставляемых ими услуг с информационными системами в сфере здравоохранения и медицинскими организациями».
3. Постановление Правительства Российской Федерации «Об утверждении Положения о Единой государственной информационной системе в сфере здравоохранения».
4. Распоряжение Правительства Российской Федерации «Об утверждении перечня услуг, предоставление которых осуществляется посредством единого портала государственных и муниципальных услуг с использованием Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения».
5. Приказ Минздрава России «О внесении изменений в некоторые приказы Министерства здравоохранения Российской Федерации по вопросу оформления рецептов на лекарственные препараты в форме электронных документов».
6. Приказ Минздрава России «О внесении изменений в приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 15 декабря 2014 г. № 834н «Об утверждении унифицированных форм медицинской документации, используемых в медицинских организациях, оказывающих медицинскую помощь в амбулаторных условиях, и порядков по их заполнению».
7. Приказ Минздрава России «О внесении изменений в приказ Минздрава России от 20 декабря 2012 г. № 1177н «Об утверждении порядка дачи информированного добровольного согласия на медицинское вмешательство и отказа от медицинского вмешательства в отношении определенных видов медицинских вмешательств, форм информированного добровольного согласия на медицинское вмешательство и форм отказа от медицинского вмешательства».
8. Приказ Минздрава России «Об утверждении порядка и сроков предоставления медицинских документов (их копий) и выписок из них».
9. Приказ Минздрава России «О внесении изменений в Порядок организации оказания высокотехнологичной медицинской помощи с применением специализированной информационной системы, утвержденный приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 29 декабря 2014 г. № 930н».
10. Приказ Минздрава России «Об утверждении Порядка организации и оказания медицинской помощи с применением телемедицинских технологий» и ряд других документов.

Полный перечень изменений доступен на портале оперативного взаимодействия участников ЕГИСЗ по адресу <http://portal.egisz.rosminzdrav.ru/news/411>



# Центральный реестр пациентов

Региональная демографическая система, включая учет прикрепленного населения и специализированные регистры граждан

- 1** Автоматизированное накопление выверенной и постоянно актуализируемой демографической информации
- 2** Повышение эффективности работы различных медицинских информационных систем (МИС)
- 3** Реализация принципа «однократного ввода, многократного использования» в части регистрации и обновления демографических данных
- 4** Снижение числа штрафов и отклоненных на оплату случаев лечения в системе ОМС
- 5** Автоматизированное выявление и контроль «конфликтов» прикрепления пациентов
- 6** Автоматизированное выявление и устранение дублей сведений о пациентах
- 7** Снижение неэффективного расходования средств ОМС при оплате по душевому финансированию
- 8** Сокращение времени работы регистраторов при первичном обращении пациентов

## Решения для автоматизации медицинских организаций



### Комплексная МИС

Комплексная система, включая ЭМК, поддержку работы врачей, медицинскую статистику и взаиморасчеты по ОМС/ДМС



### КМИС. Финансы

Решение для учета медицинских услуг и сдачи реестров по ОМС



### КМИС. Аптека

Система для больничной аптеки и учета лекарственных средств



### КМИС. Лаборатория

Лабораторная информационная система (ЛИС) для автоматизации клинико-диагностической лаборатории



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



(814-2) 67-20-10



185030, Российская Федерация,  
Республика Карелия,  
г. Петрозаводск, ул. Л. Чайкиной, 23Б



Комплексные  
Медицинские  
Информационные  
Системы

**Врач**   
и информационные  
**ТЕХНОЛОГИИ**

