



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ

ИТМ

# ЦИФРОВОЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЕ

Труды XX Международного конгресса  
“Информационные технологии в медицине”



МОСКВА  
10-11 октября 2019

# ЦИФРОВОЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЕ

Труды XX Международного конгресса  
“Информационные технологии в медицине”

электронное издание  
URL: <https://itmcongress.ru/itm2019/proceedings/>

УДК 61:004:614.2:061.3

ББК 51.1

Ц75

**Редакционная коллегия:**

Борисов Д.Н., Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, Россия, Санкт-Петербург, к.м.н.

Зарубина Т.В., главный внештатный специалист по внедрению современных информационных систем в здравоохранении Министерства здравоохранения Российской Федерации, заведующая кафедрой медицинской кибернетики и информатики Российского национального исследовательского медицинского университета имени Н.И. Пирогова, д.м.н., проф.

Кобринский Б.А., заведующий лабораторией систем поддержки принятия клинических решений, Институт проблем искусственного интеллекта Федерального исследовательского центра РАН «Информатика и управление», д.м.н., проф.

Кудрина В.Г., заведующая кафедрой медицинской статистики и цифрового здравоохранения Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования Минздрава России, д.м.н., проф.

Кузнецов П.П., профессор кафедры управления и экономики здравоохранения НИУ «Высшая школа экономики», Генеральный директор Фонда развития персонифицированной медицины, Вице-президент Национальной ассоциации медицинской информатики, д.м.н., проф.

Лебедев Г.С., директор Института цифровой медицины, заведующий кафедрой информационных и интернет технологий ФГБОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), д.т.н., проф.

Мухин Ю.Ю., ответственный редактор, исполнительный директор Оргкомитета Международного конгресса «Информационные технологии в медицине», к.э.н.

Шифрин М.А., ведущий специалист лаборатории биомедицинской информатики и искусственного интеллекта НМИЦ нейрохирургии им. академика Н.Н. Бурденко, Член совета EFMI (Европейской федерации медицинской информатики), к.ф.-м.н.

2

**Редакция:**

Мухин Ю.Ю. — ответственный редактор, к.э.н., составитель

Мухин К.Ю. — выпускающий редактор

Минина А.А. — макет и верстка

Ц75

Цифровое Здравоохранение. Труды XX Международного конгресса «Информационные технологии в медицине», электронное издание — М.:Консэф, 2019 — URL: <https://itmcongress.ru/itm2019/proceedings/>

**ISBN 978-5-6042061-1-9**

Сборник научных статей «Цифровое Здравоохранение. Труды XX Международного конгресса «Информационные технологии в медицине»» включает в себя тематически структурированные результаты исследований авторов-участников конгресса по направлениям:

- Математическое моделирование и анализ клинических процессов.
- Интеллектуальный анализ данных и системы поддержки принятия врачебных решений.
- Применение информационных систем для решения задач здравоохранения, образования и науки.

Издание ориентировано на специалистов в области информатизации здравоохранения и содержит актуальную экспертизу, основанную на практических результатах, полученных в результате апробации передовых методов прикладной математики и программных средств в сфере практического здравоохранения.

Все материалы, вошедшие в сборник, представлены профессиональному сообществу в рамках конгресса и были рецензированы членами редакционной коллегии.

© Авторы

© ООО «Консэф», 2019

© ООО «Консэф», дизайн и верстка

## СОДЕРЖАНИЕ:

От редакции \_\_\_\_\_ 4

### Математическое моделирование и анализ клинических процессов.

**Забейло М.И., Трунин Ю.Ю.** О доказательности медицинского диагноза: интеллектуальный анализ эмпирических данных о пациентах в выборках ограниченного размера. \_\_\_\_\_ 6

**Шахгельян К.И., Гельцер Б.И., Рублев В.А., Курпатов И.А., Сергеев Е.А.** Методы машинного обучения для дифференциальной диагностики болезней органов дыхания и сердечно-сосудистой системы. \_\_\_\_\_ 10

**Невзоров В.П., Буланова Т.М.** Комплексное использование алгоритмов нейронных сетей для оценки эффективности их работы в меняющихся условиях принятия врачебных решений. \_\_\_\_\_ 14

### Интеллектуальный анализ данных и системы поддержки принятия врачебных решений.

**Толкачев А.Ю., Кулеев Р.Ф.** Об опыте применения технологий искусственного интеллекта для автоматического распознавания рентгеновских изображений органов грудной полости. \_\_\_\_\_ 18

**Думанский С.М., Баранов Л.И., Яганов С.А., Дибиргаджиев И. Г.** Применение OLAP технологий с целью исследования влияния дозы ионизирующего излучения на заболеваемость. \_\_\_\_\_ 23

### Применение информационных систем для решения задач здравоохранения, образования и науки.

**Данилов А.В.** Технология электронного бенчмаркинга медицинских организаций региона. \_\_\_\_\_ 28

**Комаров С.Г., Андреева Т.В.** Формирование информационной основы для повышения качества подготовки медицинских работников в первичном звене здравоохранения. \_\_\_\_\_ 31

**Кудрина В.Г., Андреева Т.В., Гончарова О.В., Экажева П.С.** Роль профессиональных компетенций в формировании информационного профиля врача. \_\_\_\_\_ 37

**Борисов Д.Н., Иванов В.В., Кушнирчук И.И.** Публикационная активность медицинских специалистов (современное состояние и подходы к оценке). \_\_\_\_\_ 41

**Жовнерчук Е.В., Клименко Г.С., Кожин П.Б., Лебедев Г.С., Московенко А.В.** Применение цифровых методов для диагностики психоэмоционального состояния и коррекции состояния пациентов с психическими расстройствами разных возрастов. \_\_\_\_\_ 45

**Лебедев Г.С., Крылов О.Б., Леляков А.И., Миронов Ю.Г., Ткаченко В.В.** Совершенствование форм статистической отчетности научных учреждений Минздрава России. \_\_\_\_\_ 55



## От редакции

Ежегодный международный конгресс «Информационные технологии в медицине» отмечает в 2019 году свое двадцатилетие. За это время ежегодная специализированная научная конференция, сопровождаемая демонстрацией прикладных решений, превратилась в крупнейшее международное научное мероприятие на территории России, стран Восточной Европы и Средней Азии. В ее программе – 24 тематических заседания, на которых рассматриваются ключевые вопросы развития информатизации здравоохранения. Участие ведущих отечественных и известных международных экспертов, исследователей, представителей ведущих научных и образовательных школ страны, органов власти обеспечивает актуальность тематики и высокий научный уровень представляемых результатов. Их компетентное обсуждение проходит открыто, с участием широкого круга экспертов, имеющих значительные научные заделы и опыт прикладного внедрения в данной области.

Материалы научных исследований, представленных участниками научной программы, публикуются ежегодно, начиная с 2007 года. До 2015 года они издавались в виде отдельного бумажного издания, а в некоторые годы дополнительно и в виде отдельной тематической монографии. С 2016 года труды участников публикуются в электронном виде и размещаются в соответствующем разделе сайта мероприятия. Начиная с 2017 года мероприятие трансформировалось из специализированной конференции в международный конгресс, включающий в себя несколько тематических конференций, всероссийское совещание, другие формы академической активности. Изменение формата мероприятия, расширение аудитории и повысившиеся требования к качеству публикаций результатов научных исследований трансформировали и формат издания. С 2018 года “Труды участников международного конгресса «Информационные технологии в медицине»” издаются в форме электронного научного издания, размещенного на отдельной закрепленной тематической интернет-странице и индексируются в РИНЦ.

Все материалы, подаваемые авторами, проходят процедуру заочного слепого рецензирования и очную апробацию в рамках профессиональной дискуссии на соответствующих тематических мероприятиях Международного конгресса «Информационные технологии в медицине», прошедшего в Москве 10-11 октября 2019 года и собравшего 1350 экспертов, представляющих 80 регионов Российской Федерации и 8 зарубежных стран.

Перед вами - сборник научных статей “Цифровое здравоохранение. Труды XX Международного конгресса «Информационные технологии в медицине»”.

Издание ориентировано на публикацию результатов научных исследований, выполненных в нашей стране, в том числе при поддержке различных научных грантов, и предназначено в первую очередь специалистам, координирующим разработку и внедрение информационных систем в здравоохранении.

Публикации разбиты на три тематических раздела:

- Математическое моделирование и анализ клинических процессов.
- Интеллектуальный анализ данных и системы поддержки принятия врачебных решений.
- Применение информационных систем для решения задач здравоохранения, образования и науки.

При построении структуры сборника и порядка следования статей мы придерживались принципов: от общего к частному, новизны, оригинальности и практической значимости для развития системы здравоохранения на текущем этапе и потенциала прикладного использования результатов исследования.

В сборнике представлены результаты исследований, охватывающие довольно широкий спектр направлений, в т.ч. не только проблемные вопросы современной медицины и информатики, но и стоящие на стыке задач развития науки в сфере здравоохранения, информационных технологий, математического моделирования и интеллектуального анализа данных. Консолидация указанных направлений развития научной мысли обусловлена потребностями современного общества в системе охраны здоровья нового типа, построенной на основе наукоемкой пациентоцентричной модели и использовании для ее реализации последних достижений науки и технологий в указанных областях.



Отличительной особенностью работ, входящих в сборник, является ясное практическое значение исследований. В большинстве статей приведены результаты апробации рассматриваемых методов и моделей, реализованной на базе ведущих медицинских учреждений.

Все материалы, вошедшие в сборник, были представлены профессиональному сообществу в рамках конгресса и прошли процедуру рецензирования.

Для работы над сборником нам удалось привлечь в состав редакционной коллегии ведущих российских ученых, которые принимали непосредственное участие в подготовке структуры сборника, рецензировании предоставленных материалов и поделились с нами целым рядом ценных замечаний в части формирования требований к качеству и форме предоставленных материалов, особенностей подготовки и издания трудов.

Труды, вошедшие в состав сборника, подготовлены в форме кратких научных статей, отвечающих требованиям ведущих отечественных и зарубежных индексов научного цитирования, представляющими в лаконичной форме актуальность, метод и результаты исследования, а также информацию, необходимую для более детального ознакомления или использования его в научных и прикладных целях.

Издание ориентировано на подготовленных специалистов, обладающих необходимыми компетенциями в рассматриваемых предметных областях.

Надеемся, что статьи и сборник в целом внесут свой вклад в развитие научной мысли и будут иметь высокое прикладное значение.

Ю.Ю. Мухин,

Ответственный редактор, составитель, к.э.н.



УДК 616-71 ГРНТИ 76.13.15

**Забезжайло М.И.**, Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, Москва, Вавилова, д.40; m.zabezhailo@yandex.ru

**Трунин Ю.Ю.**, Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н.Н.Бурденко Минздрава РФ, Москва, 4-я Тверская-Ямская, д.16; ytrunin@nsi.ru

## О доказательности медицинского диагноза: интеллектуальный анализ эмпирических данных о пациентах в выборках ограниченного размера

### Аннотация

Обсуждаются возможности расширения используемых в доказательной медицине аргументационных возможностей применением логико-математических средств обоснования утверждений в открытых теориях. Представлена схема развиваемого на этой основе интеллектуального анализа эмпирических данных для задач медицинской диагностики. Демонстрируется эффективность и практическая значимость развиваемого подхода на примере проблемы диагностики псевдопрогрессии опухолей головного мозга.

### Ключевые слова:

интеллектуальный анализ данных, доказательная медицина, системы поддержки принятия врачебных решений, псевдопрогрессия опухолей головного мозга

**Д**оказательная медицина (EBM) – очевидный шаг вперед в развитии медицинских технологий, позволяющий существенным образом повысить качество анализа данных в процессе принятия врачебных решений. Исторически сложилось так, что в части математических оснований доминирующим EBM-инструментарием обработки эмпирических данных оказались статистические методы. Однако, в целом ряде практически значимых случаев (например, в задачах высокотехнологичной диагностики и лечения патологий нейрохирургического характера) приходится иметь дело с характеризующими состояние пациентов выборками эмпирических данных, имеющими ограниченный (и при этом – достаточно медленно пополняемый описаниями новых прецедентов) размер. Статистические методы анализа таких коллекций данных, к сожалению, не позволяют формиро-

вать неоспоримые диагностические заключения персонализированного характера. Наиболее трудные (в части неоспоримости предлагаемых решений) вопросы здесь оказываются связанными с

- *точностью* формируемого в результате анализа данных (АД) именно такими методами заключения (например, диагноза в случае конкретного пациента в его конкретном состоянии), характеризующего *вероятностью* ошибки,
- *персонализацией* диагностического заключения (ориентированностью выносимого заключения именно на конкретного пациента в его конкретном состоянии, а не только с фокусировкой на статистически значимую группу лиц, к которой может быть отнесен данный пациент),

- *неформальной интерпретируемостью (объясняемостью в содержательных медицинских терминах, понятиях и категориях, а не в терминологии процедурно-алгоритмической схемы<sup>1</sup>, используемой для математического анализа данных) результатов АД, лежащих в основе соответствующего диагностического заключения.*

Возможности обойти подобные трудности предоставляет представление о доказуемости (утверждения) как о (его) *неоспариваемости* на имеющихся данных. Так в случае работы с открытыми (допускающими пополнение новыми данными) *предметными областями (ПО)*, - а медицина представляет собою один из наиболее хорошо известных примеров ПО такого типа, - для формализованного описания накапливаемых эмпирических данных естественно использовать так называемые *открытые теории (ОТ)*. Каждая ОТ – это открытое (пополняемое при появлении новых данных) множество таких истинных (на имеющихся данных) формул, что любой из зафиксированных на текущий момент в рассматриваемой предметной области фактов может быть представлен как *логическое следствие* этого множества формул. Процедурная схема, позволяющая накапливать коллекции эмпирических фактов (баз фактов - БФ), рассматривать их пополнения новыми фактами, выделять в них эмпирические зависимости (истинные в текущей коллекции фактов формулы - ЭЗ), собирать их в такие семейства, что любой факт из текущей БФ является логическим следствием ЭЗ из такого семейства (открытой теории, описывающей текущее состояние БФ) в общем виде характеризует предлагаемую нами схему интеллектуального анализа данных (ИАД), ориентированную на решение задач диагностического характера.

Используемая схема ИАД позволяет на выборке примеров (описаний прецедентов наличия у пациентов диагностируемой патологии) и контрпримеров (описаний прецедентов отсутствия соответствующей патологии) строить такие логические функции (комбинации определенных значений определенных параметров из использованного в описаниях наблюдаемых прецедентов перечня), которые принимают значение *истина* на и только на примерах, а значение *ложь* – на и только на контрпримерах имеющейся обучающей выборки.

<sup>1</sup> Т.е. объяснениях, которые учитывают то, как устроен *реальный «мир»*, а не используемая для его анализа математическая модель.

Такие функции формируются в процессе анализа сходств описаний прецедентов из анализируемой БФ и представлены комбинациями *необходимых факторов* (конкретных значений конкретных параметров) возникновения диагностируемой патологии. *Непротиворечивость* формируемых таким путем ЭЗ обеспечена тем, что из всех порождаемых на примерах сходств (комбинаций факторов влияния) отбираются лишь те, которые не встречаются ни в одном из контрпримеров. (Действительно, ведь если конкретная комбинация факторов влияния «отвечает» за наличие целевого эффекта, то ее не должно быть ни в одном из контрпримеров – прецедентов из БФ, на которых целевой эффект не наблюдается). *Доказательность* персонализированного диагноза в этой схеме обусловлена его *неоспариваемостью* на имеющихся текущих эмпирических данных.

Характерные особенности предлагаемого подхода – существование и эффективная (полиномиально-быстрая в смысле сложности вычислений) проверяемость критерия существования функций предлагаемого вида для заданной выборки описаний прецедентов (условия *достоинства* текущей выборки для ее корректного разделения на примеры и контрпримеры функциями предлагаемого вида), экспоненциально быстро растущие с линейным увеличением размеров анализируемой БФ оценки емкости множеств таких функций, эффективная разрешимость условия сохранения непустоты множеств таких функций (*наследуемости* корректной отделимости примеров и контрпримеров а также выявления *устойчивых эмпирических закономерностей* - ЭЗ) при пополнениях исходной обучающей выборки описаниями новых прецедентов.

Практическая значимость развиваемого подхода демонстрируется<sup>2</sup> на примере задач диагностики так называемой псевдопрогрессии (*ПсП*) опухолей головного мозга человека. С *псевдопрогрессией* обычно ассоциируют состояние, характеризующееся фиксируемыми посредством МРТ/КТ *временными изменениями* в опухоли и перифокальных тканях, сопровождающееся увеличением объема опухоли и степени ее контрастирования, возникающее, как правило, в ранние сроки после лучевого лечения, *спонтанно регрессирующие* без дополнительного противоопухолевого лечения (см., например, Рис.1).

<sup>2</sup> См. [https://itmcongress.ru/itm2019/agenda/section/21123\\_Seksionnoe\\_zasedanie\\_3\\_Sistemy\\_podderzhki\\_prinyatiyaresheniy\\_v\\_zdravookhraneniich2\\_Nauchnyy/](https://itmcongress.ru/itm2019/agenda/section/21123_Seksionnoe_zasedanie_3_Sistemy_podderzhki_prinyatiyaresheniy_v_zdravookhraneniich2_Nauchnyy/) (слайды доклада на сайте Конгресса ИТМ-2019)

Характеризующие *псевдопрогрессию* изменения, фиксируемые объективными средствами, - это, прежде всего:

- усиление накопления контрастного вещества с расширением границы или без (T1 к/у),

- усиление отека в опухоли и перифокальных тканях (T2/Flair), а также
- увеличение объема опухоли за счет кисты и/или солидного компонента.

## Псевдопрогрессия (на примере):

Пациент А., 6 лет, ПА ХСО, СРТ 54 Гр.

*ПсП преимущественно солидного компонента*



Рисунок 1 – Пример динамики изменений опухоли у пациента в течении периода в 12 месяцев.

Исходным материалом для проведенных исследований являются накопленные примерно за 15 лет описания более 400 однотипных по гистологическому диагнозу опухоли пациентов НМИЦ нейрохирургии имени академика Н.Н.Бурденко МЗ РФ, характеризующихся соответствующими значениями почти двух сотен проблемно-ориентированных параметров. Демонстрируются примеры описывающих исследуемый эффект *ПсП* характеристических функций (в том числе – уточняющих представления об эффекте *ПсП*, формируемые традиционными статистическими средствами анализа данных), их содержательная интерпретация (охватывающая как факторы, которые обязаны присутствовать в описании прецедента наличия *ПсП*, так и факторы, которые должны отсутствовать при наличии *ПсП*), а также механизм фальсификации заключений, позволяющий отсекал артефакты при экстраполяции найденных ЭЗ на описания вновь анализируемых прецедентов (формировании персонализированных заключения о диагнозе у новых пациентов).

Проведенная таким образом апробация при решении задачи диагностики псевдопрогрессии (в том числе – дифференциальной диагностики *ПсП* с прогрессией опухоли, а также – выделения прогностических факторов развития *ПсП*) демонстрирует практическую актуальность предложенного нового подхода к анализу эмпирических данных, расширяющего доступные на сегодняшний день возможности доказательной медицины в части решения задач диагностического характера. Наиболее значимые характерные особенности развиваемого подхода – это:

- возможности надежно (доказуемо<sup>3</sup> корректно) оперировать в том числе и *малыми (статистически незначимыми)* выборками описаний прецедентов;
- *персонализация* формируемых в процессе ИАД диагностических заключений и рекомендаций (аргументируемая точными детерминистскими средствами);

<sup>3</sup> В понимании доказуемости как неоспариваемости на имеющихся эмпирических данных.

- возможности обеспечить единую (общую) схему ИАД для расширяющихся (постоянно пополняемых) новыми элементами выборок эмпирических данных;
- пошаговая интерпретируемость, неформальная (использующая содержательные термины и понятия исследуемой предметной области) объясняемость а также содержательная

фальсифицируемость диагностических заключений, формируемых в рамках предложенной схемы ИАД.

Предложенный подход к организации интеллектуального анализа эмпирических данных позволяет порождать практически значимые результаты при решении социально-значимых задач медицинской диагностики.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Трунин Ю.Ю., Голанов А.В., Костюченко В.В., Галкин М.В., Хухлаева Е.А., Коновалов А.Н. Псевдопрогрессия доброкачественной глиомы на примере пилоидной астроцитомы среднего мозга. Клиническое наблюдение // Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. – 2018. – Т. 1, № 1, с. 94-97
2. Трунин Ю.Ю., Голанов А.В., Костюченко В.В., Галкин М.В., Хухлаева Е.А., Коновалов А.Н. Увеличение объема пилоидной астроцитомы среднего мозга: рецидив или псевдопрогрессия? Клинич. наблюдение // Опухоли головы и шеи. – 2016. – Т.6, № 1, с. 68-75
3. Trunin Y., Golanov AV, Kostjuchenko VV, Galkin M.V., Konovalov A.N. Pilocytic Astrocytoma Enlargement Following Irradiation: Relapse or Pseudoprogression? // Cureus. – 2017. - V 9, № 2. – P.e1045-e1045
4. Финн В.К. Индуктивные методы Д.С.Милля в системах искусственного интеллекта // Искусственный интеллект и принятие решений. 2010. Ч.I: №3, С.3-21, Ч.II: №4, С. 14-40.
5. Забейайло М.И. О некоторых оценках сложности вычислений в ДСМ-рассуждениях // Искусств. интеллект и принятие решений. - 2015. – Ч.I: №1, С.3-17. – Ч.II: №2. С.3-17.
6. Забейайло М.И. О некоторых возможностях управления перебором в ДСМ-методе // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2014. – № 3. – С.3-21.

UDC 616-71

9

### Michael I. Zabezhailo

Federal research center "Computer science and control" (Russian Academy of Sciences), Moscow, Russia, m.zabezhailo@yandex.ru

### Yrii Y. Trunin

"N.N.Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery" (Ministry of Health of the Russian Federation), Moscow, Russia, ytrunin@nsi.ru

## On the evidence of medical diagnosis: intelligent data analysis of limited size samples of describing patients empirical data

**Abstract.** Some abilities to extend argumentation means of evidence-based medicine by mathematical tools of provability checking in open logical theories are discussed. Intelligent data analysis (IDA) scheme based on this theoretical planform is presented. The IDA-scheme is designed to solve diagnostic problems in medicine. Effectiveness and practical significance of the proposed approach is demonstrated by examples of diagnostics of human brain tumor pseudoprogression.

**Keywords:** Intelligent data analysis, evidence-based medicine, decision support systems in medicine, pseudoprogression of human brain tumor

УДК 004.8 ГРНТИ 28.23

**К.И. Шахгельдян**, д.т.н., директор Института информационных технологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, заведующая лабораторией анализа больших данных в биомедицине и здравоохранении Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный федеральный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации; тел.: +7-924-231-44-91; e-mail: carina.shahgeldyan@vvsu.ru

**Б.И. Гельцер**, д.м.н., профессор, член-корр. РАН, директор департамента клинической медицины Школы биомедицины Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный федеральный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации; тел.: (423) 245-17-83; e-mail: Boris.Geltser@vvsu.ru

**И.А. Курпатов**, аспирант департамента клинической медицины Школы биомедицины Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный федеральный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации; тел.: (423) 245-17-83; e-mail: kurpatov-i@mail.ru

## Методы машинного обучения для дифференциальной диагностики болезней органов дыхания

10

### Аннотация

Современные технологии обработки больших данных позволяют ученым проводить масштабные исследования в различных областях клинической медицины, используя методы машинного обучения. Наше исследование направлено на оценку возможностей их применения в области дифференциальной диагностики и прогнозирования заболеваний органов дыхания. Исследование включало сбор и обработку данных о пациентах с ХОБЛ, бронхиальной астмой и АСОС-синдромом (357 человек), а также здоровых лиц (256 человек). На основе регрессионных моделей и искусственных нейронных сетей (ИНС) построены модели оценки должных величин силы дыхательных мышц: индикаторы максимального экспираторного и инспираторного давления (MEP и MIP), а также индикатор интраназального давления (SNIP). Полученные с помощью ИНС модели существенно превосходят существующие аналоги. Для дифференциальной диагностики ХОБЛ/Астмы/АСОС-синдрома и оценки тяжести ХОБЛ были использованы ИНС и индикаторы силы дыхательных мышц, что позволило построить модели, имитирующие диагностику экспертов-пульмонологов, а также доказать информативность индикаторов силы дыхательных мышц (MEP, MIP и SNIP) при дифференциальной диагностике болезней органов дыхания.

### Ключевые слова:

болезни органов дыхания, сила дыхательных мышц, ХОБЛ, искусственные нейронные сети, методы машинного обучения

В последние годы в медицинских организациях идет активный процесс накопления результатов клинических исследований в цифровой форме, содержащих разнородную информацию о пациентах, характеризующую динамику развития заболеваний и эффективность проводимой терапии. Современные технологии обработки больших данных позволяют ученым проводить масштабные исследования в различных областях клинической медицины, используя не только статистические методы, но и современные методы машинного обучения и искусственного интеллекта [1-5]. Клиническая медицина - одна из тех отраслей знаний, где потенциал применения информационных технологий раскрыт еще недостаточно глубоко. Несмотря на впечатляющие достижения в области машинного обучения и искусственного интеллекта, внедрение последних в практическую медицину ограничено. Развитие систем поддержки принятия врачебных решений требует использования новых знаний, методов и алгоритмов машинного обучения, которые необходимо интегрировать в современные интеллектуальные системы. Наше исследование направлено на оценку возможностей применения методов машинного обучения в области дифференциальной диагностики и прогнозирования заболеваний органов дыхания.

Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) и бронхиальная астма (БА) относятся к актуальным проблемам современной медицины, что обусловлено их высокой распространенностью и большими экономическими потерями для государства и общества. Среди заболеваний респираторной системы их доля составляет 15–25%. В 2014 году был впервые выделен АСОС-синдром (asthma-COPD overlap syndrome – синдром «перекреста» БА-ХОБЛ), который характеризуется сочетанием у пациентов клинико-функциональных признаков обеих нозологий. Дыхательные мышцы (ДМ) являются ключевым элементом респираторной системы, обеспечивающим в качестве «дыхательной помпы» альвеолярную вентиляцию. Силу ДМ относят к важнейшим индикаторам их функционального состояния, а также к независимым предикторам развития дыхательной недостаточности и сердечно-сосудистых осложнений. Определение силы ДМ чаще всего осуществляют путем измерения статических давлений при «закрытых» дыхательных путях во время максимального вдоха и выдоха: максимального инспираторного (MIP – Maximum Inspiratory Pressure), экспираторного (MEP – Maximum Expiratory Pressure) и интраназального (SNIP – Sniff Nasal Inspiratory Pressure) давлений. Ранняя диагностика дисфункции ДМ должна базироваться на точных представлениях о нормативных значениях их силовых

характеристик. Первая задача исследования состояла в разработке и сравнительной оценке моделей должных величин для показателей MIP, MEP, SNIP на основе методов машинного обучения. Вторая задача состояла в определении информативности индикаторов силы ДМ для верификации ХОБЛ/БА/АСОС-синдром. Третья задача состояла в анализе информативности показателей силы ДМ для оценки тяжести ХОБЛ на основе методов машинного обучения.

Дизайн исследования состоял в следующих шагах:

1. Сбор данных о здоровых лицах (256 человек), их антропометрических показателях и силе ДМ (MEP, MIP, SNIP).
2. Сбор данных о пациентах с ХОБЛ, БА и АСОС-синдромом (357 человек), а также их антропометрических данных, индикаторов силы ДМ, и других показателей: объема форсированного выдоха (ОФВ1), форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ), парциального давления углекислого газа (PaCO<sub>2</sub>) и кислорода (PaO<sub>2</sub>) в крови, фибриногена, шкалы выраженности одышки (mMRC) и САТ-тест.
3. Отбор и оценка ранее опубликованных другими авторами моделей силы ДМ на нашем датасете.
4. Разработка моделей силы ДМ, используя линейные регрессии и искусственные нейронные сети (ИНС), их сравнения с существующими аналогами с помощью оценки точности моделей.
5. Разработка моделей дифференциальной диагностики ХОБЛ/Астмы/АСОС-синдрома с - и без учета силы ДМ, сравнения точности моделей с целью оценки информативности индикаторов силы ДМ.
6. Построение моделей с помощью ИНС для оценки тяжести ХОБЛ, без использования индикаторов силы ДМ и с их учетом. Сравнение точности дифференциальной диагностики ХОБЛ с целью оценки информативности индикаторов силы ДМ.

Точность непрерывных моделей оценивалась с помощью средней относительной ошибки аппроксимации (СОАА) на обучающей и тестовой выборках, как 1-СОАА. Дополнительно использовали множественный коэффициент детерминации R<sup>2</sup>. Точность дискретных моделей (классификация) определялась критерием Акаике, площадью под ROC-кривой и отношением корректно отнесенных объектов к общему числу объектов при критерии разделения=0,5. Все оценки точности выполняли на тестовой выборке.

Для персонализированной оценки индикаторов

силы ДМ нами были отобраны несколько наиболее известных линейных регрессионных моделей, оценивающих индикаторы силы ДМ через возраст и пол [6-10]. Точность этих моделей на датасете здоровых лиц варьировала от 50 до 75%. Нами были построены линейные регрессионные модели, использующие помимо возраста и пола, некоторые антропометрические показатели. Так, для мужчин наиболее значимым предиктором была окружность предплечья, а для женщин - бедра. Точность этих моделей была несколько выше и варьировала от 67% до 84%. Ввиду проблемы мультиколлинеарности линейных регрессионных моделей, использовать одновременно несколько антропометрических показателей было некорректно. Мы построили и обучили ИНС для моделирования индикаторов силы ДМ, используя многослойную архитектуру (4-6 невидимых слоя) и большую часть антропометрических показателей, в том числе рост, вес, массу скелетной мускулатуры, окружности плеча, предплечья, груди, бедра, голени. Точность моделей на основе ИНС варьировала от 83% до 90%. Использование нескольких антропометрических показателей и нелинейность структуры сети позволило построить модели значительно превышающие в точности традиционные регрессионные модели индикаторов силы ДМ.

Для стратификации тяжести ХОБЛ нами были разработаны ИНС с использованием различных факторов: ОФВ1, ФЖЕЛ и их отношение, mMRC, САТ, возраст, антропометрические данные, а также газометрические параметры ( $SaO_2$ ,  $PaO_2$ ,  $PaCO_2$ ), показатели системного воспаления (лейкоцитарные индексы и фибриноген) и индикаторы силы ДМ (MEP, MIP, SNIP). Наиболее значимыми являлись: ОФВ1, mMRC, ОМТ,  $PaCO_2$ , фибриноген и MIP. При этом в качестве базового предиктора во всех моделях использовался ОФВ1. Информативность MIP как предиктора стратификации ХОБЛ определяли путем сравнения точности моделей, включающих и не включающих данный индикатор. Архитектура разработанных ИНС была одноуровневой с числом нейронов от 2 до 19.

Полученные данные указывают на то, что при использовании для «машинной» стратификации тяжести ХОБЛ только показателя ОФВ1 точность результатов моделирования достигает 70%. Дополнение ИНС такими факторами, как ОМТ, mMRC,  $PaCO_2$  и фибриноген улучшает качество верификации, а включение в разрабатываемые модели MIP во всех случаях повышало их точность на 10% -20%. При этом комбинация ОФВ1, относительной массы тела,  $PaCO_2$  и MIP полностью исключала ошибку стратификации.

Для оценки информативности показателей

силы ДМ в качестве дополнительных диагностических маркеров, идентифицирующих группы здоровых и больных, а также различные клинические варианты бронхиальной обструкции, были построены логистические регрессионные модели. Предварительное тестирование прогностических свойств их потенциальных предикторов показало, что лучшими из них являются отношения ОФВ1/ФЖЕЛ и MEP/MIP. Сравнительный анализ точности стратификации показал, что качество «слепого» разделения обследованных на группы здоровых и больных существенно возрастает после включения в структуру модели с «классическим» предиктором ОФВ1/ФЖЕЛ отношения MEP/MIP. Критерий Акаике в этом случае снижается с 60,5 до 45,5 при возрастании площади под ROC-кривой с 0,98 до 0,99. Дифференциация БА и ХОБЛ была выполнена с помощью логистических регрессий, использующих отдельно ОФВ1/ФЖЕЛ и MEP/MIP. Точность моделей характеризуется критерием Акаике: 93,5 и 77,4 соответственно, а также площадью под ROC-кривой 0,78 и 0,84. Таким образом, более высокой точностью отличалась и модель, в которой использовался показатель MEP/MIP. Последний показатель обладает способностью разделять больных ХОБЛ и АСОС-синдромом, что невозможно сделать с помощью ОФВ1/ФЖЕЛ.

Внедрение в медицинскую практику разработанных моделей позволит расширить знания об особенностях клинического течения различных заболеваний, моделировать физиологические функции в условиях нормы и патологии, что было доказано участниками проекта на примере исследования силовых характеристик дыхательных мышц. Практическая значимость результатов исследования заключается также в совершенствовании алгоритмов дифференциальной диагностики различных клинических вариантов бронхиальной обструкции на основе технологий машинного обучения. Разработанные модели верификации с использованием в качестве новых предикторов силовых индикаторов ДМ существенно повышают точность диагностики этих состояний, а их внедрение в клиническую практику будет являться дополнительным инструментом, поддерживающим принятие обоснованных врачебных решений при оказании первичной и специализированной медицинской помощи. Необходимо отметить, что при расширении базы клинических данных модели могут совершенствоваться за счет корректировки весовых коэффициентов. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов 18-29-03131.



УДК 004.8+614.2 ГРНТИ 28.23.29

**Невзоров В.П., Буланова Т.М.**

Федеральное Государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна», Россия, г. Москва, ул. Живописная, д.46; valerij.nevzorov@mail.ru

## Комплексное использование алгоритмов нейронных сетей для оценки эффективности их работы в меняющихся условиях принятия врачебных решений

### Аннотация

Комплексное использование алгоритмов отдельных нейронных цепей является основой гибкой модификации эффективной работы при необходимости дополнительной корректировки обучающей выборки для нейронных сетей, изменения весов связей между нейронами, изменения скорости сходимости решения, влияющего на оценку эффективности работы сети и т.д., в условиях принятия врачебных решений, а также, например, при попадании решения в локальный минимум. Социальное значение комплексного использования заключается в сокращении сроков принятия частного врачебного решения, тем самым, общего времени на диагностику текущего контроля результативности скорости проводимого лечения и повышения его эффективности.

Оригинальность работы заключается в сочетании алгоритмов разработанных, известных и комплексного их использования для повышения эффективности их работы в меняющихся условиях принятия врачебных решений (МУПВР). В этом же заключается и научная и практическая значимость данной работы.

### Ключевые слова:

нейронные сети, оценка эффективности, принятие врачебных решений

### Введение

Цель работы заключается в комплексном использовании алгоритмов нейронных сетей (НС), когда обеспечивается их работа как минимум двух частей: одного известного алгоритма в МУПВР и другого алгоритма работы, который разработан специально для конкретных или специфических условий выполнения поставленной задачи, которая меняется как в соответствующей профессионально-социальной среде, так и на разных этапах выполнения профессиональной деятельности конкретных исполнителей с учетом профессиональных навыков,

компетенций и условий решения поставленной задачи.

### Материалы и методы

Базой для достижения поставленной цели в режиме активной работы как в нашей стране, так и за рубежом применение интеллектуальных медицинских информационных систем использован материал «Искусственный интеллект и поддержка принятия решений в медицине II» [1]. Такое положение вполне соответствует переходу от глобальной экономики к местному технологическому этапу при комплексном применении естественного и искусственного

интеллекта во всех сферах жизнедеятельности человека.

Материалом для выполнения работы послужили сведения отраслевого регистра лиц, подвергшихся воздействию радиации в результате аварии на Чернобыльской АЭС, функционирующего в ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России [2].

При применении нейронных сетей для оценки состояния здоровья нами были выделены следующие основные задачи, предназначенные для:

- классификации исходных данных,
- оценки влияния учетных параметров на планируемый результат,
- прогнозирования изменений состояния здоровья рассматриваемого контингента,
- оптимизации процесса работы нейронных сетей по времени.
- При формировании задач был использован ретроспективный анализ и верификация накопленных данных на базе возможностей НС. В современных условиях в теории НС наибольшее внимание уделяют следующим направлениям:
- комбинированию функциональных возможностей отдельных НС;
- поэтапному обучению работы НС, когда результат обучения при изменении объекта со временем или усложнении и развитии исходного объекта не аннулируется, а является начальным для следующего этапа.

Эти направления имитируют процесс естественного интеллекта человека.

Реализация этих тенденций особенно важна при применении НС к анализу данных регистров. Исследуемый в работе регистр является постоянно пополняемым. Поэтому признано целесообразным создавать динамически настраиваемую НС, результат обучения которой (весовые коэффициенты связей между нейронами) модифицируется при пополнении регистра новыми записями. С этой целью был разработан алгоритм «Цепь поправляющих нейронных сетей» (ЦП-НС).

Суть алгоритма заключается в разбиении одной НС, обучающейся на всём массиве исходных данных, на последовательную цепь нейронных сетей, в которой каждая последующая сеть уточняет результаты работы предыдущей. В алгоритме использованы два цикла работы НС: внутренний и внешний.

Внутренний цикл поправляющих сетей ускоряет процедуру обучения, сокращая количество операций. Он заключается в том, что каждая последующая НС является поправкой к предыдущей НС и обучается только при ошибочных данных на выходе (ошибка – это расхождение выхода НС с выходными данными обучающего массива) предыдущей НС. Такая работа цикла НС продолжается до тех пор, пока не будет достигнута требуемая точность работы всей цепи. На рисунке представлена блок-схема алгоритма внутренней цепи поправляющих нейронных сетей.

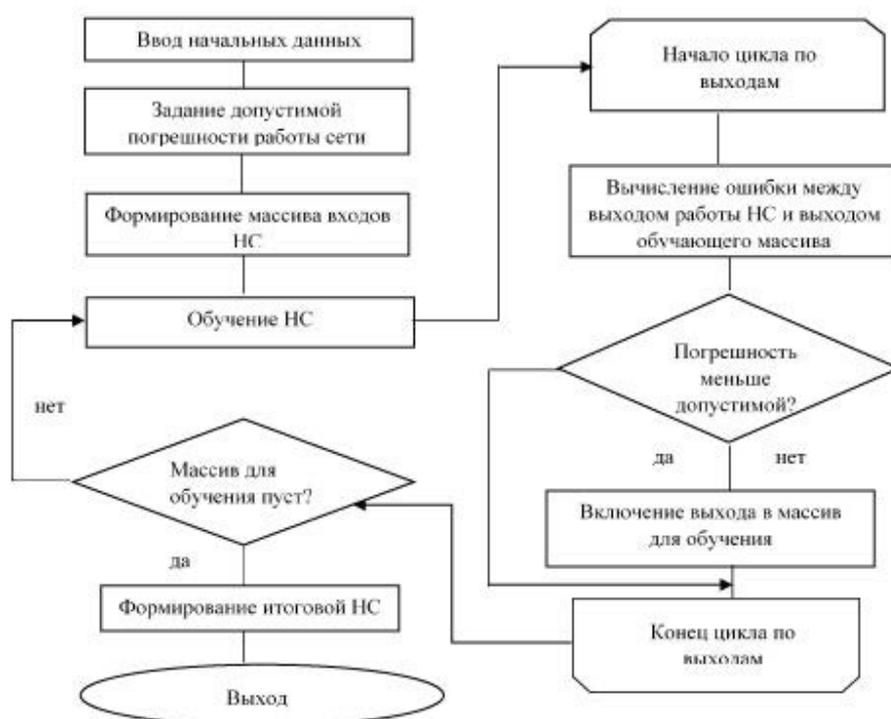


Рисунок – Блок-схема алгоритма внутренней цепи «Цепь поправляющих нейронных сетей»

В алгоритме внешней цепи «Цепь поправляющих нейронных сетей» цикл поправляющих сетей модифицирует сеть при появлении новых записей. Он активизируется не непрерывно, а когда количество измененных сведений достигнет уровня, задаваемого критерием пополнения. В данной работе были использованы НС радиально-базисного типа, но, в принципе, тип сетей может быть и другим в зависимости от решаемой сетью задачи и характеристик исходных данных.

Математически добавление следующей нейронной сети в цепочку можно рассматривать как добавление еще одного слоя в предыдущую нейронную сеть, связанную с ней рекуррентным соотношением [3]:

$$f_n(x) = (1-\gamma_n)f_{n-1}(x) + \gamma_n g_n(x) \quad 0 < \gamma_n \leq 1, \quad (1)$$

где  $g_n$  – добавляемый элемент,  $\gamma_n$  – числовой параметр, подбираемый на  $n$ -ом шаге,

$f_{n-1}(x)$  – нейронная сеть, полученная на  $(n-1)$  шаге алгоритма.

На каждом шаге построения НС производилась оценка среднеквадратичной ошибки аппроксимации следующим образом:

$$\hat{E}_n = \frac{1}{\hat{N}} \sum_{i=1}^{\hat{N}} (f_n(\hat{x}_i) - f^*(\hat{x}_i))^2, \quad (2)$$

где размер выборки значений аппроксимируемой функции,  $f^*$  – аппроксимируемая функция.

Алгоритм внешней цепи поправляющих НС может как включать на этапе обучения НС предыдущий алгоритм внутренней цепи поправляющих НС, так и обходиться без него, не разлагая алгоритм обучения на цепь сетей.

Кроме того, отдельные регистры могут объединяться в один. Для этих целей был разработан алгоритм «Арифметический ряд нейронных сетей» (АР-НС). Суть алгоритма АР-НС заключается в разложении исходных данных на простую сумму упрощенных массивов данных.

### Результаты и их обсуждения

Такие упрощенные массивы в своей сумме обеспечивают учет исходных данных объединенного регистра. В свою очередь каждая НС работает с упрощенным массивом отдельно, что облегчает обучение такой нейронной сети. Упрощение данных заключается в следующем:

- массив исходных данных усредняется путём

взятия среднего между двумя соседними элементами данных;

- из массива исходных данных поэлементно вычитается массив усреднённых данных. В результате получаем разностный массив;
- аналогичная процедура усреднения проводится для разностного массива;
- из разностного массива поэлементно вычитается усреднённый разностный массив. В результате получаем разностный массив «второго» порядка;
- далее аналогично. Получаем разностные массивы следующих порядков, пока не будет достигнута требуемая точность;
- каждая НС обучается на каждом таком усреднённом массиве данных. Результаты работы всех НС складываются арифметически.

Таким образом уменьшается вклад стохастической составляющей исходных данных и тем самым упрощается обучение НС.

Алгоритмы «Цепь поправляющих нейронных сетей» и «Арифметический ряд нейронных сетей» могут работать в совокупности. Совместное комплексное использование алгоритмов работы нейронных сетей «ЦП-НС» и «АР-НС» обеспечивает расширение их функциональных возможностей.

Результатом работы на этом этапе явилась проверка работы алгоритмов на примере имеющихся сведений о заболеваемости из базовой части регистра:

- алгоритма «ЦП-НС» отдельно;
- алгоритма «АР-НС» отдельно;
- алгоритмов «ЦП-НС» и «АР-НС» совместно.

Контрольный пример был ориентирован на оценку различных режимов работы алгоритмов: 1) отдельно «ЦП-НС», 2) отдельно «АР-НС», 3) комплексно «ЦП-НС» и «АР-НС», тестирования которых выявило:

- алгоритм «ЦП-НС» отдельно наиболее эффективен в задачах, где возможно распределить исходные данные на подгруппы, которые коррелируют между собой. В таком случае на каждой такой подгруппе возможно обучить отдельную нейронную сеть, а совокупность подгрупп будет составлять цепь нейронных сетей;
- алгоритм «АР-НС» с наибольшей эффективностью может быть применён к данным, численно отражающим некий повторяющийся процесс или совокупность повторяющихся процессов.

**Выводы**

Комплексное использование данных алгоритмов может быть эффективно в случае, когда объем исходных данных или их изменение со временем заметно сказывается на репрезентативности обучающей выборки для нейронной сети, и тогда обучающая выборка нуждается в дополнении. В результате нейронная сеть требует модификации, как по архитектуре (например, изменения числа нейронов на входе и (или) выходе), так и в изменении весов связей между нейронами. При этом в ряде случаев может иметь условие, когда скорость сходимости может меняться, что влияет на оценку эффективности работы указанных алгоритмов.

Этот аспект нуждается в дополнительном исследовании, поскольку сходимость нуждается в контроле в связи с возможностью попадания в локальный минимум.

По итогам выполнения этих работ получено Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «ТREC-3» № 2018613749 от 21.03.2018 [4].

Таким образом, модифицированные алгоритмы нейронных сетей с целью их наиболее эффективного применения к анализу сведений, содержащихся в регистре [2], могут быть использованы при анализе других регистров.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. 81-е заседание рабочей группы IT-специалистов медицинских организаций от 23 августа 2018 г. «Искусственный интеллект и поддержка принятия решений в медицине II». НИУ «Высшая школа экономики». – 2018. – URL: <http://project90302.tilda.ws/81> (дата обращения: 26.09.2019).
2. Бюллетень Отраслевой регистр лиц, подвергшихся воздействию радиации в результате аварии на Чернобыльской АЭС / ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. – М. – 2016. – 8 с.
3. Fausett L. Fundamentals of Neural Networks – Architectures, Algorithms, and Applications / Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. – 1994.
4. Свид. № 2018613749 Российская Федерация. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «ТREC-3» / Хитрин В.В., Тхоровский С.В., Невзоров В.П. и др.; заявитель и правообладатель ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна (RU). – заявл. 26.01.18; зарег. 21.03.18, Реестр программ для ЭВМ. – 1 с.

17

UDC 004.8+614.2

**Nevzorov V.P., Bulanova T.M.**

State Research center Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia; valerij.nevzorov@mail.ru

### **Complex use of neural network algorithms to assess the effectiveness of their work in changing conditions of medical decision-making**

**Abstract.** Complex use of separate algorithms neural chains basis of flexible modifications under the necessity of changing the training data for neural networks, changes the weights of communications between neurons, changes the speed of convergence of the decision, influencing an assessment of work efficiency of a network, etc., in the conditions of medical decision-making, and also, for example, getting decision in a local minimum.

Social value of complex use of integrated use is to reduce the time of private medical decision-making, thus reducing the total time for diagnosis of the current control of the effectiveness of the speed of treatment and increasing its effectiveness.

Originality of work consists in the combination of algorithms developed, known and their complex use for increase of efficiency their work in the changing conditions of medical decision-making. In same both the scientific and practical importance of this work consists. This is also the scientific and practical significance of this work.

**Keywords:** neural networks, efficiency evaluation, medical decision-making

УДК 004.89 ГРНТИ 28.23.15

**Толкачев Алексей Юрьевич, a.tolkachev@innopolis.ru****Кулеев Рамиль Фуатович, к.т.н., r.kuleev@innopolis.ru**АНО ВО «Университет Иннополис», Республика Татарстан, г.Иннополис,  
ул.Университетская, д.1, тел. +7 (843) 203-92-53

# Об опыте применения технологий искусственного интеллекта для автоматического распознавания рентгеновских изображений органов грудной полости

## Аннотация

В работе описан наш опыт решения задач по автоматизированной диагностике заболеваний органов грудной полости современными методами глубокого обучения. Приведено краткое описание подходов и результатов подавления костного каркаса, сегментации легочных полей, средостения и ключиц, обнаружения и классификации патологических изменений. Показано, что результаты сопоставимы или превышают известные по научным публикациям результаты.

## Ключевые слова:

заболевания органов грудной полости, рентген легких, флюорография, глубокое обучение, нейронные сети, автоматизация диагностики, классификация, сегментация, обнаружение патологии.

## Введение

Заболевания грудной полости являются одной из главных причин смертей в мире (20%), они способны быстро развиваться и приводить к летальному исходу, если не обнаружены на ранних стадиях. К таким заболеваниям относятся рак легких (занимает лидирующие позиции по смертности среди онкологических заболеваний у мужчин), туберкулез, хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) и другие. Флюорография органов грудной клетки является наиболее распространенным инструментом скрининга во многих странах. В России проводится 72 миллиона исследований в год. Обычно, флюорография направлена на определение туберкулёза, поэтому зачастую информация о возможном наличии других заболеваний остаётся неиспользованной и пропадает навсегда. Более того, замена устаревших аппаратов плёночной флюорографии на новые цифровые

и, как следствие, улучшение качества снимков, делает возможным не только скрининг, но и полное диагностическое исследование изображений.

За последние десятилетия накопился огромный объем рентгенографических изображений органов грудной полости. Интеллектуальный анализ данных с целью автоматизации диагностики заболеваний органов грудной полости стал одним из основных предметов обсуждения специалистов в области здравоохранения и информационных технологий. В последние годы внимание сообщества специалистов в области анализа данных (data science) привлекает глубокое обучение, так как оно позволяет выполнять автоматическую обработку изображений без использования вручную выбранных признаков. Также стоит отметить, что на всемирно известном соревновании по распознаванию изображений ILSVRC, проводимом с 2010 по

2017 годы, методы, основанные на глубоком обучении, занимали первую строчку с 2012 года [14], когда победу одержала глубокая сверточная нейронная сеть AlexNet, разработанная А.Крижевским и др. [15].

Наша команда нацелена на применение техник глубокого обучения для анализа рентгеновских изображений органов грудной полости. Основной целью является создание сервиса автоматизированной диагностики по рентгеновским изображениям органов грудной полости с решением задач классификации исследований на норму и патологию и обнаружением конкретных рентгенологических синдромов и нозологий. Для достижения этой цели решается несколько задач, каждая из которых имеет самостоятельную ценность для врача-рентгенолога. Данные задачи включают предобработку изображения с подавлением костного каркаса, сегментацию легочных полей и средостения, классификацию с определением рентгенологических синдромов. Кроме того, были сформулированы и решены отдельные задачи обнаружения рентгенологических симптомов пневмонии и сегментации области пневмоторакса.

Целью данной работы стало проведение исследования на предмет выявления наиболее эффективных методов решения перечисленных выше задач анализа рентгеновских изображений органов грудной полости. Для реализованных алгоритмов была проведена оценка их эффективности путем сравнения, где возможно, полученных результатов с описанными в научных публикациях.

#### Методы и результаты

В данном разделе приведено краткое описание использованных подходов и результатов для решения задач подавления костного каркаса, сегментации легочных полей и средостения, обнаружения пневмонии, сегментации области пневмоторакса и классификации.

##### 1. Подавление костного каркаса.

По данным врачей-рентгенологов, большинство случаев пропуска патологии по рентгеновским изображениям органов грудной полости касается небольших очагов, скрытых тенями ребер и ключиц. Подавление костного каркаса на рентгеновских изображениях потенциально может помочь упростить обнаружение такой патологии врачом-рентгенологом. Также есть предположение, что подавление костного каркаса в качестве одного из этапов автоматической обработки изображений может повысить точность классификации изображений.

Одним из наиболее популярных методов решения

поставленной задачи является использование автокодировщика [1], который и был нами использован. В этом случае костная ткань определяется на изображении как шум, который модель пытается устранить посредством кодирования наиболее важных признаков и последующего восстановления изображения из заданного набора признаков.

Поскольку открытых наборов данных для решения задач по подавлению костного каркаса на рентгеновских изображениях нам неизвестно, мы были вынуждены собрать собственный набор данных. Всего было получено 35 пар изображений, полученных на двух энергетических рентгеновских аппаратах, которые были разделены для обучения, валидации и тестирования на 24, 4 и 7 пар соответственно. Далее изображения были аугментированы 99 раз грубым набором преобразований (аффинные преобразования, цветовые, оптические искажения, добавление шума и размытия) для обучающего набора данных. В то же время, для валидации и тестирования были применены достаточно простые аугментации, чтобы новые преобразованные снимки визуально не сильно отличались от тех, что могут быть использованы в реальных условиях.

Субъективный анализ результатов с привлечением врачей-рентгенологов позволяет говорить о том, что использование пар изображений (исходное и с подавлением костного каркаса) позволяет лучше различать некоторые патологии.

##### 2. Сегментация легких

Сегментация органов является, как правило, первым шагом в задачах по анализу медицинских изображений, поскольку определение расположения целевого органа может существенно повысить точность, например, обнаружения патологии конкретного органа. Решалась задача сегментации легочных полей, средостения и ключиц. Использовалась автокодировочная нейронная сеть, в основе которой лежит архитектура U-Net [2] с предобученным кодировщиком семейства ResNeXt [3] на наборе данных ImageNet.

Обучение и оценка алгоритмов проводились на наборе данных JSRT [4]. Он состоит из 247 рентгеновских изображений органов грудной полости, на части которых присутствуют узловые образования в легких. Все изображения имеют разрешение 2048 x 2048 пикселей, с размером пикселя равным 0.175мм. Также каждому снимку соответствуют три вручную размеченные маски: легких, сердца и ключицы [5].

Полученные результаты показали, что применение глубокого обучения позволяет повысить точность сегментации по сравнению с широко

применяемыми методами ASM, AAM и другими.

### 3. Обнаружение пневмонии

Пневмония является одной из наиболее частых причин смертности среди пожилых людей и детей. По данным ВОЗ, в 2017 году у 15% детей до 5 лет в мире причиной смерти стало это заболевание. Диагностика пневмонии является сложной задачей, так как помимо анализа рентгенограммы требуется подтверждение диагноза на основании данных из истории болезни.

Пневмония на рентгеновском изображении обычно проявляется как область или области повышенной непрозрачности [6]. Однако ее диагностика сложна из-за ряда других состояний в легких, таких как наличие жидкости (отек легких), кровотечение, потеря объема (ателектаз или коллапс), рак легких, пострадиационные или хирургические изменения.

Для того, чтобы помочь радиологам диагностировать пневмонию, Североамериканская радиологическая ассоциация (RSNA) в сотрудничестве с Национальными институтами здравоохранения США, Обществом торакальной радиологии и MD.ai организовало на платформе Kaggle соревнование по обнаружению пневмонии по рентгеновским изображениям.

Предоставленный набор данных содержал 26,684 уникальных рентгеновских изображения, содержащие 3 класса меток (без патологии - 29%, с патологией, но без затемнений - 40%, с затемнениями - 31%). Все изображения с затемнениями были размечены прямоугольными областями, указывающими на область, свидетельствующую о наличии пневмонии. Изображения были разделены на обучающую (23,115), валидационную (2569) и тестовую (1000) выборки. С целью снижения влияния переобучения полученных моделей на тестовой выборке из первой стадии, в конце соревнования организаторы добавили закрытую тестовую часть, содержащую дополнительные 3000 изображений.

Наша команда приняла участие в соревновании и предложила в качестве решения ансамбль из двух нейросетевых моделей: RetinaNet [7] и Mask R-CNN [8]. В основе этих сетей используются классические сверточные нейронные сети с “остаточными соединениями” (residual connections) - ResNet-50 и ResNet-101 [9].

Объединение моделей в ансамбль происходило следующим образом: сначала обе модели предсказывали области, содержащие пневмонию, затем применялся механизм подавления немаксимумов (Non-Maximum Suppression). Если какое-либо предсказание RetinaNet пересекалось с предсказанием Mask R-CNN

и при этом значение IoU превышало 0.5, итоговые предсказания усреднялись, при этом веса предсказаний RetinaNet и Mask R-CNN брались в пропорции 3:1. Оптимальная пропорция весов из набора 4:1, 3:1, 2:1 была подобрана эмпирическим путем на валидационном наборе данных. Если предсказанная одной моделью прямоугольная область с патологией не имела соответствующего пересекающегося с ней предсказания, полученного от другой модели, эта область была использована в результатах без каких-либо изменений.

Полученное решение позволило занять в итоговой таблице лидеров 30 место из 1499 участников, что эквивалентно попаданию в топ-3% соревнующихся.

### 4. Сегментация пневмоторакса

Изначально, соревнование по сегментации пневмоторакса, проведенное на платформе Kaggle, стало возможностью реализовать и сравнить с другими участниками решение нашей команды проекта. В качестве обучающих данных было предоставлено более 10 тысяч рентгеновских снимков вместе с соответствующими им бинарными масками с пропорцией патологических снимков к условно-нормальным приблизительно как один к пяти.

В качестве сегментационной модели была выбрана нейросетевая архитектура, представляющая одну из разновидностей известной архитектуры U-Net [2], работающей по принципу автокодировщика. Важной особенностью стало использование в кодирующей части предобученного на задаче классификации по набору данных ImageNet кодировщика, именуемого SE-ResNeXt-50 [10].

Результаты работы данной модели позволили расположиться на 16 месте в итоговой таблице лидеров из 1475 участников (топ-2%).

### 5. Классификация патологии

Задача классификации патологии на рентгеновских изображениях органов грудной полости заключалась в определении отклонений, дифференцируемых на 14 различных типов, представленных в известном наборе данных Chest-14 [11]. Если на изображении ни один из вариантов патологии не был обнаружен, пациент относился к здоровым.

Всего набор данных состоит из 112,120 рентгеновских изображений, принадлежащих 30,805 пациентам. Все данные были разделены на обучающую (70%) и тестовую (30%) выборку. В свою очередь 10% от обучающей выборки было отведено под локальную валидацию получаемого решения.

Решение представляет из себя сверточную нейросетевую модель, архитектура которой носит

название Inception-ResNet-v2, продемонстрировавшую высокие результаты на соревновании ILSVRC [12].

В процессе обучения использовался специфический набор аугментаций из общего набора аффинных преобразований, цветовых искажений, зашумления и размытия. Лучшая комбинация данных аугментаций позволила превзойти доступные результаты на том же разбиении от Вонга и др. [11] и Яо и др. [13].

#### Обсуждение и выводы

В результате выполненной работы были разработаны методы и алгоритмы для решения отдельных задач анализа рентгеновских изображений органов грудной полости. В целом, удалось достичь показателей точности на уровне или даже превосходящих результаты опубликованных решений. Оценка результата подавления костного каркаса является субъективной, так как сложно подобрать адекватные метрики ее качества, и формализованных результатов точности других исследователей нам не известно. Сегментация легочных полей позволит исключить ряд явных ошибок при обнаружении патологии, а сегментация средостения открывает возможности для автоматического определения различной патологии сердечно-сосудистой системы по конфигурации сердца и крупных сосудов. Участие в конкурсах по обнаружению пневмонии и сегментации пневмоторакса на площадке Kaggle позволило сравнить разработанные командой проекта алгоритмы с решениями других команд по всему миру. Для сегментации пневмоторакса отрыв победителя конкурса от нашего решения (16-е место из 1475 участников) составил порядка 0,01, что говорит об очень высокой плотности результатов и практически одинаковых ожидаемых клинических результатах в случае применения моделей на практике. Точность разработанного алгоритма классификации на уровне решений ведущих исследователей позволяет рассчитывать на возможность ее применения в рамках сервиса автоматизированной диагностики.

В то же время, для обеспечения возможности применения полученных результатов в клинической практике и внедрения сервиса на основе

разработанных алгоритмов и моделей необходимо решить ряд серьезных задач. Прежде всего, речь идет о качестве данных, на которых проводилось обучение моделей. Открытые датасеты зачастую представляют большой интерес для научного сообщества и позволяют сравнивать решения различных исследователей, но не подходят для создания моделей, способных эффективно работать на практике. Датасет Chest-14 не является исключением, так как точность его разметки в некоторых случаях (особенно для случаев присутствия ряда патологических изменений) сомнительна. Кроме того, существенную его часть составляют случаи тяжелой патологии у пациентов в реанимации или, как минимум, лежащих в клинике. Поэтому обученные на данном датасете модели не могут быть использованы для автоматизации диагностики в рамках скрининговых флюорографических исследований, где подавляющее большинство пациентов не имеют отклонений от нормы, и наиболее важно обнаружить патологии на ранней стадии. Поэтому важнейшей задачей является дообучение разработанных моделей на данных из медицинских организаций, где и планируется применять сервис автоматизированной диагностики в дальнейшем.

Но самое главное, требуется провести полноценные клинические испытания разработанных решений. При этом измеряемые метрики будут отличаться от метрик точности, которые оценивались разработчиками в ходе «лабораторных» исследований. Сервис автоматизированной диагностики планируется использовать в качестве помощника врача, и важно оценивать изменения показателей выявляемости, числа ошибочных госпитализаций, времени до вызова пациента для госпитализации и другие на уровне медицинской организации, а в идеале, и в масштабах региона в целом. Это позволит определить социально-экономический эффект и обосновать затраты на внедрение и масштабирование сервисов автоматизированной диагностики в дальнейшем.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Республики Татарстан в рамках научного проекта №18-47-160015.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Maxim Gusarev, Ramil Kuleev, Adil Khan, Adin Ramirez Rivera, and Asad Masood Khattak. Deep learning models for bone suppression in chest radiographs // Proceedings of the 2017 IEEE Conference on Computational Intelligence in Bioinformatics and Computational Biology (CIBCB). – 2017. – P.1–7.
2. Olaf Ronneberger, Philipp Fischer, and Thomas Brox. U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation // Proceedings of the International Conference on Medical image computing and computer-assisted intervention. – Springer, 2015. – P.234–240.
3. Xie S. et al. Aggregated residual transformations for deep neural networks // Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. – 2017. – P. 1492-1500.

4. Shiraishi, Junji, et al. Development of a digital image database for chest radiographs with and without a lung nodule: receiver operating characteristic analysis of radiologists' detection of pulmonary nodules//American Journal of Roentgenology, 2000. – 174.1. – P.71-74.
5. Van Ginneken, Bram, Mikkel B. Stegmann, and Marco Loog. Segmentation of anatomical structures in chest radiographs using supervised methods: a comparative study on a public database//Medical image analysis, 2006. – 10.1. – P.19-40.
6. Franquet T. Imaging of community-acquired pneumonia//Thorac Imaging, 2018 (epub ahead of print). – PMID 30036297.
7. Lin, T. Y., Goyal, P., Girshick, R., He, K., & Dollár, P. Focal loss for dense object detection//Proceedings of the IEEE international conference on computer vision. – 2017. – P.2980-2988.
8. He, K., Gkioxari, G., Dollár, P., & Girshick, R. Mask r-cnn//Proceedings of the IEEE international conference on computer vision. – 2017. – P.2961-2969.
9. He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. Deep residual learning for image recognition//Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. – 2016. – P.770-778.
10. Hu, J., Shen, L., & Sun, G. Squeeze-and-excitation networks//Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. – 2018. – P.7132-7141.
11. Xiaosong Wang, Yifan Peng, Le Lu, Zhiyong Lu, Mohammadhadi Bagheri, and Ronald M Summers. Chestx-ray8: Hospital-scale chest x-ray database and benchmarks on weakly-supervised classification and localization of common thorax diseases//Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). – 2017. – P.3462–3471.
12. Szegedy, C., Ioffe, S., Vanhoucke, V., & Alemi, A. A. Inception-v4, inception-resnet and the impact of residual connections on learning// Thirty-First AAAI Conference on Artificial Intelligence. – 2017.
13. Li Yao, Jordan Prosky, Eric Poblenz, Ben Covington, and Kevin Lyman. Weakly supervised medical diagnosis and localization from multiple resolutions//arXiv preprint, 2018. –1803.07703.
14. Tweedale J. W. An Application of Transfer Learning for Maritime Vision Processing Using Machine Learning //International Conference on Intelligent Decision Technologies. – Springer, Cham, 2018. – P. 87-97.
15. Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G. E. Imagenet classification with deep convolutional neural networks // Advances in neural information processing systems. – 2012. – P. 1097-1105.

UDC 004.89 GRNTI 28.23.15

**Aleksey Yu. Tolkachev, a.tolkachev@innopolis.ru**

**Ramil F. Kuleev, PhD, r.kuleev@innopolis.ru**

Innopolis University, Republic of Tatarstan, Innopolis, Universitetskaya street, 1, +7 (843) 203-92-53

### **Experience of artificial technologies usage for chest x-ray images automatic recognition**

**Abstract.** The paper describes our experience in solving problems of automated diagnosis of thorax diseases using modern methods of deep learning. A brief description of approaches and results of the bone suppression, segmentation of the pulmonary fields, mediastinum and clavicles, detection of pathologies and classification is given. It is shown that the results are comparable or exceed the results known from scientific publications.

**Keywords:** Thorax diseases, chest x-ray images, fluorography, deep learning, neural networks, diagnostics automatization, classification, segmentation, pathologies detection

УДК 613.6.02 ГРНТИ 76.33.39

**Думанский С.М., Баранов Л.И., Яганов С.А., Дибиргаджиев И. Г.**

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 123182, Москва, ул. Живописная, д.46; s.dumansky.m@gmail.com

## Применение OLAP технологий с целью исследования влияния дозы ионизирующего излучения на заболеваемость

### Аннотация

В работе рассматривается применение OLAP технологий для анализа влияния полученных доз ионизирующего излучения на заболеваемость. Выявлено, что даже незначительное увеличение небольших доз оказывает негативное влияние на человека и может влиять на повышение заболеваемости таких патологий как ЗНО лимфоидной, кроветворной и родственных им тканей, а также мочеполовых путей. При повсеместном внедрении в медицинскую практику компьютерных томографов для диагностики заболеваний необходимо ввести централизованный учёт дозовой нагрузки, получаемой пациентами с занесением данных в электронную медицинскую карту.

### Ключевые слова:

OLAP куб, хранилища данных, ионизирующее излучение, заболеваемость, радиационная безопасность населения, гигиеническая норма дозовой нагрузки, медицинская электронная карта

### Введение

В современной атомной промышленности и энергетике, включая методы и средства радиационной защиты, обеспечивается достаточно высокий уровень безопасности населения и профессиональных работников в нормальном режиме работы и при возможных авариях. Это выражается в недопущении воздействия ионизирующего излучения (ИИ) в дозах выше установленных норм радиационной безопасности. В соответствии с Федеральным законом от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения» для граждан допустимая среднегодовая гигиеническая норма дозовой нагрузки на территории РФ установлена в размере 1 мЗв (0,001 Зв). За период жизни (70 лет) 0,07 Зв (70 мЗв) [1,2,3].

Указанный уровень дозовых нагрузок относится к малым дозам, поэтому в основе работы по изучению состояния заболеваемости отдельных

групп населения должны лежать научные исследования, направленные на разработку передовых технологий анализа информации о лицах, подвергшихся воздействию ионизирующей радиации. К таким исследованиям, в первую очередь, должны относиться работы по созданию систем анализа динамики, структуры и статистического прогноза онкологической заболеваемости и смертности на основании персонифицированной регистрации злокачественных новообразований.

Методом, получившим в последнее время широкое применение в самых разных областях, является оперативная аналитическая обработка (OLAP). В данной публикации авторы в самом общем виде представляют возможности этого метода в радиационной эпидемиологии.

Цель исследования

Показать потенциальные возможности применения OLAP технологий при анализе больших

объёмов медицинских данных для выявления скрытых закономерностей влияния патогенных факторов (ионизирующего излучения) на заболеваемость.

Материал и методы

Материалом для исследования являлась специально созданная обучающая выборка сведений отраслевого регистра лиц, подвергшихся воздействию радиации в результате аварии на Чернобыльской АЭС, к которой были добавлены доступные данные России, Беларуси и Казахстана и весь этот контингент был назван как обучающий регистр (ОР) «Условный». Данные по дозовым нагрузкам в ОР «Условный» зарегистрированы для 14 093 пациента.

Необходимо отметить, что приведенные результаты и уровни дозовой зависимости призваны только, демонстрировать программные возможности искусственной выборки и не должны рассматриваться в качестве реальных оценок радиационных последствий.

В качестве метода исследования были выбраны OLAP технологии [4], которые позволяют при помощи кэширования агрегированных данных оперативно обрабатывать большие объёмы

информации и выявлять скрытые закономерности, в предметной области, которые невозможно получить другими способами. В основе технологии лежит структурирование по определённым правилам полученной информации и помещение её в хранилище данных, представляющее собой OLAP куб. Структура и взаимосвязи элементов OLAP куба представлены на рисунках 1 и 2. Она состоит из измерений, по которым проводятся срезы (группы болезней, группы дозовых нагрузок, возрастные группы и др.) и мер групп, по которым производятся количественные вычисления. Между измерениями и мерами групп имеются различные типы связей. Следует учесть, что некоторые измерения (Доза и Заболевания) могут выступать и в роли мер групп. Международный классификатор болезней ICD -10, используемый как измерение является иерархическим, что позволяет проводить исследование, как по группам болезней, так и по отдельным патологиям. OLAP куб нужно рассматривать, не как трёхмерное пространство, а как гиперкуб со множеством измерений. В нашем случае имеется восемь измерений.

Измерения	Группы мер	
	ДОЗА	ЗАБОЛЕВАНИЯ
ДОЗА	Doza ID	Doza ID
Istochnik Info Doze	Istochnik Info Doze ID	Istochnik Info Doze ID
ЛЮДИ	Chelovek ID	Chelovek ID
ICD 10		ICD 10 ID
Istochnik Med Info		Istochnik Med Info ID
Тип Obsledov		Тип Obsledov ID
ЗАБОЛЕВАНИЯ	ЗАБОЛЕВАНИЯ	Zabolevanie ID
SPRPOL		SPRPOL ID

Рис. 1. Взаимосвязи измерений и мер групп OLAP куба

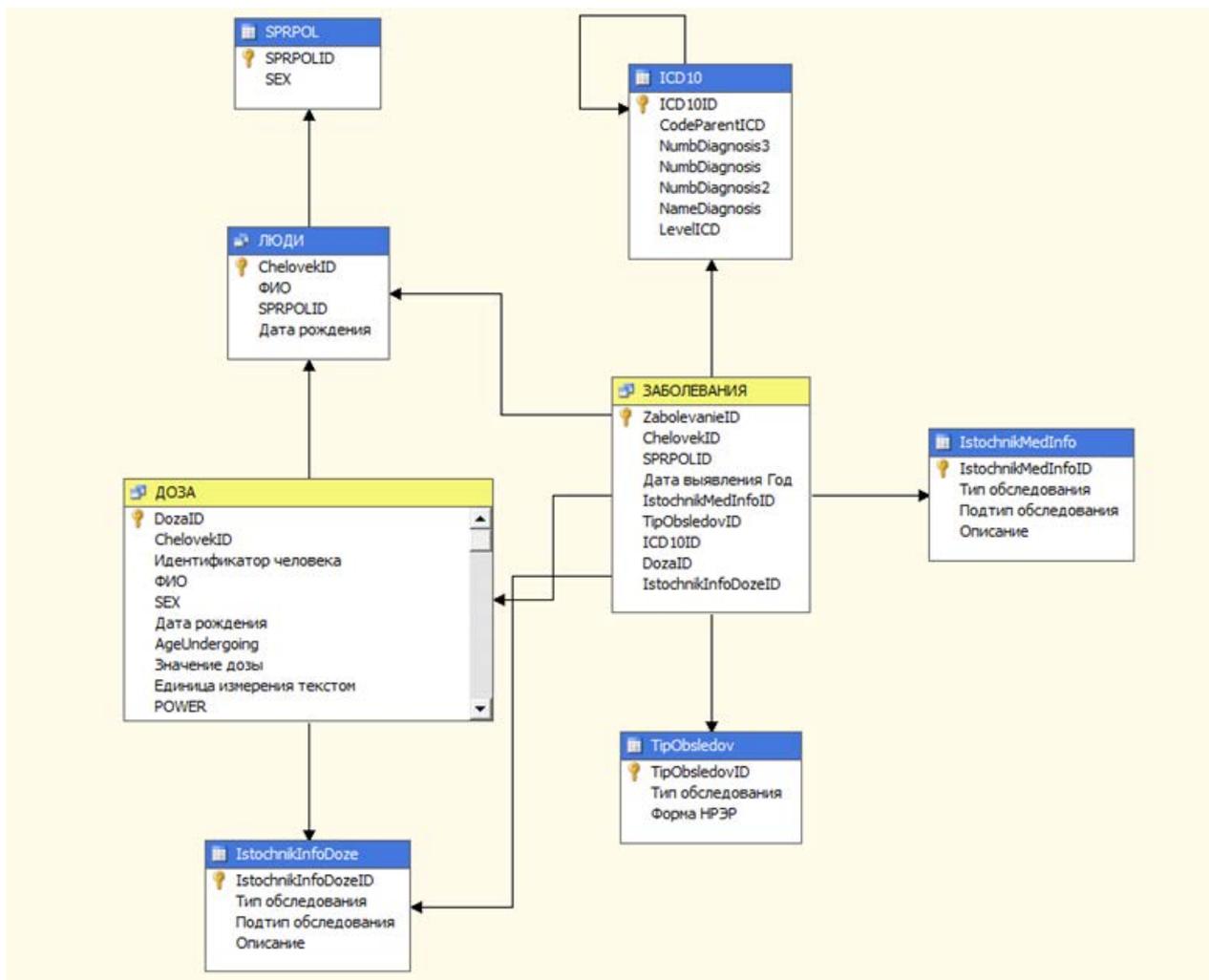


Рис. 2 Структура OLAP куба

Результаты и обсуждение.

Исследования по укрупнённым группам болезней выявили, что наиболее подвержены прямой зависимости от возрастания дозовой нагрузки следующие патологии: болезни органов дыхания, кровообращения, пищеварения и мочевых путей. На рисунке 3 показана прямо пропорциональная закономерность возрастания относительной величины заболеваемости ( $Z_{ijk}$ ) ЗНО лимфоидной, кроветворной и родственных им тканей от увеличения дозовой нагрузки (в рентгенах, 1 рентген = 10 мЗв) в разрезе возрастных групп. Относительная величина заболеваемости вычисляется по формуле:

$Z_{ijk} = A_{ijk} / G_{jk} * 100000$ , где  $Z_{ijk}$  – относительная величина заболеваемости по  $i$  – той болезни в  $j$ -той возрастной группе в  $k$ -той группе дозовой нагрузки,  $A_{ijk}$  – число болезней  $i$  – того наименования в  $j$  – той возрастной группе в  $k$ -той группе дозовой нагрузки,  $G_{jk}$  – число пациентов в  $j$  – той возрастной группе, в  $k$ -той группе дозовой нагрузки. Другими словами относительная величина заболеваемости показывает общее число болезней  $i$  – того наименования, приходящееся на одного пациента  $j$  – той возрастной группы и  $k$  – той группы дозовой нагрузки приведенное к 100 тысячам.

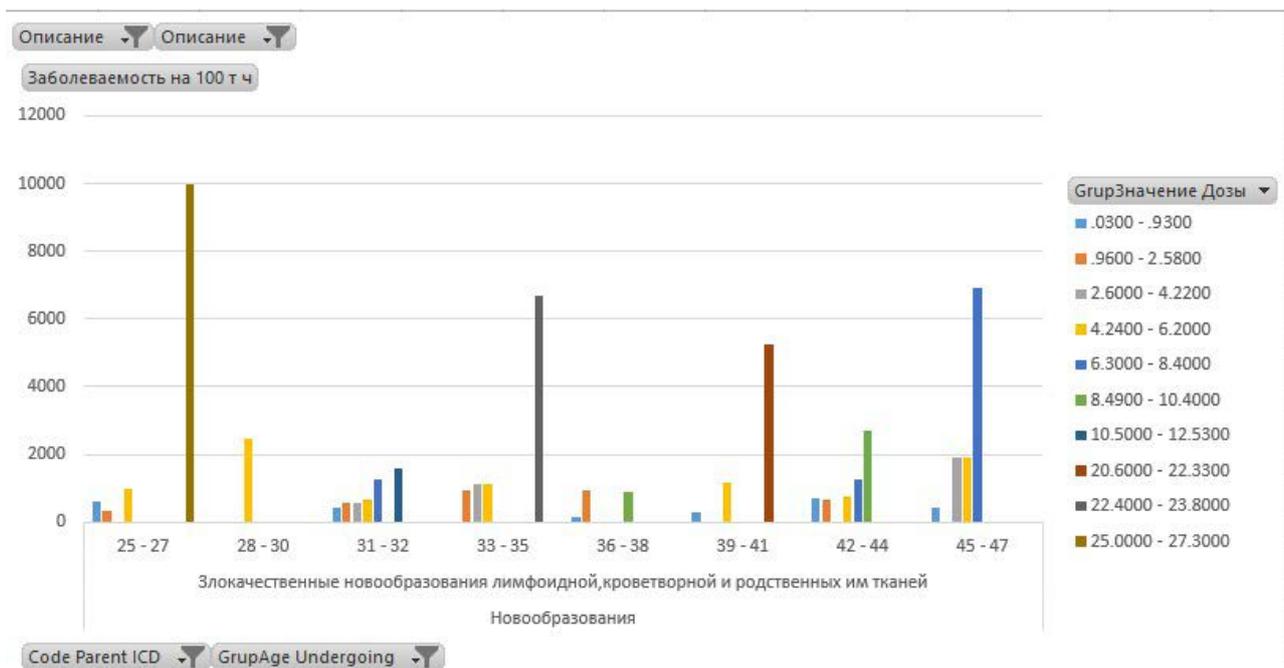


Рис.3 Дозовая зависимость ЗНО лимфоидной, кроветворной и родственных им тканей

На рисунке 4 представлено отчётливое возрастание относительной величины заболеваемости

ЗНО мочеполовых путей в разрезе возрастной группы 45 - 46 лет.

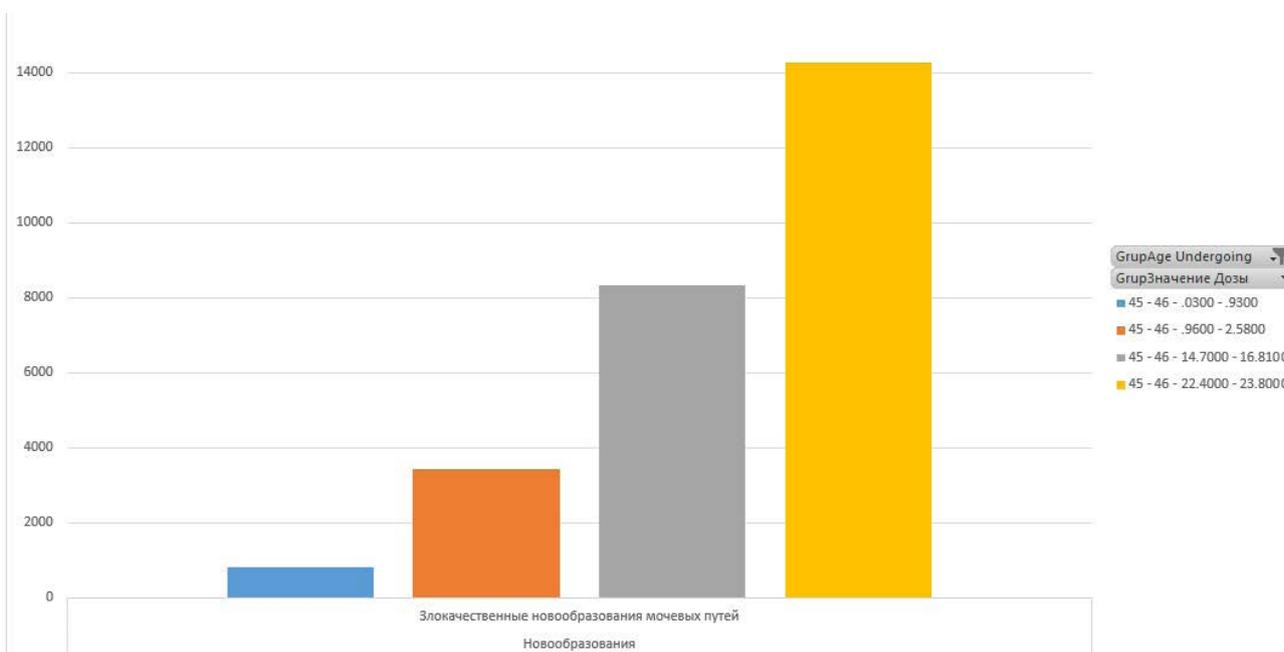


Рис.4 Дозовая зависимость ЗНО мочеполовых путей в возрастной группе 45-46 лет

**Выводы**

При повсеместном внедрении медицинскую практику компьютерных томографов (КТ) для диагностики заболеваний следует помнить о получаемой при этом пациентом дозой нагрузки (от 20 до 40 мЗв за один сеанс) [5]. Необходимо ввести строгий централизованный учёт

получаемых доз ионизирующего излучения с занесением в электронную медицинскую карту каждого, кто проходит обследования на КТ. В заключении следует отметить, что использование OLAP технологий позволяет решать различные функциональные задачи не только в рамках радиационно-эпидемиологического

анализа, но и в других предметных областях. Для удобства исследователи могут формировать аналитические отчеты, используя в качестве клиентского приложения книгу MS Office Excel, присоединенную к OLAP-кубу, развернутому

на сервере Analysis Services. Также для формирования отчетов можно использовать службу Reporting Services, которая имеет встроенные возможности для публикации отчетов в сетях Intranet и Internet [6-9].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Федеральный закон от 09.01.1996 N 3-ФЗ (ред. от 19.07.2011) «О радиационной безопасности населения»
2. Бирюков А.П., Васильев Е.В., Думанский С.М., Белых Л.Н. Информационно-аналитическое обеспечение радиационно-эпидемиологических исследований // Медицинская радиология и радиационная безопасность. - 2014. - V. 59. № 6. - С. 34-42.
3. Котеров А.Н., Жаркова Г.П., Бирюков А.П. Тандем радиационной эпидемиологии и радиобиологии для практики радиационной защиты // Медицинская радиология и радиационная безопасность. - 2010. - Т. 55. № 5. - С. 48-73.
4. Харинатх, С. Microsoft SQL Server Analysis Services 2008 и MDX для профессионалов/С. Харинатх [и др.]- М.:И.Д Вильямс.- 2010.-С.1072.
5. Timothy B Bullard et al. Cumulative Radiation Exposure from Medical Imaging in Two Hospital Systems – Implication for Medical Record Portability//Emergency Med journal (USA). - 2014.-Vol.4, Issue 5
6. Кадымов В.А., Думанский С.М. Проектирование центра хранения и обработки данных с целью исследования факторов, влияющих на успеваемость студентов с ОВЗ // В сб.: Искусственный интеллект в решении актуальных социальных и экономических проблем XXI века. Сб. статей по материалам Третьей всероссийской научно-практической конференции, проводимой в рамках Пермского естественного форума «Математика и глобальные вызовы XXI века». 2018.- С. 171-173.
7. Кадымов В.А., Думанский С.М. Информационные технологии актуализации профессионального самоопределения обучающихся с инвалидностью: опыт МГГЭУ // В сб.: Преемственная система инклюзивного образования: взаимодействие специалистов разного профиля. Матер. VI Международной научно-практической конференции. 2018.- С. 465-469.
8. Кадымов В.А., Думанский С.М. Разработка информационно-аналитической системы для оказания помощи абитуриентам с НОДА в профессиональной ориентации // В сб.: Интеллектуальные технологии и средства реабилитации и абилитации людей с ограниченными возможностями (ИТСР-2017).М.: МГГЭУ, 2018.- С. 30-32.
9. Кадымов В.А., Думанский С.М. Опыт разработки проектов интеллектуального анализа данных для учреждений инклюзивного образования на примере МГГЭУ // В сб.: Высокие технологии и инновации в науке. Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции. АПЕКС научное партнерство. СПб. Отв. ред. Кошкарова Е.Ю. 2018.- С.79-82.

UDC 613.6.02

**Sergey M. Dumansky, Leonid I. Baranov, Sergey A.Yaganov, Idris G. Dibirgadjiev**

State Research Center-Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency

### **Application of OLAP technology in studying the effect accumulated doses of ionizing radiation on the disease incidence**

**Abstract.** The paper discusses the use of OLAP technologies to analyze the effect of received doses of ionizing radiation on the incidence. It was found that even a slight increase in small doses has a negative effect on humans and can affect the increase in the incidence of pathologies such as malignant lymphoid, hematopoietic and related tissues, as well as the genitourinary tract. With the widespread introduction of computerized tomography into medical practice for the diagnosis of diseases, it is necessary to introduce a centralized accounting of the dose received by patients with entering data into an electronic medical record.

**Keywords:** OLAP cube, data warehouse, ionizing radiation, incidence, radiation safety of the population, hygienic dose rate, Electronic medical record.

УДК 338.45:338.1

**Данилов А.В.**

Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, 394043, Воронеж, Россия; idf-dav@omsvrn.ru

## Технология электронного бенчмаркинга медицинских организаций региона

### Аннотация

В статье рассмотрены вопросы организации и использования системы электронного бенчмаркинга медицинских организаций (МО) региона.

Предложенный подход к созданию такой системы возможен при наличии информационного обмена между МИС МО в рамках единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ). Процедура бенчмаркинга включает вычислительный модуль на основе on-line данных ЕГИСЗ и не требует использования каких-либо экспертных оценок.

Бенчмаркинг МО региона обеспечивает информационную поддержку руководства здравоохранения региона на этапе формирования управленческих решений, позволяет оценить финансовые и кадровые возможности МО при составлении плана мероприятий по повышению эффективности деятельности МО региона.

### Ключевые слова:

бенчмаркинг, медицинские организации, методика проведения, факторное нормирование

**Введение.** Цифровые технологии являются одним из приоритетов развития отрасли здравоохранения. Цифровизация здравоохранения, достигаемая за счет комплексной автоматизации всех бизнес-процессов и использования современных цифровых сервисов, в т.ч. с технологиями искусственного интеллекта, обеспечивает концентрацию достоверных и полных данных в режиме реального времени. Это, в свою очередь, способствует повышению эффективности деятельности медицинских организаций, росту качества и доступности медицинской помощи, уровня удовлетворенности населения.

В отрасли российского здравоохранения создается единый медицинский цифровой контур на базе ЕГИСЗ. Ожидается, что последний поможет эффективнее контролировать выделенные на здравоохранение бюджетные средства и оптимизировать их расходование. При этом оценку эффективности системы здравоохранения руководители осуществляют, главным образом, посредством мониторинга показателей, характеризующих качество и доступность

медицинских услуг. Информационной базой мониторинга выступают официальные статистические данные.

Существует потребность в разработке и научном обосновании современных методов повышения эффективности управления здравоохранением региона.

Возникает задача более полного использования собираемых в ЕГИСЗ данных для целей повышения эффективности управления региональным здравоохранением, рационального использования имеющихся ресурсов, поддержания качества медицинской помощи на должном уровне и достижения установленных целевых показателей по уровню смертности и заработной плате медицинских работников путем проведения процедуры электронного бенчмаркинга. Целью такого бенчмаркинга является выявление ряда МО региона, имеющих лучшие показатели деятельности, обеспечение информационной поддержки руководства региона при формировании управленческих решений.

**Материалы и методы.** Для решения поставленной задачи использованы в качестве источников

данных наборы данных из МИС МО о количестве случаев оказания медицинской помощи, участвующим в системе ОМС региона, данные из федерального регистра медицинских организаций (ФРМО) и федерального регистра медицинских работников (ФРМР).

Расчет показателей эффективности деятельности МО проводился на основе метода анализа среды функционирования (АСФ). АСФ - количественная техника, применяемая для вычисления единственного совокупного показателя, позволяющего оценить относительную эффективность медицинских организаций [1]. Использовались три входные и одна выходная переменные. Для оценки технической эффективности анализируемых МО в расчете задавалась переменная отдача от масштаба. Расчет модели проводился с применением программного обеспечения Banxia DEA Frontier.

**Основные результаты исследования.** Для достижения поставленной в рамках данного исследования цели была построена модель, позволяющая выявить наиболее эффективные МО региональной системы здравоохранения. В качестве результативного показателя, характеризующего эффективность МО выступает число пролеченных больных. В качестве независимых переменных выбраны: число развернутых коек, количество врачей и количество медсестер.

С целью получения практически значимых результатов исследования была использована ориентированная на вход модель АСФ (Minimize Inputs). Эффективные и неэффективные МО были сравнены с точки зрения входных и выходной переменных. Выявлено существенное различие между эффективным и неэффективными МО по входным переменным. На основе построенной границы эффективности МО органом управления здравоохранением региона может быть поставлена задача определения путей дальнейшего повышения эффективности для каждой МО региона. Один из методологических приемов заключается в измерении разности значений того или иного показателя деятельности МО между эффективной МО и МО-аутсайдера и формирования управленческого решения по достижению показателей МО-лидеров [2].

Наличие верифицированной модели бенчмаркинга в рамках метода АСФ и наличие запрашиваемых из ЕГИСЗ в режиме реального времени данных позволяют организовать процедуру проведения электронного бенчмаркинга, обеспечить руководство здравоохранения региона объективной информацией об эффективности МО региона. Формализованные управленческие решения на основе результатов электронного бенчмаркинга составляют основу

базу знаний советующей системы.

Далее, результаты электронного бенчмаркинга эффективности деятельности МО региона могут быть использованы для факторного нормирования, определения соотношения численности медицинского персонала к факторам, характеризующим объем оказанных медицинских услуг. По нормам численности определяются затраты труда по должностям, специальностям, в целом по МО, их структурным подразделениям. Таким образом, результаты электронного бенчмаркинга позволяют определить оптимальное количество штатных единиц в МО, необходимое для выполнения функций.

Для тех МО, у которых показатели лежат на границе эффективности, берутся пары значений, например, «Число развернутых коек» и «Количество врачей», и строится уравнение регрессии. Подставляя в полученное уравнение значения числа коек МО-аутсайдера, можно определить излишнюю/недостаточную численность врачей.

**Обсуждение.** Подход к организации электронного бенчмаркинга МО рассматривается как один из инновационных инструментов управления, который может использоваться для стимулирования конкуренции в сфере управления региональным здравоохранением. Результаты бенчмаркинга могут быть использованы для оптимального размещения ресурсов и показывают направления для роста эффективности МО. Результаты факторного нормирования в рамках бенчмаркинга МО также дают информацию для оптимизации численности персонала МО, совершенствования системы оплаты труда медицинского персонала.

Электронный бенчмаркинг МО региона представляет собой управленческую технологию, которую целесообразно использовать в практике управления здравоохранением региона. Ее применение обеспечивается наличием имеющихся в ЕГИСЗ данных (ФРМР, ФРМО), использованием метода АСФ, в котором формализованная модель бенчмаркинга не требует привлечения субъективных данных. Результаты бенчмаркинга используются для нормирования численности медицинского персонала МО региона.

**Заключение.** Использование расчетной модели бенчмаркинга на основе метода АСФ в советующей системе позволяет существенно минимизировать участие руководителя при подготовке информации. Автоматизация процесса бенчмаркинга и нормирования численности медицинского персонала МО позволяет значительно повысить точность и качество управленческих решений.

Разработанный подход к бенчмаркингу МО создает предпосылки к внедрению ценностно-ориентированного здравоохранения, построению рейтингов МО, внедрению системы комплексной оценки технологий здравоохра-

нения, прозрачного распределения объемов медицинской помощи, ориентированных на повышение эффективности затрат на здравоохранение региона.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Данилов А.В., Усов Ю.И. Определение количественной меры эффективности деятельности медицинских организаций на основе методологии анализа среды функционирования // Обязательное медицинское страхование в Российской Федерации. 2015, №6. – С. 18-23.
2. Технология бенчмаркинга медицинских организаций региона как инструмент повышения их конкурентоспособности на территории Воронежской области // Данилов А.В., Каташина Т.Б., Исаенкова Е.А., Каташина Е.С. Прикладные информационные аспекты медицины. 2018. Т. 21. № 1. С. 110-113.

UDK 338.45:338.1

**Alexander Valentinovich Danilov**

Voronezh state medical university of N.N. Burdenko, Voronezh, Russia; idf-dav@omsvrn.ru

### **Technology of electronic benchmarking of the medical organizations of the region**

**Abstract.** In article questions of the organization and use of a system of electronic benchmarking of the medical organizations (MO) of the region are considered.

The offered approach to creation of such system is possible in the presence of information exchange between MIES MO within a uniform state information system in a health care field (EGISZ). The procedure of benchmarking turns on the computing module on the basis of on-line of data of EGISZ and does not demand use of any expert estimates.

Benchmarking of MO of the region provides information support of the management of health care of the region at a stage of formation of management decisions, allows to estimate financial and personnel opportunities of MO when scheduling actions for increase in efficiency of activity of MO of the region.

**Keywords:** benchmarking, medical organizations, carrying out technique, factorial rationing.



УДК 61:658.386:616-057 (061.3) ГРНТИ 20.51

**Комаров С.Г., Андреева Т.В.**

ФГБОУ ДПО Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования (ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России), Москва, Беломорская ул., д.19; medstat@mail.ru

## Формирование информационной основы для повышения качества подготовки медицинских работников в первичном звене здравоохранения

### Аннотация

Создание системы непрерывного профессионального образования медицинских кадров предусматривает не только масштабные, и за счет этого весьма затратные преобразования, но и локальные, на уровне медицинских организаций, возможности профессионального развития медицинских кадров. Представлен опыт формирования учебного процесса в отдельно взятой городской поликлинике. Спроектированный как инновационная технология учебный симуляционный центр рекомендуется к внедрению на уровне медицинских организаций.

### Ключевые слова:

первичное звено здравоохранения, симуляционный центр городской поликлиники, образовательный контент и система тестов, технологии электронного обучения, стандартные операционные процедуры (СОП)

В принятой «Стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 года» (2019) отмечается, что по настоящее время остаются нерешенными проблемы качества подготовки медицинских работников. Существует необходимость формирования целостной системы подготовки и привлечения кадров для системы здравоохранения. Наиболее остро эта проблема стоит в первичном звене, ставшим ведущим приоритетом развития в национальном проекте «Здравоохранение», который направлен на решение задач охраны здоровья и реализации управленческих решений с акцентом на регионы.

В качестве мониторируемой позиции в федеральном проекте «Обеспечение медицинских организаций системы здравоохранения квалифицированными кадрами», входящим в нацпроект «Здравоохранение», присутствует «дорожная карта» внедрения симуляционных центров для формирования профессиональных компетенций медицинских работников.

Но, как и свойственно реализуемым на региональном уровне управленческим решениям и новациям, они являются масштабными и весьма затратными проектами, и не ориентированы на широкую доступность для непрерывного обучения максимально приближенно к рабочему месту медицинского персонала в медицинских организациях.

Необходимость в постоянном профессиональном самосовершенствовании в современных условиях становится не просто формальным тезисом, а острой необходимостью, которая обеспечивает современному врачу возможность соответствовать каждодневно возрастающим требованиям к уровню его знаний и умений.

На совершенствование медицинскими и фармацевтическими работниками их профессионального уровня в течение всей трудовой жизни, а также постоянное расширение квалификации ориентирована «Концепция развития непрерывного медицинского и фармацевтического

образования в Российской Федерации до 2021 года», утвержденная приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации № 926 от 21.11.2017.

Согласно вышеуказанной Концепции, непрерывное медицинское и фармацевтическое образование осуществляется через:

- освоение образовательных программ в организациях, осуществляющих образовательную деятельность («формальное образование»);
- обучение в рамках деятельности профессиональных некоммерческих организаций («неформальное образование»);
- индивидуальную познавательную деятельность («самообразование»).

В целом, как внешние, так и внутренние факторы, на современном этапе побуждают руководителей медицинских организаций уделять первостепенное внимание вопросам повышения квалификации персонала, при этом крайне важно добиться максимального эффекта, что достигается за счет внедрения новых форм и современных технологий обучения.

При нашем участии на базе Государственного бюджетного учреждения здравоохранения города Москвы «Городская поликлиника № 46 Департамента здравоохранения города Москвы» была предпринята попытка, не исключая традиционные способы «формального образования», разработать дополнительную систему обучения,

задействовав современные принципы симуляционного обучения и дистанционных технологий, а также приоритетное использование собственного образовательного контента.

Следует отметить, что данная технология имеет уникальное отличие от всех остальных форм обучения: при разработке собственного образовательного контента мы получили не только сам контент, но и новую категорию сотрудников-тьюторов, которые приобрели совершенно новые, ранее отсутствовавшие у них навыки создания учебных материалов, а также стали носителями высококачественных знаний.

Среди технологий обучения мы выбрали дистанционную форму как наиболее перспективную и отвечающую нашим требованиям. По результатам изучения в качестве образовательной платформы был выбран продукт одного из отечественных разработчиков. Функционал данной системы полностью отвечал нашим требованиям: дистанционная форма, интерактивные возможности с эффектом присутствия, детальный учет прохождения сотрудниками учебного материала и контроль степени его усвоения. Пользователю предоставлялась возможность проходить обучение посредством сети Интернет в любое время, в любом месте, используя удобное для него устройство (персональный компьютер, ноутбук, планшет, смартфон). На рис. 1 отображен интерфейс системы со стороны пользователя.

32

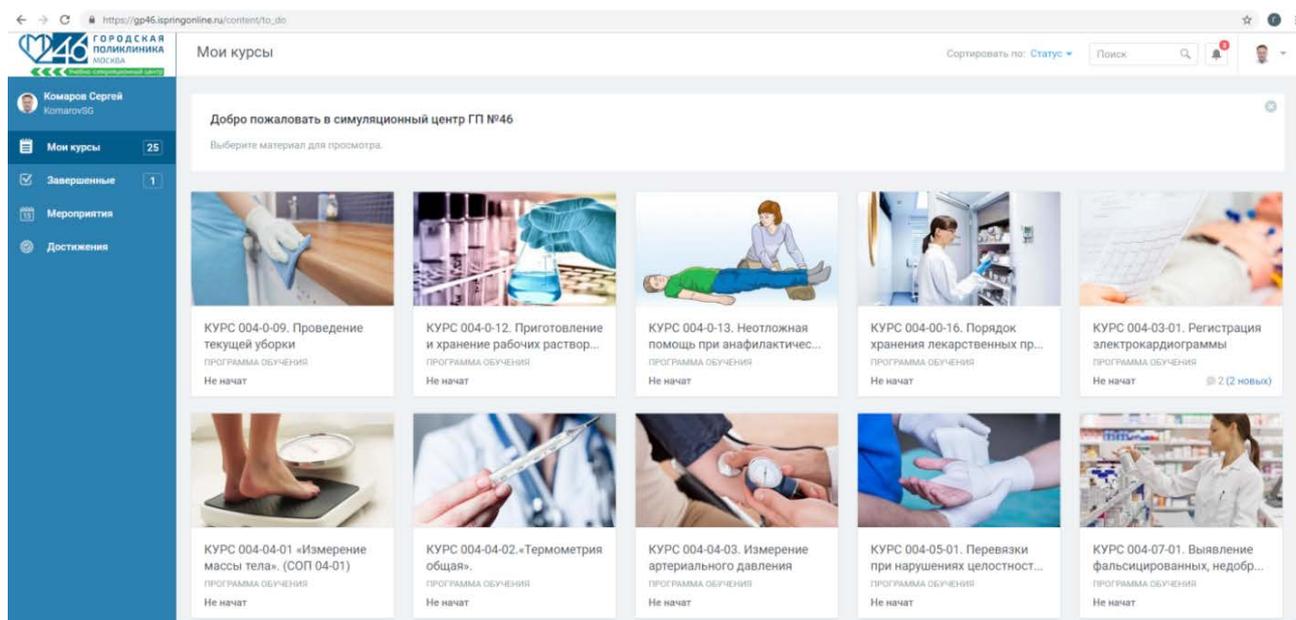


Рис. 1. Возможности системы обучения медицинского персонала поликлиники

Следующим этапом организации деятельности учебного центра стало создание собственного образовательного контента. Для этого из числа наиболее опытных и, что немаловажно, вовлеченных работников была сформирована рабочая группа, которая составила перечень направлений последующего обучения с детализацией на основные темы и отдельные вопросы и на протяжении 2017-2018 гг. в свободное от основной работы время занималась реализацией данного проекта.

Поскольку разработка собственного образовательного контента представляет собой процесс творческий и достаточно длительный, на пер-

воначальном этапе основной акцент с учетом актуальности был сделан на учебные материалы, касающиеся деятельности преимущественно среднего медицинского персонала в виде так называемых стандартных операционных процедур (далее - СОП) – высокоэффективных инструментов для совершенствования процессов в сфере соблюдения качества медицинской помощи и санитарно-эпидемиологических требований.

Была разработана оптимальная структура учебного блока (образовательный контент и вспомогательный для усвоения и контроля инструментарий), которая схематично отражена в таблице.

Таблица 1

### Характеристика учебного блока

Библиотека документов	Набор файлов, доступных для скачивания и самостоятельного ознакомления, формируется из утвержденных нормативных правовых актов и методических рекомендаций.
Видео-лекция	Учебное видео, в котором максимально наглядно раскрывается содержание учебного материала (процедура, манипуляция, технология и др.).
Презентация (слайды и аудио-сопровождение)	Слайды, содержащие описание и иллюстрации к учебному материалу, могут сопровождаться озвучиванием и включением видеофрагментов (в случае отсутствия видео-лекции).
Симулятор	Виртуальный симулятор, содержащий образовательный контент, позволяющий моделировать различные ситуации с учетом заложенного алгоритма действий.
Тесты	Тестовые задания, которые в числе прочего могут быть выполнены в формате виртуального симулятора.
Наглядные материалы	Файлы, доступные для скачивания, содержащие ключевую информацию (перечни, таблицы, схемы, алгоритмы и др.), которые предназначены для печати и последующего настенного размещения.

Взаимодействие пользователя с образовательной системой происходило по следующему алгоритму. Все основные работники поликлиники (врачи, медицинские сестры, администраторы) зарегистрированы в системе как пользователи. Каждый из них по своей учетной записи может удаленно войти в систему и выбрать интересующий его курс. Все курсы по умолчанию активны и доступны пользователю. Соответственно, проходить обучение можно в удобное время по любой тематике, интересующей пользователя.

Система позволяет контролировать все действия пользователя: отслеживать длительность работы с тем или иным элементом контента, факт открытия (скачивания) файлов, полученные оценки в результате тестирования, число попыток прохождения тестов и др. Данная функция представляет особый интерес для руководства поликлиники, поскольку позволяет

не только оценивать степень самодисциплины пользователя, но и вести учет успеваемости в динамике (подразумевается обретение новых знаний).

Однако образовательный процесс исключительно в электронном виде имеет один достаточно значимый недостаток, который заключается в отсутствии возможности отработки мануальных навыков и приемов под контролем опытного наставника. Основываясь на этом в 2019 году в дополнение к реализованному результату был оборудован учебный класс – процедурный кабинет, укомплектованный согласно стандартному набору оснащения, а также имеющий в наличии набор тренажеров: тренажер для отработки навыков внутривенных процедур – локтевой и кистевой доступ, тренажер ягодиц для внутримышечных инъекций, торс для отработки приемов сердечно-легочной реанимации (рис. 2).



Рис. 2. Учебный центр поликлиники

Помимо профессиональных навыков стояла задача развития универсальных компетенций - управление пациентоориентированным поведением персонала, корпоративная этика, формирование клиентского сервиса и др. Относительно последних перечисленных тематик следует отметить, что технология электронного обучения, имеющая широкие возможности в части использования мультимедиа и встроенного симулятора процессов, является наиболее эффективной и при этом весьма незатратной, если сравнивать с такими формами обучения, как услуги сторонних профессиональных тренеров. На рис. 3 изображен диалоговый тренажер «Обобщенная схема работы медицинского работника у информационного киоска и в

справочно-информационном окне (алгоритм общения с пациентом)» для отработки навыков общения.

Необходимо отметить еще один из весьма важных способов применения собственной образовательной системы. При достаточном накоплении образовательного контента и разработанных на его основе тестов систему возможно весьма эффективно использовать для входной оценки соискателей, планирующих трудоустроиться в поликлинику (в качестве дополнения к традиционным собеседованиям), а также для периодической оценки уровня знаний и компетенций у персонала поликлиники в целях обеспечения дифференцированной оплаты труда в рамках эффективного контракта.

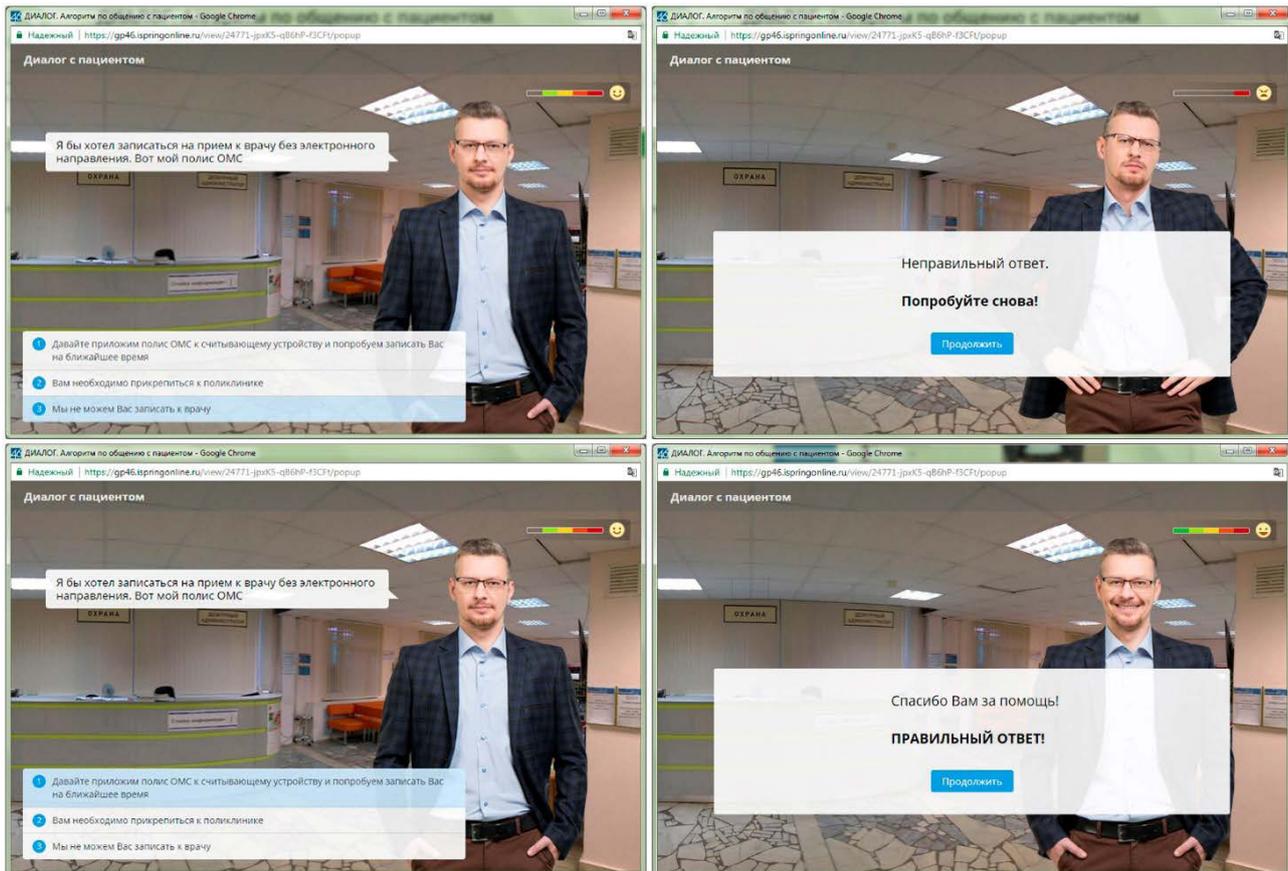


Рис. 3. Мультимедийные возможности образовательной программы

В заключении можно сделать следующий вывод. Создание в городской поликлинике за счет внутренних ресурсов образовательного центра, использующего современные технологии и собственный контент, является перспективной инновационной разработкой, отвечающей основным принципам «Концепции развития

непрерывного медицинского и фармацевтического образования в Российской Федерации до 2021 года». Она не требует существенных финансовых затрат и может быть реализована практически в любой медицинской организации первичного звена здравоохранения.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ахмадуллина Г.Х. Управление эффективностью обучения медицинских работников в современных условиях // Современные проблемы науки и образования. – 2018. – №1. – <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=27418>.
2. Денисова Т.П., Шкода А.С., Кудрина В.Г., Малинова Л.И. Аналитическое обоснование научного управления региональной системой здравоохранения // Проблемы управления здравоохранением. - 2004. - №6. - С. 5-12.
3. Комаров Г.А., Комаров С.Г., Архангельская Е.Ф., Писарчук А.С. Дистанционное последипломное образование: модель подготовки врачей-экспертов, работающих в сфере ОМС // Здравоохранение Российской Федерации. - 2014. - Т. 58. - №4. - С. 46-50.
4. Комаров Г.А., Комаров С.Г., Рева В.Д., Гизатулина Л.А., Архангельская Е.Ф. Инновационные технологии дистанционного дополнительного профессионального образования и профессиональной переподготовки управленческих кадров в здравоохранении // Медицина Кыргызстана. - 2015. - Т. 1. - №4. - С. 4-11.
5. Кудрина В.Г., Андреева Т.В., Комаров С.Г., Экажева П.С. Информационные ориентиры для развития системы целевой подготовки медицинских работников // Врач и информационные технологии. – М., 2017 - № 3. – С. 121-127.
6. Кудрина В.Г., Дубинская Е.А., Гончарова О.В., Андреева Т.В. Тестовые задания по медицинской статистике и информатике: 4-е издание, переработанное и дополненное ГБОУ ДПО РМАПО. - М.: Изд-во «Реинфор». - М., 2007. - 280 с.
7. Приказ Минздрава России от 21.11.2017 №926 «Об утверждении Концепции развития непрерывного медицинского и фармацевтического образования в Российской Федерации до 2021 года».

8. Природова О.Ф., Никишина В.Б., Кузнецова А.А., Колесниченко Т.В. Технология создания лекций в методическом аспекте высшего и дополнительного образования с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Лингвистика и педагогика. - 2017. - Т. 7. - №3 (24). - С. 100-108, <https://elibrary.ru/item.asp?id=30771381>.
9. Указ Президента РФ от 06.06.2019 №254 «О Стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 года» // Собрание законодательства Российской Федерации. - №23, 10.06.2019, ст.2927.
10. Федеральный проект «Обеспечение медицинских организаций системы здравоохранения квалифицированными кадрами». – URL: <https://www.rosminzdrav.ru/poleznye-resursy/natsproektzdravooхранenie/kadry>



UDC 61:658.386:616-057 (061.3)

**Sergey G. Komarov, Tatyana V. Andreeva**

Russian Medical Academy for continuing professional education, Moscow, [medstat@mail.ru](mailto:medstat@mail.ru)

### **Formation of information base for improvement of quality of training of medical workers in primary health care**

**Abstract.** In our research we consider the creation of a health human resources continuous professional education that provides not only large-scale and, as an outcome, expensive transformation, but also local (at the level of medical organizations) opportunities for professional development of medical personnel. We analyzed the experience of educational process formation in separately taken medical clinic. Our research suggested the implementation of a training simulation center (designed as an innovative technology) at the level of medical organizations.

**Keywords:** out medical clinic, simulation center in medical clinic, educational content and test system, e-learning technologies, standard operating procedures (SOPs).



УДК 61:614.23/.004.02 (061.3) ГРНТИ 20.51

**Кудрина В.Г., Андреева Т.В., Гончарова О.В., Экажева П.С.**

ФГБОУ ДПО Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования (ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России), Москва, Беломорская ул., д.19; kudrinu@mail.ru

## Роль профессиональных компетенций в формировании информационного профиля врача

### Аннотация

Квалификационные требования являются основными для медицинской деятельности медицинского персонала и имеют конкретный «информационный след» в виде его профессиональных компетенций. Изучена нормативно-правовая база и оценены возможности наполнения цифрового контура медицинской организации при развитии компетентностного подхода.

### Ключевые слова:

Медицинский персонал, квалификационные требования, профессиональные компетенции, профессиональный стандарт, внутренний контроль качества в медицинской организации

37

Улучшения в системе здравоохранения основаны на укреплении всех её ресурсных составляющих, в ряду которых кадровая имеет первостепенное значение. В «Стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 года», утверждённой Указом Президента РФ от 06.06.2019 №254, в ряду приоритетных направлений выделено совершенствование системы медицинского образования и кадрового обеспечения отрасли, в том числе постоянное «повышение профессионального уровня и расширение квалификации медицинских работников» (раздел IV, п.17).

Обозначенные целевые установки сегодня уже представляются на принципиально новой основе профессионального обучения (НМО) и аттестации (аккредитации) медицинского персонала. Можно считать, что для построения этой основы обоснованы основные принципы и сформулированы этапы новой системы допуска к профессии, без которых решение кадровых проблем с точками контроля определённой последовательности фаз реализации невозможно.

Можно констатировать, что к настоящему времени уже внедрён механизм и проводится мониторинг медицинских кадров в Федеральном регистре медицинских и фармацевтических работников, учитываются виды последипломной подготовки врачей и среднего медицинского персонала в виде профессиональной переподготовки (ПП), повышения квалификации (ПК) уже с учетом профессиональных мероприятий, реализуется постепенный переход от сертификации медицинских кадров к их аккредитации. Вместе с тем, остаётся открытым вопрос, который в Приказе Минздрава РФ от 07.06.2019 №381н определён как «формирование системы оценки деятельности и развития кадрового потенциала работников медицинских организаций». Традиционно ориентированная на систему профессиональных умений и знаний, при развитии компетентностного подхода именно на компетенции ориентируется «система оценки деятельности» и именно на этой основе предполагается построить систему допуска к профессии. На рисунке отражены составляющие компетентностного подхода.

ФГОС специалиста по специальности «Организация здравоохранения и общественное здоровье»	Профстандарт по специальности «Организация здравоохранения и общественное здоровье»
ФГОС по специальности «Медицинская кибернетика»	Профстандарт по специальности «Медицинская кибернетика»
ФГОСы по клиническим специальностям	Профстандарт (проект) «Руководитель мед. организации»
ФГОСы <b>п</b>	Профстандарты <b>п</b>



Рисунок. Компетентностный подход

Как можно видеть ключевыми становятся компетенции, совокупность которых определяет квалификацию медицинского персонала. Но ни в одном нормативно-правовом акте термин

«компетенция» нами не найден. Приведём несколько из выведенных на уровень конкретных формулировок (таблица 1).

Таблица 1

**Сопоставительная характеристика формулировок определения понятия «компетенция»**

<p><b>Профессиональная компетенция</b> - наличие профессиональных знаний, умений и навыков, необходимых для оказания медицинской помощи, умение их применять в конкретной ситуации, в том числе для использования в работе клинических протоколов и алгоритмов выполнения манипуляций. Важны профессионально-значимые личностные качества: честность, ответственность, дисциплинированность, аккуратность</p>	<p><b>«Компетенция (Kompetence) (competentia)»</b> - использование доказанных способностей, знаний, навыков, а также личностных, социальных, методических способностей в трудовых и учебных ситуациях и для профессионального и/или личностного развития</p>	<p><b>Профессиональные компетенции</b> – перечень профессий (специальностей), по которым проводится проверка умений, знаний и практического опыта при выполнении задания решения задачи профессиональной деятельности в ходе соревнований (мероприятий) WSI</p>
<p>Ист.: Предложения (практические рекомендации) по организации внутреннего контроля качества и безопасности медицинской деятельности в медицинской организации - М., 2015; М., 2017</p>	<p>Ист.: Европейская структура квалификаций. Цит. по: Болонский процесс, Европейские и национальные структуры квалификации / Под науч. ред. В.И.Байденко. – М., 2009</p>	<p>Ист.: World Skills Russia <a href="https://worldskills.ru/">https://worldskills.ru/</a></p>

Сопоставление приведенных формулировок позволяет определить общие черты подхода к термину «компетенция» - в единстве на позициях практикоориентированности рассматриваются и, главное, проверяются умения, знания и практический опыт при решении задач профессиональной деятельности. Сколько таких задач стоит перед персоналом медицинских организаций? Только по внутреннему контролю качества и безопасности медицинской деятельности в приказе Минздрава РФ от 07.06.2019 №381н определено 38 задач.

Для медицинских работников и их работодателей встаёт сложная задача – чтобы легитимно и эффективно организовать свою деятельность, для начала надо сориентироваться в достаточно сложной слабоструктуризованной и в основном неупорядоченной информации. Нет единой межведомственной информационной основы, определяющей деятельность медицинских работников: образовательные стандарты (ФГОСы) для ПП и ПК медицинских работников утверждаются Минобрнауки РФ и по существующей ситуации ранее, чем приняты профстандарты, что противоречит логике обеспечения профессиональной деятельности

медицинских работников. Профстандарты утверждаются Минтрудом РФ и, наконец, порядки, правила и требования к осуществлению медицинской деятельности - центром ответственности - Минздравом РФ. Внедрение принятых нормативно-правовых актов и организационно-распорядительных документов проводится на региональном уровне управления здравоохранением и, наконец, практические решения – в медицинских организациях. Вполне очевидно, что без единого автоматизированного учета результатов нормотворчества в части правил осуществления медицинской деятельности, информационный профиль врача не может быть построен.

Представляется, что свою часть пути в этом направлении следует пройти обеспечивающим федеральным проектам национального проекта «Здравоохранение» - ФП «Создание единого цифрового контура в здравоохранении на основе единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ)» и ФП «Обеспечение медицинских организаций системы здравоохранения квалифицированными кадрами».

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Денисова Т.П., Шкода А.С., Кудрина В.Г., Малинова Л.И. Аналитическое обоснование научного управления региональной системой здравоохранения // Проблемы управления здравоохранением. - 2004. - №6. - С.5-12.
2. Европейская структура квалификации для образования в течение жизни. Люксембург: Ведомство официальных публикаций Европейского сообщества, 2008. Цит. по пер. в кн.: Болонский процесс. Европейские и национальные структура квалификации / Под науч. ред. В.И.Байденко. - М., 2009.
3. Кудрина В.Г. Современные аспекты организации медицинской помощи в Российской Федерации // Медицинский вестник МВД. - 2017. - №4 (89). - С.2-5.
4. Порядок ведения ФРМР и ФРМО. - URL: portal.egisz.rosminzdrav.ru
5. Предложение (практические рекомендации) по организации внутреннего контроля качества и безопасности медицинской деятельности в медицинской организации (стационаре) / Утв. ФГБУ «Центр мониторинга и клинико-экономической экспертизы» Росздравнадзора. - М.: ФГБУ ЦМиКЭЭ. - 2015. - 81 с.
6. Предложения (практические рекомендации) по организации внутреннего контроля качества и безопасности медицинской деятельности в медицинской организации (поликлинике) / Утв. ФГБУ «Центр мониторинга и клинико-экономической экспертизы» Росздравнадзора. - М.: ФГБУ ЦМиКЭЭ. - 2017. - 130 с.
7. Приказ Минздрава России от 21.11.2017 №926 «Об утверждении Концепции развития непрерывного медицинского и фармацевтического образования в Российской Федерации до 2021 года».
8. Приказ Минздрава России от 21.12.2018 №989н «О внесении изменений в сроки и этапы аккредитации специалистов, а также категорий лиц, имеющих медицинское, фармацевтическое и иное образование и подлежащих аккредитации специалистов, утверждённые приказом Минздрава России от 22.12.2017 №1043н».
9. Приказ Минздрава России от 31.12.2013 №1159н «Об утверждении порядка ведения персонифицированного учета при осуществлении медицинской деятельности лиц, участвующих в оказании медицинских услуг».
10. Приказ Минздрава РФ от 07.06.2019 №381н «Об утверждении Требований к организации и проведению внутреннего контроля качества и безопасности медицинской деятельности».
11. Термины и определения WorldSkills Russia // brit03.ru/WorldSkills/glossary.pdf
12. Указ Президента РФ от 06.06.2019 №254 «О Стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 года» // Собрание законодательства Российской Федерации. - №23, 10.06.2019, ст.2927.

13. Федеральный проект «Обеспечение медицинских организаций системы здравоохранения квалифицированными кадрами». - URL: <https://www.rosminzdrav.ru/poleznye-resursy/natsproektzdravoohranenie/kadry>
14. Федеральный проект «Создание единого цифрового контура в здравоохранении на основе единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ)». - URL: <https://www.rosminzdrav.ru/poleznye-resursy/natsproektzdravoohranenie/tsifra>



UDC 61:614.23/.004.02 (061.3)

**Kudrina V.G., Andreeva T.V., Goncharova O.V., Ekazheva P.S.**

Russian Medical Academy for continuing professional education, Moscow, kudrinu@mail.ru

### **The role of professional competencies in the formation of the doctor information profile**

**Abstract.** Qualification requirements are basic for the medical activity of the medical staff and have a concrete 'information trace' in the form of his professional competencies. We studied framework laws and estimated the opportunities for the evolution of information technologies inside the medical organization with the development of the skills approach.

**Keywords:** medical staff, qualification requirements, professional competences, professional standard, quality assurance in hospitals



УДК 614.23

**Борисов Д.Н.<sup>1</sup>, Иванов В.В.<sup>1</sup>, Кушнирчук И.И.<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

## Публикационная активность медицинских специалистов (современное состояние подходы к оценке)

### Аннотация

Изложены основные подходы к оценке публикационной активности медицинских специалистов. Показана важность публикационной активности в сфере медицинской науки и образования для оценки научной деятельности медицинских организаций. Предложены основные подходы к увеличению наукометрических показателей и проведению наукометрической работы организации. Выявлены основные закономерности и факторы, влияющие на структуру и динамику наукометрических показателей. Определена динамика наукометрических индексов и показателей за 5 лет у медицинских вузов Российской Федерации. Определена зависимость наукометрических показателей медицинских организаций от работы с системой Science Index в научной электронной библиотеке.

### Ключевые слова:

медицинский ВУЗ, публикация, наукометрическая работа наукометрические показатели, индекс Хирша, российский индекс научного цитирования, Scopus, Web of Science

### Введение.

Наукометрические показатели всё чаще используются для оценки публикационной активности медицинских специалистов и научной работы медицинских организаций. Современная нормативно-правовая база содержит обязательные критерии по достижению наукометрических показателей для медицинских специалистов, диссертационных советов медицинского направления, медицинских вузов и медицинских организаций научного профиля. Основой успешности оценки медицинских организаций и функционирующих на их основе диссертационных советов является проведение наукометрической работы, зависящей в первую очередь от объема и качества публикационной активности медицинских специалистов.

Целью настоящего исследования явилось определение современного состояния публикационной активности медицинских специалистов

и её влияние на наукометрические показатели медицинских организаций. В связи с этим рост качества публикационной активности является важным направлением повышения успешности научной работы.

### Результаты и их обсуждение.

Выявлено, что на современном этапе развития нормативно-правовой базы в области оценки научной деятельности растёт значимость публикационной активности медицинских специалистов как в международных, так и в отечественных библиотечно-справочных и наукометрических базах данных. Международные наукометрические базы данных предоставляют ограниченный функционал по полному представлению результатов научной работы отечественных медицинских специалистов. В частности, на платформах Scopus и WoS размещаются только отдельные публикации, представленные в ограниченном перечне научных

журналов. Для объективной оценки деятельности научных и образовательных организаций медицинского профиля руководящими и контролирующими органами Российской Федерации используются критерии, более полно отражающие структуру и качество научной деятельности. В частности, в соответствии с критериями, предлагаемыми Академией наук РФ, научные организации делятся на несколько профилей. При этом основная часть медицинских ВУЗов и научных организаций относится к профилю «Генератора знаний». Данный профиль оценивается в большей степени по публикационной активности и отдельным показателям, основным из которых является количество публикаций в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ) за последние 5 лет.

За последние годы сформировалась четкая иерархия значимости научных публикаций, выстроенная в соответствии с уровнем наукометрической базы или научного журнала, в котором опубликована работа.

На уровне РФ качественным критериям научной публикации является попадание в базу научной электронной библиотеки (НЭБ) представленной на сайте <http://elibrary.ru>. В дальнейшем публикация рассматривается на предмет включения её в РИНЦ. Каждая работа в РИНЦ может попасть в так называемое «ядро» РИНЦ, если она осуществлена в периодическом издании, отнесенном к этой базе. В дальнейшем, на основе договоренности между НЭБ и WoS публикации, входящие в ядро РИНЦ, размещаются на платформе RSCI -Российском научном индексе на платформе Web of Science.

Таким образом, при публикации нового научного труда каждому автору целесообразно заранее представлять, насколько продуктивно с точки зрения формирования наукометрических показателей будет публикация в том или ином журнале или сборнике трудов.

НЭБ является основной БД хранения научных трудов в Российской Федерации, а медицинские вузы представлены в ней наиболее полно среди всех медицинских организаций. Несмотря на это, среднее число работ в РИНЦ на одного автора крайне мало и составляет не более 10% от общего числа публикаций медицинских специалистов (который ведется самими авторами) даже в ведущих вузах. Так, в настоящее время среднее число публикаций в РИНЦ составляет не более 7-9 работ на одного автора.

Среди большого количества наукометрических показателей различают две основные группы

— это показатели за всё время существования организации (h-, g-, i- index), а также группу показателей за последние 5 лет (по состоянию на 1 января текущего года).

Одним из основных показателей за последние 5 лет является общее количество работ сотрудников медицинской организации в РИНЦ. По этому показателю традиционно лидируют крупнейшие медицинские вузы - МГМУ имени И.М. Сеченова и Российская МАНПО.

В структуре публикационной активности только около 3% всех работ представлено в WoS. Исключение составляет МГМУ имени И.М. Сеченова, где в основной БД WoS представлено около 15% работ. Это объясняется требованиями руководящих документов по критериям соответствия программе вхождения вузов РФ в список ведущих мировых университетов (программа 5/100) и является важным подтверждением влияния нормативно-правовой и организационной составляющей на публикационную активность медицинских специалистов.

Современные требования по структуре отдельного научного труда уже приводятся в соответствии с требованиями международных баз научного цитирования. В частности, Минобрнауки в 2017 году разработало рекомендации по подготовке и оформлению научных статей в научных журналах. Для приёма тезисов трудов или научной статьи на конференцию от авторов всё чаще требуется представлять свои идентификационные коды в наукометрических базах. Это позволяет однозначно идентифицировать авторов в процессе последующего размещения сборников по итогам научных мероприятий в БД.

Важным инструментом повышения наукометрической активности является целенаправленная наукометрическая работа, которая в большинстве вузов Российской Федерации в том или ином виде ведётся на протяжении последних лет. В частности, при заключении договора на доступ к системе Science Index между вузом и НЭБ становится возможным занесение недостающих трудов и непривязанных цитирований научных сотрудников в базу библиотеки. Также источником пополнения НЭБ являются редакции научных журналов и издательства научной литературы.

Мотивацией к ведению наукометрической работы в медицинской организации является формирование нормативно-правовой базы в области образования и науки, учитывающей наукометрические показатели в качестве критерия оценки основной деятельности, влияние

наукометрических показателей на деятельность диссертационных советов, а также возможность объективной оценки деятельности отдельных научных сотрудников и коллективов внутри самой организации.

В числе требований, предъявляющихся к советам является наличие у каждого члена диссовета не менее трёх публикаций в международных цитатно-аналитических базах и не менее 5 публикаций в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки за последние 5 лет.

Учитывая высокую значимость публикационной активности для отдельных сотрудников и их организаций, в последнее время появляется множество научных изданий, которые дают возможность быстро осуществить публикацию, в том числе на коммерческой основе. При этом качество данных публикаций зачастую не соответствует требованиям, предъявляемым к научному труду. В связи с этим происходит постоянное ужесточение требований к научным изданиям, размещаемым в РИНЦ. Всё чаще из нее исключаются научные журналы, в том числе не соответствующие требованиям рецензируемости научных статей. В настоящее время каждый журнал проходит перерегистрацию в базе данных РИНЦ, а для каждой статьи требуется прикладывание отдельных файлов рецензии. Большинство сборников тезисов хоть размещается на платформе НЭБ, но уже не входят в РИНЦ и не используется для расчетов показателей авторов и их организаций.

В то же время, позиционированию РИНЦ как единой базы, где хранятся все публикации и научные труды российских ученых мешает ряд факторов.

В первую очередь к ним относятся отсутствие взаимосвязи между НЭБ и электронными библиотеками на базе российских вузов, где уже каталогизировано большое количество трудов. Учитывая, что электронные библиотеки и НЭБ уже содержат встроенные механизмы экспорта и импорта библиографической информации в различных общедоступных и специализированных библиографических форматах, данный вопрос со временем может быть разрешен. Также целесообразно подключение к НЭБ других общероссийских электронных баз данных результатов научной деятельности, таких как базы данных патентов, изобретений, научно-исследовательских работ и т.д.

Целом следует отметить постоянный рост наукометрических показателей медицинских вузов и других медицинских организаций в РИНЦ. Так в течение 2016-2019 гг. индекс цитируемости

(g-index) медицинских вузов вырос в среднем в полтора-два раза. i-index, показывающий качество научно-педагогических сотрудников и отражающий их цитируемость в РИНЦ вырос за это же период на 20-30%.

В то же время при проведении оценки медицинских ВУЗов необходимо учитывать наличие в них возможности доступа к системе Science index (SI) для организаций. При доступе к SI показатели количества публикаций и цитирований возрастают до 100% от исходных значений. Учитывая опыт подключения крупнейших учебных и научных организаций РФ к международным базам научного цитирования на безвозмездной основе целесообразно распространить данный опыт на обеспечение безвозмездного доступа ко всем возможностям РИНЦ.

#### **Выводы.**

Всё большее число медицинских вузов из них большинство ведущих вузов ведут наукометрическую работу. Медицинские вузы занимают ведущие позиции по наукометрическим показателям среди вузов остальных научных направлений. Постоянное совершенствование работы НЭБ сопровождается ужесточением правил включения в БД и дает некоторые преимущества тем вузам, которые начали наукометрическую работу раньше. Использование платных возможностей НЭБ (договор на доступ к SI) для организации даёт конкурентное преимущество вузу в рейтинге по наукометрическим показателям.

Рост наукометрических показателей зависит не только от проведения, собственно, наукометрической работы, но и от административного влияния на авторов, занимающихся научной деятельностью. Для обеспечения объективного сравнения медицинских вузов по наукометрическим показателем необходимо создать условия для равного доступа к НЭБ во всех научных и образовательных организациях РФ.

С научной точки зрения было бы целесообразно трансформировать нынешний пятилетний период учета показателей в более гибкий механизм, отражающий снижение значимости показателя со временем.

Было бы целесообразно учитывать число соавторов статье для определения вклада конкретного автора в научный труд.

В целом наукометрические показатели должны стать не только инструментом оценки медицинских организаций и отдельных медицинских специалистов, но и стимулом формирования конкретных и осязаемых результатов научной работы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Полянин А.Д. Недостатки индексов цитируемости и Хирша и использование других наукометрических показателей / А.Д. Полянин // Математическое моделирование и численные методы. 2014. № 1 (1). С.131-144.
2. Назаренко М.А. Проблемы качества образования в области управления и стандартизации больших данных / М.А. Назаренко // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 11-1. – С. 61–62
3. Вялков А.И., Глухова Е.А. Оценка качества научно-исследовательской деятельности медицинской организации с помощью наукометрических показателей / А.И. Вялков, Е.А. Глухова // Здоровоохранение Российской Федерации. 2013. № 3. С. 3-5.
4. Полянин А.Д. Недостатки индексов цитируемости и хирша и использование других наукометрических показателей / А.Д. Полянин // Математическое моделирование и численные методы. 2014. № 1 (1). С.131-144.
5. Marx W., Cardona M. The Citation Impact outside References–Formal versus Informal Citations. *Scientometrics*, 2009, vol. 80, no. 1, pp. 1–21.
6. Podlubny I. Comparison of Scientific Impact Expressed by the Number of Citations in Different Fields of Science. *Scientometrics*, 2005, vol. 64, no. 1, pp. 95–99.
7. Ефимова, Г. З. Анализ эффективности наукометрических показателей при оценке научной деятельности / Г. З. Ефимова // Вестник Тюменского государственного университета. – 2012. – № 8. – С. 101–108.
8. Штовба, С. Д. Обзор наукометрических показателей для оценки публикационной деятельности ученого / С. Д. Штовба, Е. В. Штовба // Управление большими системами: сборник трудов. Специальный выпуск 44 – Наукометрия и экспертиза в управлении наукой / под ред. Д. А. Новикова, А. И. Орлова, П. Ю. Чеботарева. – М. : ИПУ РАН, 2013. – С. 262–276.
9. Amin M., Mabe M. Impact Factor: Use and Abuse. *Perspectives in Publishing*, 2000, no. 1, pp. 1–6.
10. Podlubny, I. Comparison of scientific impact expressed by the number of citations in different fields of science / I. Podlubny // *Scientometrics*. – 2005. – Vol. 64. – № 1. – P. 95–99.
11. Кабакова Е.А. Использование наукометрических показателей при оценке научной деятельности / Е.А. Кабакова // Вопросы территориального развития. 2014. № 8 (18). С. 5.

UDC 614.23

**Borisov D.N.<sup>1</sup>, Ivanov V.V.<sup>1</sup>, Kushnirchuk I.I.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Military Medical Academy named after S.M. Kirova, St. Petersburg, Russia

### **Public activity of medical specialists (current state approaches to evaluation)**

**Abstract.** The main approaches to the assessment of the publication activity of medical specialists are described. The importance of publication activity in the field of medical science and education for assessing the scientific activities of medical organizations is shown. The basic approaches to increase scientometric indicators and the organization of scientometric work of the organization are proposed. The main patterns and factors affecting the structure and volume of scientometric indicators are identified. The dynamics of scientometric indices and indicators for 5 years at medical universities of the Russian Federation is shown. The dependence of scientometric indicators of medical organizations on working with the Science Index system in a scientific electronic library is determined.

**Keywords:** medical university, publication, scientometric work, scientometric indicators, Hirsch index, Russian index of scientific citation, Scopus, Web of Science.

УДК 004.89

**Жовнерчук Е.В.<sup>1,2</sup>, Клименко Г.С.<sup>3</sup>, Кожин П.Б.<sup>3</sup>, Лебедев Г.С.<sup>3,4,5</sup>, Московенко А.В.<sup>1</sup>**<sup>1</sup>ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда им. Н.Ф. Измерова»<sup>2</sup>Академия постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА России<sup>3</sup>ФГБАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет)<sup>4</sup>ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России<sup>5</sup>ООО «Современное программное обеспечение»

## Применение цифровых методов для диагностики психоэмоционального состояния и коррекции состояния пациентов с психическими расстройствами разных возрастов

### Аннотация

Организация медицинского обслуживания граждан, страдающими психическими расстройствами, на дому, с применением телемедицинских технологий, является актуальной и важной задачей. В настоящей статье авторы анализируют возможность дистанционного наблюдения за пациентами с психическими расстройствами, предлагают решение проблемы. Одним из вариантов такой системы может быть наблюдение за детьми с расстройствами аутистического спектра.

45

### Ключевые слова:

телемедицина, телемедицинская система, психические расстройства, расстройства аутистического спектра

Настоящая работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 18-07-00987.

### Введение

В России ежегодно проводится социально-психологическое тестирование всех обучающихся в образовательных учреждениях. По результатам такого тестирования за 2018 более 20% детей имеют склонность к аддикции, 20% - склонность к делинквентному поведению, более 8% подвержены риску аутоагрессии. Результаты тестирования показали склонность детей и подростков к аддиктивному и делинквентному поведению, что подтверждает актуальность исследования рисков девиаций среди обучающихся в образовательных учреждениях РФ. По результатам социально-психологического тестирования выборка респондентов

составляет только по одному региону более 315 тыс. обучающихся. Из них более 9,5 тысяч респондентов имеют превышение норм по всем трем симптомокомплексам одновременно, т.е. находятся в риске вовлечения как по аддиктивному типу, так и в риске формирования делинквентности и аутоагрессивности. Высокая мотивация респондентов к прохождению диагностики в аудиовизуальной форме выявлена в работе с контрольной группой подростков, при этом высокотехнологичная модель позволит без длительного и ресурсозатратного блока психодиагностических методик получить картину психоэмоционального состояния подростка.

Масштабы распространения и формирования психосоциальных девиаций в молодежной среде указывают на острую необходимость внедрения в самой ближайшей перспективе современных, эффективных подходов и методов ранней диагностики и реабилитации. По официальным данным Минздрава России в настоящее время происходит омолаживание контингента, следовательно, внедрение комплексных реабилитационных программ, включающих психологические и социальные мероприятия, необходимо начинать в средних и высших учебных заведениях.

Профилактика и ранняя диагностика несовершеннолетних связана с целым рядом трудностей. Одна из проблем — это влияние человеческого фактора. При диагностике и коррекции важна комплаэнтность и эмпатия между исследователем и обследуемым, также влияет предвзятость, личная неприязнь и даже коррупционная составляющая. Можно также отметить низкую пропускную способность при проведении диагностики и коррекции человеком-специалистом по сравнению с киберфизической системой. Автоматизация этих процессов помимо повышения производительности решит проблему негативной стигматизации вопросов, связанных с диагностикой, коррекцией и психическим здоровьем человека.

Таким образом, диагностические и профилактические мероприятия можно массово внедрять с применением цифровых методов, таких как телемедицина, виртуальная или дополненная реальность, искусственный интеллект. Такие технологии позволяют использовать в широкой практике новые, простые и в то же время достоверные методики и тесты, позволяющие выявлять отклонения в психоэмоциональной сфере, а также использовать инновационный аппаратный инструментарий, повышающий эффективность коррекционных мероприятий. При этом предлагается поэтапно апробировать внедряемые методы сначала на взрослом контингенте, с последующим переходом на пациентов детского возраста. Авторы предполагают выполнить такое исследование в Научно-исследовательском институте медицины труда им. Н.Ф. Измерова и Сеченовском Университете, имеющих аффилированные научные базы с пациентами разного возраста.

#### **Актуальность исследования**

В настоящее время диагностика психоэмоционального состояния преимущественно осуществляется человеком, обладающим

специфическими методиками и специальными познаниями в области психологии, психофизиологии, психиатрии, психотерапии [1]. Методы и методики, применяемые при этом, дают результаты, которые имеют большую подверженность человеческому фактору, и могут быть необъективными [2]. Для исключения влияния человеческого фактора и повышения производительности обследования целесообразно применять киберфизические методы диагностики [3].

В 2006 г. директор по встроенным и гибридным системам Национального научного фонда США Хелен Джилл [4] ввела термин «киберфизические системы» для обозначения комплексов, состоящих из природных объектов, искусственных подсистем и контроллеров [5].

В современных условиях труда с повышенными информационными и стрессорными нагрузками, перспективными методами быстрой автоматизированной диагностики психоэмоционального состояния могут быть дистанционные методы, основанные на компьютерном распознавании образов, а именно мимической активности лица, имеющей тесную связь с рефлекторным и моторным компонентом отображения психического состояния [6, 7, 8].

При выявлении неудовлетворительного психического состояния дистанционно важно приблизить этап оказания психологической помощи за счет телемедицинских технологий. При этом использование психокоррекции при помощи виртуальной реальности позволяет быстро и эффективно, без задействования узкого специалиста, оказать психологическое коррекционное воздействие. В настоящее время научно доказана эффективность положительного воздействия на психику программ и методик виртуальной реальности [9,10,11,12].

Для определения точки приложения использования киберфизических методов дистанционной диагностики наша работа была разделена на этапы. Это было сделано для того, чтобы сначала на взрослом контингенте апробировать дистанционные методики диагностики и коррекции и далее переходить к исследованию на контингенте детского возраста. Первый предварительный этап включал в себя скрининговую психодиагностику входящего потока пациентов, поступающих на лечение в клинику профзаболеваний НИИ МТ. Это было сделано для определения наличия психопатологических феноменов тревоги и депрессии, а также определения уровня невротизации, как факторов коморбидной психической патологии при

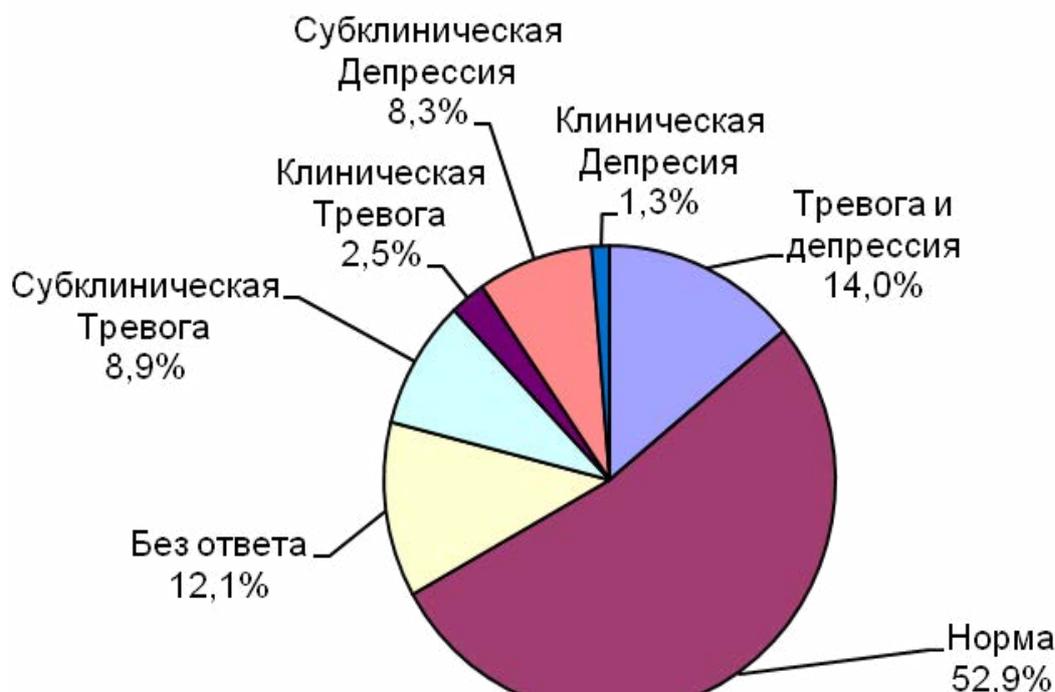


заболеваниях, связанных с трудом. На втором этапе в структуре входящего потока был проведен анализ распределения пациентов с коморбидными психическими состояниями по отделениям клиники. При этом анализировалось распределение по нозологическим единицам, которым наиболее часто сопутствовали те или иные психопатологические феномены. На следующем этапе лица, с выявленными психопатологическими феноменами, относились в группу риска и проходили углубленное психологическое, психофизиологическое обследование для уточнения тактики коррекции психического состояния. На заключительном этапе пациентам из группы риска применялся метод психокоррекции методом виртуальной реальности, который включал в себя адаптированную

(переведенную на русский язык) европейскую программу разработанную в University of Vic - Central University of Catalonia [13]. Далее, проведя анализ эффективности, разрабатывалась система оказания телемедицинской помощи детям с расстройством аутистического спектра с применением отобранных эффективных методик дистанционной диагностики психоэмоционального состояния с психокоррекцией виртуальной реальностью.

Бланковым методом на первом предварительном этапе было обследовано 186 взрослых пациентов. Средний возраст составил  $58,12 \pm 13$ . Распределение по полу было следующим: 95 пациентов мужчины, 91 женщины. Скрининговые показатели тревоги и депрессии представлены на рисунке.

Шкала тревоги и депрессии HADS (n=186)

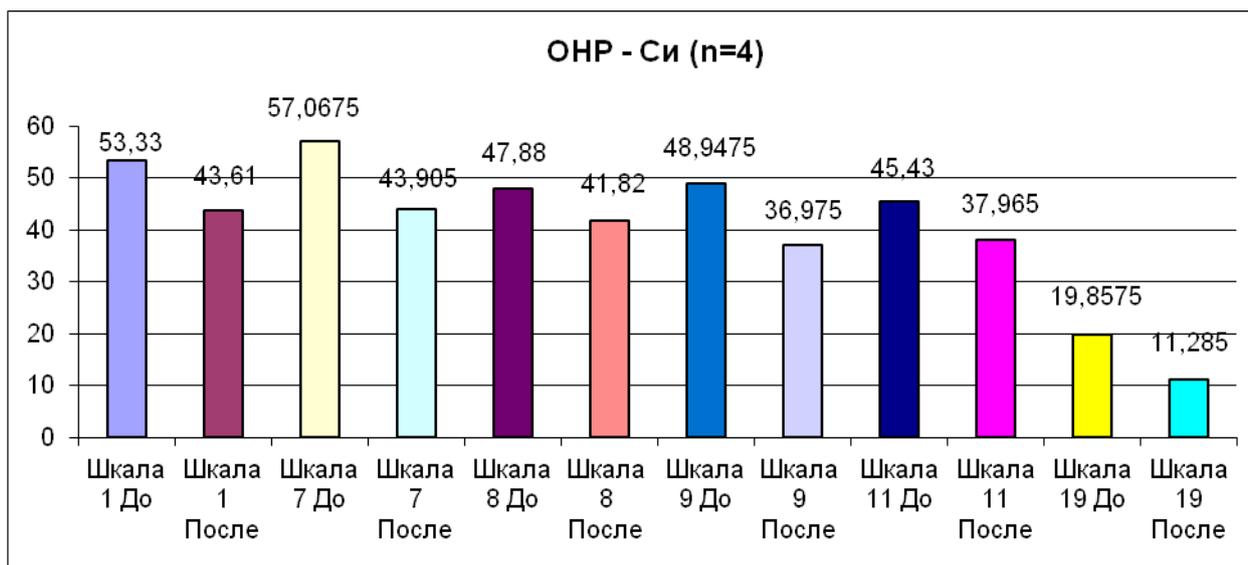


47

Полученные данные указывают, что значительная часть пациентов клиники профзаболеваний имеет коморбидные психические изменения, на которые нужно обращать внимание лечащим врачам и при необходимости расширять психодиагностический поиск для выявления показаний к психологической коррекции.

В исследовании пациенты, попавшие в группу повышенного риска психических изменений, прошли психологическую коррекцию при помощи программы виртуальной реальности. Для объективизации динамики психического состояния помимо клинических суждений проводилась психодиагностика при помощи психологических тестов: УН (уровень невротизации) [14], ОНР-СИ (опросник невротических расстройств) [15], ДОРС (дифференцированная оценка

работоспособности) [16], тест Спилберга-Ханина [17] для определения личностной и ситуативной тревожности, а также тест САН (самочувствие, активность, настроение) [18]. Сравнительные результаты динамики регистрируемых показателей до и после коррекции представлены на диаграмме. Статистически значимые отличия не изучались в связи с малой выборкой (4 человека). Авторы понимают, что малая выборка является существенным недостатком, но в качестве пилотного исследования, которое, по нашему мнению, считается инновационным и одним из первых в стране, предлагаем научной общественности ознакомиться с такими предварительными результатами, объявив научное первенство данной тематики.



### Цель исследования

Целью проведения исследования является поэтапная разработка требований и последующая реализация интеллектуальной информационной системы, предназначенной для применения киберфизических методов психологической диагностики (в т.ч. дистанционной) с целью выявления склонности к развитию психоциальных девиаций (в т.ч. по аддиктивному типу) и психологической коррекции актуального психического состояния при помощи аппаратно-программного комплекса виртуальной реальности среди детей и подростков, обучающихся в образовательных учреждениях РФ и находящихся в условиях реабилитации в специализированных учреждениях. Инновационная составляющая данного подхода не имеет аналогов в современной профилактической и диагностической работе, совмещает в себе комплекс тестовых задач и видеофиксацию мимической активности с распознаванием психо-эмоциональных состояний респондента, определения показаний для психологической коррекции, а также ее осуществление при помощи виртуальной реальности. Киберфизический метод предполагает разработку диагностической методики (модели) определения психоэмоциональных состояний сначала на взрослом контингенте и далее на контингенте детей и подростков, позволяющий выявлять факт предрасположенности к девиантному поведению и описывать ряд значимых особенностей эмоционально-волевой сферы личности для создания профилактических программ в образовательных организациях. Основу такой системы составляет способ биоинформационного моделирования с созданием системы поддержки принятия решения, который предполагает совершенствование процедуры экспертной оценки уровня рисков развития аддиктивных, делинквентных,

аутоагрессивных тенденций у детей и подростков. Экспертная оценка формируется на пролонгированном наблюдении, материале анамнеза, личного дела и психологического профиля подростка, находящегося на стационарном этапе реабилитации в специализированном государственном центре, с целью изучения и создания универсальных маршрутов, описывающих характерные факторы риска и намечающих наиболее перспективные направления профилактической работы в условиях современной школы. Информационные данные будут поступать в нейросеть для ее обучения с последующей оценкой эффективности. Будет произведена оценка эффективности методов виртуальной реальности для коррекции актуального психоэмоционального состояния. В конечном итоге будет создана информационная система с подсистемой поддержки принятия решения, способная удаленно подключать пользователей для проведения дистанционной диагностики девиантного поведения с формированием группы риска, которой будет проводиться психокоррекция виртуальной реальностью в целях проведения первичной психопрофилактической работы.

### Задачи исследования

При выполнении исследования предполагается первоначально разработка информационной системы с возможностью осуществления удаленного доступа пользователей по сети Интернет, с защищенным режимом передачи данных, в том числе персонализированных, с функцией ввода данных в интегрированную систему поддержки принятия решения, а также подключения внешнего оборудования, способного дистанционно проводить мониторинг психо-эмоционального состояния и подключать аппаратно-программный комплекс виртуальной реальности для проведения психокоррекции.

Далее, поэтапно, на разных возрастных группах будут разработаны диагностические критерии оценки предрасположенности к формированию психосоциальных девиаций (в т.ч. употреблению психоактивных веществ) у подростков и учащихся для формирования системы поддержки принятия решений в целях последующей интеграции в информационную систему. Затем будет проведен мониторинг поведения подростков, с выявленными критериями психосоциальных девиаций, при помощи аппаратно-программного комплекса дистанционного распознавания эмоций с фиксацией мимики и движений в целях глубокого обучения искусственных нейронных сетей для создания функции ранней диагностики девиантных и реактивных состояний, что послужит определению показаний для проведения дальнейшей реабилитации с последующей интеграцией в информационную систему.

На следующем этапе исследований будет разработан алгоритм профилактики, коррекционной помощи и реабилитационной поддержки подростков «группы риска» и создана система поддержки принятия решений с интеграцией в разрабатываемую информационную систему. Разработка, апробация и оценка эффективности программ виртуальной реальности для психологической коррекции и реабилитации разных возрастных целевых групп с интеграцией в информационную систему будут выполнены после формирования алгоритмов.

И, наконец, будет осуществлено практическое внедрение разработанной информационной системы и апробированных технологий диагностики, поддержки принятия решений, коррекции и реабилитации в работу психологов и клинических специалистов в выбранных образовательных учреждениях.

#### **Подходы, используемые для реализации исследования**

Во время подготовительного периода (пилотного проекта, формирующего научный задел) после апробации дистанционных методов диагностики и коррекции на взрослой выборке подтвердившей свою эффективность проводилась аудио и видеозапись более 100 воспитанников и апробация психокоррекции учащихся Государственного казенного общеобразовательного учреждения Московской области для детей, нуждающихся в психолого-педагогической и медико-социальной помощи, "Центр психолого-педагогической реабилитации, коррекции и образования «Ариадна»". Проект является мультимодальным по своей наполненности - содержит экспертные заключения врачей, психологов и реабилитологов, включая сбор анамнеза и разработку тактики для дальнейшей работы.

При реализации исследования для каждой фокус-группы будет внедрен метод глубокого обучения искусственных нейронных сетей для настройки системы распознавания движений и мимики подростка, для раннего обнаружения дезадаптивных состояний и других отклонений в поведении, телемедицинские технологии для организации дистанционного наблюдения врачом за здоровьем ребенка со своевременной коррекцией психического состояния программой виртуальной реальности.

В ходе выполнения исследования будут выполнены следующие работы:

Будут разработаны критерии оценки предрасположенности к формированию психосоциальных зависимостей (употреблению психоактивных веществ) у подростков и учащихся. При этом будет выполнен отбор и внедрение методик для оценки предрасположенности к формированию психосоциальных зависимостей, формирование целевых групп для проекта.

Будет внедрена телемедицинская система дистанционного распознавания эмоций при помощи фиксации мимики и движений, определяющие психоземotionalное состояние. При этом будет получена информация о психоземotionalном состоянии и возможности сопоставления его с аддитивным, девиантным и иным видами поведения.

Будут разработаны методы глубокого обучения искусственных нейронных сетей с ранней диагностикой реактивных состояний и других отклонений в поведении.

В работу специалистов-психологов в образовательных учреждениях будут внедрены технологии диагностики на основании анализа результатов деятельности специалистов-психологов, использующих технологии по дистанционному распознаванию эмоций. Это приведет к повышению уровня выявления отклонений в поведении, снижению влияния субъективного фактора при оценке поведения.

Следующим шагом будет разработка алгоритма профилактики, коррекционной помощи и реабилитационной поддержки подростков «группы риска». Это позволит повысить эффективность коррекции и дальнейшего сопровождения.

Наконец, будут разработаны и внедрены программы виртуальной реальности для психологической коррекции и дальнейшей реабилитации целевых групп.

#### **Результаты исследования**

В результате исследования будет создана телемедицинская система мониторинга пациентов с психическими расстройствами (ПР), включающая следующие элементы (отметим, что

предпосылки создания элементов такой системы были рассмотрены нами ранее [19,20]).

#### 1. Методика медицинской помощи детям с ПР на дому.

Предполагается разработка методологии оказания медицинской помощи детям с ПР в домашних условиях, интеграция в общую систему здравоохранения и формирования системы домашней телемедицины. Методология должна учитывать несколько аспектов. Во-первых, медицинский, чтобы определить, какой вид помощи может предоставляться дистанционно, и как современные технологии улучшают способы взаимодействия медицинского персонала и детей с аутизмом, и их семей. После того, как будет определена процедура удаленного медицинского обслуживания пациентов с ПР в домашних условиях, необходимо будет установить правила заключения договоров на медицинское обслуживание и условия оплаты. Очень важным аспектом этой методологии является разработка процедур сбора и обработки медицинской информации, в том числе, в частности, методов защиты персональных данных в соответствии с правилами страны. Данный этап возникает после проведения предварительных этапов исследования на взрослом контингенте и его актуальность, по нашему мнению, указывается в этом разделе. Наконец, методология также будет содержать описание методов математических и информационных технологий, используемых при сборе, передаче и обработке данных, а также методов взаимодействия с пользователем и визуализации данных. Конечная цель этой задачи - внести вклад в руководство по терапии и стандартизацию для детей с ПР.

#### 2. Поддержка предварительной диагностики ПР с помощью интерактивных методов и тестов.

Предполагается разработка набора интерактивных методов и тестов для определения ПР в разных возрастах ребенка с применением методов, признанных международным сообществом и одобренных для использования в России. Методы будут основаны на интерактивных тестах, сгруппированных по возрасту ребенка и направленных на выявление возможных нарушений развития. Результаты применения каждой методики или метода будут обработаны в соответствии с разработанным алгоритмом и предоставят врачу, родителям и лицам, осуществляющим уход за ребенком, рекомендации относительно его состояния и возможной коррекции или улучшения этого состояния. Набор методов будет разработан таким образом, чтобы его можно было обновлять при появлении новых. Система должна предусматривать воз-

можность формирования анкет и применения методов обработки данных. Система будет использоваться в качестве начального этапа предварительной диагностики, который может быть выполнен дома, но при этом имеет поддержку медицинской системы и медицинского персонала.

#### 3. Автоматизированное рабочее место на основе телемедицины для контролирующих врачей.

Предполагается создание рабочего места врача (опекуна), который следит за ребенком дома. Рабочее место врача будет оснащено компьютером (или планшетом), подключенным к Интернету, и программным обеспечением, которое позволит врачу взаимодействовать как с инфраструктурой в доме ребенка, так и с внутренней ИТ-инфраструктурой и услугами.

Врач должен иметь возможность считывать сигналы, хранящиеся на устройствах в доме ребенка, и визуализировать данные о состоянии здоровья пациента. Он также должен иметь возможность удаленного управления некоторыми устройствами (например, изменение периодичности, в которой измеряются некоторые значения). Данные от пациента будут обрабатываться системой поддержки принятия клинических решений (поясняется далее) с использованием математических методов, и врач должен иметь возможность доступа к результатам, а также получать предупреждения о некоторых, заранее определенных, условиях.

Автоматизированное рабочее место врача должно обеспечивать возможность проведения видеосеансов с пациентом, а также сохранения данных в электронной медицинской карте пациента.

#### 4. Домашняя телемедицинская система для дистанционного мониторинга состояния здоровья детей с аутизмом.

Предоставление средств телемедицины и удаленного мониторинга состояния здоровья в доме у ребенка требует проектирования и развития инфраструктуры аппаратного и программного обеспечения.

Структура домашней телемедицинской системы будет включать в себя набор мобильных (компактных) медицинских устройств и пакет программного обеспечения для управления устройствами. Экспериментальный метод позволит определить необходимый набор мобильных медицинских приборов, которые позволят точно определить несколько связанных со здоровьем параметров ребенка и поддержать врача в определении его состояния по отношению к ПР.

Существует несколько видов деятельности, которые могут улучшить психическое, физиологи-

ческое и социальное состояние детей с ПР и их семей, которые можно обобщить в следующих областях:

- Профилактика эпилепсии, кататонии;
- Контроль поведения и движения;
- Социализация, общение, обучение;
- Мониторинг развития ребенка с ранее диагностированными нарушениями.

Использование современных аппаратных и программных решений для дистанционного мониторинга психических и физиологических функций организма, а также применение методов виртуальной реальности и геймификации могут помочь улучшить четыре аспекта, упомянутых выше.

Для разработки аппаратной инфраструктуры для домашней системы телемедицины будет рассмотрено несколько устройств или компонентов, их взаимодействие и интеграция. Эти устройства или компоненты будут либо находиться под наблюдением ребенка или лица, проводящего телемедицинскую манипуляцию, либо будут интегрированы в его или ее среду обитания, либо будут собирать информацию, относящуюся к контексту, из внешних источников.

Из арсенала аппаратных и программных решений, используемых дома, можно выделить следующие решения, которые можно использовать для решения поставленных задач.

- Портативное устройство для электроэнцефалографии (ЭЭГ);
- Носимый наручный трекер (в форме браслета) для обеспечения: (a) контроля ежедневной активности, (b) контроля начала, конца, продолжительности и фаз сна, восхода ночи, (c) метки для моделей движения в помещении, (d) фотоплетизмография: мониторинга частоты сердечных сокращений, вариабельности сердечного ритма (ВСР), артериального давления, (e) ЭКГ по одному каналу, (f) влажности кожи;
- Инфракрасный термометр - контроль температуры тела;
- Датчики кровати, чтобы обеспечить высокоточную информацию о мониторинге сна;
- Напольные весы с измерением импеданса - мониторинг массы и состава тела;
- Внутренние датчики мониторинга окружающей среды для обеспечения датчиков температуры, атмосферного давления, влажности, света, электромагнитного излучения, загрязнения воздуха (частицы размером 2,5 нм);
- Мониторинг погодных условий из открытых источников информации о географической метке местонахождения пациента: темпе-

ратура, влажность, атмосферное давление, скорость ветра, солнечная активность, облачность, магнитная активность, рассвет и закат, загрязнение воздуха (частицы 2,5 нм);

- Маяки для внутреннего размещения (вместе с браслетом);
- Видеокамера с программным обеспечением для дистанционного распознавания эмоций с помощью мимики, определяющей психоэмоциональное состояние (эта часть подробно объясняется в дополнительном задании рабочей программы далее);
- Аппаратно-программный комплекс для психологического расслабления с помощью воздействия виртуальной реальности (также подробно объясняется в дополнительном задании).

Система телемедицины в домашних условиях включает также пакет программного обеспечения для управления устройствами, который будет включать следующие функции:

- управление подключением и эксплуатацией (мобильных) медицинских устройств;
- сбор данных с устройств о состоянии здоровья ребенка;
- визуализация данных на компьютере пациента (или планшете);
- передача данных контролирующему врачу (опекуну) ребенка;
- возможность ввода данных вручную, если отсутствует автоматическое измерительное устройство или необходимо заполнить анкету или форму обратной связи;

##### 5. Корреляция сна и ПР.

Психопатологические проявления указывают, что существует тесная взаимосвязь между качеством сна и состоянием детей с ПР. Уменьшение времени сна оказывает влияние, например, на беспокойство и тревогу. Кроме того, существуют краткосрочные и долгосрочные влияния на способность учиться или интегрироваться в реальный мир. Наконец, некоторые заболевания могут стать хроническими и, следовательно, станут частью жизни взрослого человека. Контактные лица страдают от заболеваний сна, поскольку исследования показывают, что стресс родителей оказывает негативное влияние на детей с ПР, и, следовательно, это влияет на болезни сна еще больше. Введение измерения качества сна, основанного на объективных показателях, является ключевым для устранения субъективного фактора и, таким образом, позволяет получить более надежный набор данных об измерении качества сна, с одной стороны, а также о влиянии ежедневных измерений в

дневное время. Кроме того, способ измерения качества сна должен быть надежным, неинвазивным, простым в обращении и без каких-либо изменений в привычной среде ребенка. Следовательно, эта задача будет развиваться как система измерения качества сна (аппаратная и программная) для извлечения всех соответствующих данных, чтобы заменить подходы, основанные на ПСГ, и преодолеть недостатки решений, основанных на одной точке, не предоставляя достаточную информацию для эксперта (например, актиграфии). Система будет объединена с другими устройствами, например, камерой для видеосъемки в качестве дополнительного источника.

6. Раннее выявление ПР, через распознавание движений и жестов посредством глубокого обучения искусственных нейронных сетей.

Как показано в задаче, описывающей аппаратную и программную инфраструктуру для поддержки телемедицины в домашних условиях, будет разработана динамическая система видеонаблюдения для распознавания поведения ребенка с использованием методов глубокого обучения искусственных нейронных сетей с ранней диагностикой реактивных состояний и других поведенческих отклонений. Такая система будет установлена по месту жительства ребенка и будет включать в себя набор видеокамер (оптимально 3 шт.), установленных в основной жилой зоне ребенка (обычно в его или ее комнате), и программное обеспечение, позволяющее получать видеосигналы с видеокамер и распознавать действия пациента, его имитации и жесты с использованием базы знаний в форме искусственной нейронной сети.

Система позволит определить действия ребенка (сон, пробуждение, падение, движение, выполнение элементарных функций), а также выявить развитие эпилептического припадка и других реактивных состояний на ранней стадии. В идеале, в сочетании с данными с других устройств, система должна быть в состоянии предсказать начало возбуждения или реактивного состояния. База знаний системы, собранная в процессе глубокого изучения искусственной нейронной сети, будет составлена из помеченных изображений других детей, а также путем манипулирования изображениями самого ребенка с помощью художников. Обучение будет проводиться также во время работы системы.

7. Система поддержки принятия клинических решений.

Предлагаемая система способна собирать большое количество различных данных, связанных с пациентами. Система поддержки приня-

тия клинических решений будет разработана для того, чтобы сначала использовать полученные данные (псевдонимами) для улучшения знаний о здоровье, связанных с ПР у детей, а затем связать эти знания с наблюдениями за здоровьем пациентов, чтобы помочь врачам в принятии клинических решений.

Что касается медицинского обслуживания отдельных пациентов с ПР, система поддержки принятия клинических решений должна отслеживать значение соответствующих показателей и предупреждать врача (опекуна) об обнаружении отклонений от допустимых значений. Для этого он обработает данные с использованием математических методов (включая методы искусственного интеллекта) и предоставит их врачу в форме, подходящей для принятия решения. Конечная цель системы поддержки принятия клинических решений состоит в том, чтобы обеспечить основанный на фактических данных анализ зависимостей между всеми влияющими факторами в развитии симптомов ПР, чтобы обеспечить раннее предупреждение об ухудшении ситуации, улучшении долгосрочной терапии и улучшении социального и жизненного уровня среди детей с аутизмом.

8. Виртуальная реальность и дополненная реальность для дистанционного обучения работы с психотехниками и адаптации детей с ПР.

Целью системы телемедицины в домашних условиях является не только измерение и распознавание состояния здоровья детей с ПР, но также возможность улучшить его и предоставить им и их семьям механизмы, позволяющие справляться с известными коммуникационными и социальными проблемами этих детей и помочь им расслабиться, и улучшить свои навыки социального взаимодействия, а также контролировать свои эмоции таким образом, чтобы уменьшить время, в течение которого эти дети находятся в «реактивном» состоянии, и дети могут оставаться в «расслабленном» состоянии в течение более длительных периодов времени. Программы виртуальной реальности (VR) или трехмерные компьютерные программы широко используются в качестве образовательного механизма для детей с ПР. Будет разработан набор систем с элементами виртуальной реальности и дополненной реальности (AR) для дистанционного обучения и адаптации детей с ПР.

VR предлагает специальные преимущества для детей с ПР, имитируя реальные ситуации в тщательно контролируемой и безопасной среде. Системы виртуальной реальности будут представлять собой набор, состоящий из шлема виртуальной реальности, перчаток виртуаль-

ной реальности (джойстиков), компьютера (или планшета) и управляющей программы. Цель наборов будет отличаться, от погружения ребенка в виртуальную реальность и проведения с ним медицинских и других манипуляций в течение этого периода до изучения повседневных функций с целью социальной адаптации. Наборы будут предоставлены семьям, в которых живет ребенок, или социальным учреждениям. По результатам исследования можно сделать вывод, что дети с ПР: положительно воспринимают и понимают технологию VR; им нравится использовать это; они могут извлечь из него новую информацию (о реальном мире); они реагируют на виртуальную реальность так, как это должно быть, и они не считают виртуальные сцены обманчивыми и действительно демонстрируют большее взаимодействие с иммерсивным дисплеем, чем без этой функции.

Эти результаты классифицируются по возрасту и уровню способностей участников, которые сильно различаются в исследованиях. Некоторые исследования посвящены высокоорганизованным подросткам, другие - младшим, менее способным детям.

Основной целью применения технологии VR при ПР является улучшение адаптации ребенка. На данный момент, согласно существующим исследованиям, их улучшения можно разделить на улучшение коммуникационных функций, распознавание эмоций, обучение и нормализацию двигательной активности. В этой работе будут разработаны дополнительные исследования для настройки наборов VR / AR на механизмы ПР.

#### 9. Совместные платформы и сервисы для поддержки детей с ПР.

Помимо систем мониторинга медицинской помощи на дому и предоставления учебных и обучающих средств, целью этого проекта также является реализация целостного подхода, который предоставляет медицинские и психологические услуги вместе с коммуникационными платформами для различных участников (детей, родителей, врачей-психиатров, социальных работников, учителей и т.д.), а также информационная платформа для всего сообщества родителей таких детей.

Будет сформирована медико-психологическая служба для мониторинга здоровья, поведения и социальной адаптации ребенка с ПР. Эта служба будет создана в Сеченовском университете и будет состоять из психиатров и психологов.

Техническое и математическое обеспечение системы будет осуществлять Институт цифровой медицины. Доступ к дистанционному обслуживанию детей и их семей будет осуществляться после их регистрации в Сеченовском университете и после проведения личного обследования с условием соблюдения информированного согласия.

Будет создан информационный ресурс, накапливающий разработанные технологии и обеспечивающий связь между ребенком, родителями (опекунами), медицинскими и социальными работниками, медицинскими и социальными учреждениями. Информационный ресурс будет располагаться в Сеченовском Университете и будет содержать разделы для дистанционного тестирования, дистанционного мониторинга состояния здоровья, распознавания движения и психоэмоционального состояния, обучения через виртуальную реальность, информационного взаимодействия между врачами, психологами, родителями (опекунами), между собой во время эксплуатации системы.

Для повышения доступности и качества медицинской помощи и социальной адаптации детей с ПР будет создан реестр медицинских информационных технологий, который представляет собой единый онлайн-сервис для сбора и анализа медицинской информации.

#### Заключение

Таким образом, исходя из сплошного психодиагностического скрининга пациентов, поступающих на стационарное обследование и лечение в клинику профзаболеваний, можно выделить группу риска, нуждающуюся в углубленном изучении психического здоровья. При этом при выявлении показаний для проведения психокоррекции возможно эффективно применять цифровые методы и специальные программы виртуальной реальности для достижения положительных результатов коррекции. При предварительном положительном апробировании методик дистанционной диагностики и коррекции на взрослом контингенте возможно масштабировать исследование на детей. Построение технического задания на проектирование системы поддержки принятия решений предполагает создание системы, где будут учитываться клинические, технические, правовые и социальные особенности создания телемедицинского обеспечения с применением дистанционной диагностики и коррекции психоэмоционального состояния изучаемого контингента.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бухтияров И.В., Глухов Д.В. Формирование посттравматических стрессовых расстройств у военнослужащих в боевой обстановке. // Медицина труда и промышленная экология. 2018;(2):10-14.

2. Сериков В.В. Типы личностной надёжности операторов подвижных человеко-машинных систем (на примере работников локомотивных бригад) Автореф. Дисс. к.психол.н, Москва 2018, 27с.
3. Клименко Г.С., Лебедев Г.С. Развитие российского Интернета в здравоохранении. // Информационно-измерительные и управляющие системы 2015; 13 (10): 14-19.
4. Sanislav, Teodora, and Liviu Miclea. Cyber-Physical Systems-Concept, Challenges and Research Areas // Journal of Control Engineering and Applied Informatics. 2012. P. 2833.
5. Colombo A., Bangemann T. Industrial Cloud-based Cyber-physical Systems: The IMC-AESOP Approach. Cham Springer International Publishing, 2014. 45 p.
6. Ekman, P., Darwin, Deception, and Facial Expression. In Ekman, P., Campos, J. J., Davidson, R. J., & de Waal, F. B. M. (Eds.), (2003). Emotions inside out: 130 years after Darwin's: The expression of the emotions in man and animals (pp. 205-221). New York, NY: New York Academy of Sciences.
7. Chandrani S., Washef A., Soma M., Debasis M. Facial Expressions: A Cross-Cultural Study. Emotion Recognition: A Pattern Analysis Approach. Wiley, 2015, pp. 69-86.
8. Князев Б.А., Гапанюк Ю.Е. Распознавание аномального поведения человека по его эмоциональному состоянию и уровню напряженности с использованием экспертных правил. // Инженерный Вестник, 2013, с. 509-524.
9. Patterson DR, Wiechman SA, Jensen M, Sharar SR. Hypnosis delivered through immersive virtual reality for burn pain: A clinical case series. // The International journal of clinical and experimental hypnosis 2006 Apr; 54; 2; 130-42.
10. Alsina-Jurnet, Ivan, Gutiérrez-Maldonado, José (2010): Influence of personality and individual abilities on the sense of presence experienced in . // In International Journal of Human-Computer Studies, 68 (10) pp. 788-801.
11. Afsharian N. A survey of effectiveness of virtual reality exposure therapy in reducing the driving phobia: a case study. // Psychological Studies Faculty of Education and Psychology Alzahra Univ. 2016;12(1):65-84.
12. Oubahssi L., Mahdi O., Piau-Toffolon C., Iksal S. (2020) A Process of Design and Production of Virtual Reality Learning Environments. In: Auer M., Tsiatsos T. (eds) The Challenges of the Digital Transformation in Education. ICL 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 916. Springer, Cham
13. Ivan Alsina-Jurnet, Cristina Carvallo-Beciu, José Gutiérrez-Maldonado. Validity of virtual reality as a method of exposure in the treatment of test anxiety // Behavior Research Methods 2007, 39 (4), 844-851
14. Б.В. Иовлев, Э.Б. Карпова, А.Я Вукс. Шкала для психологической экспресс - диагностики уровня невротизации (УН). Методические рекомендации. Санкт-Петербургский научно-исследовательский психоневрологический институт им. В.М.Бехтерева, Санкт-Петербург 1999, 29с.
15. Психодиагностическая методика для определения невротических и невротоподобных нарушений (ОНР). Пособие для врачей и психологов / под ред. Б.Д. Карварсарского. – СПб., 1998. – 38 с.
16. Леонова А. Б., Величковская С. Б. Дифференциальная диагностика состояний сниженной работоспособности. Психология психических состояний / Под ред. А. О. Прохорова. Вып. 4. – Казань, 2002. С. 326–344.
17. Батаршев А.В. Базовые психологические свойства и самоопределение личности: Практическое руководство по психологической диагностике. — СПб.: Речь, 2005. С.44 – 49.
18. Практикум по психологии состояний: Учебное пособие / Под ред. проф. О.А. Прохорова. – СПб: Речь, 2004. С.121 – 122.
19. Lebedev G., Klimenko H., Fartushniy E., Shaderkin I., Kozhin P., Galitskaya D. (2019) Building a Telemedicine System for Monitoring the Health Status and Supporting the Social Adaptation of Children with Autism Spectrum Disorders. // Czarnowski I., Howlett R., Jain L. (eds) Intelligent Decision Technologies 2019. Smart Innovation, Systems and Technologies, vol 143. Springer, Singapore. - DOI:10.1007/978-981-13-8303-8\_26, URL:https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-981-13-8303-8\_26.
20. Лебедев Г.С., Клименко Г.С., Шадеркин И.А., Жовнерчук Е.В., Кожин П.Б., Галицкая Д.А. Телемедицинская система мониторинга состояния здоровья детей с расстройствами аутистического спектра // Цифровое Здравоохранение. Труды XIX Международного конгресса «Информационные технологии в медицине» (Москва, 11—12 октября 2018), электронное издание — М.: Консэф, 2018. С.53-58. — URL: https://itmcongress.ru/itmc2018/proceedings/ (Дата обращения 10.12.19).

UDC 004.89

**Zhovnerchik E. V.<sup>1,2</sup>, Klimenko G. S.<sup>3</sup>, Kozhin P. B.<sup>3</sup>, Lebedev G. S.<sup>3,4,5</sup>, Moskoventko A.V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Izmerov Research Institute of Occupational Health

<sup>2</sup>Federal Research and Clinical Center of Specialized Types of Health Care and Medical Technology of the FMBA

<sup>3</sup>I.M. Sechenov First Moscow State Medical University

<sup>4</sup>Federal Research Institute for Health Organization and Informatics

<sup>5</sup>Firm “Modern Software”

### **The use of digital methods for the diagnosis of psycho-emotional state and correction of the condition of patients with mental disorders of different ages**

**Abstract.** Organization of medical care for citizens suffering from mental disorders at home, using telemedicine technologies, is an urgent and important task. In this article, the authors analyze the possibility of remote monitoring of patients with mental disorders, offer a solution to the problem. One option for such a system may be to monitor children with autism spectrum disorders.

**Keywords:** Telemedicine, virtual reality, artificial neural networks, autism spectrum disorders.

УДК 004.91

**Лебедев Г.С.<sup>1,2</sup>, Крылов О.Б.<sup>2</sup>, Леляков А.И.<sup>2</sup>, Миронов Ю.Г.<sup>2</sup>, Ткаченко В.В.<sup>2</sup>**<sup>1</sup>ФГБАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет)<sup>2</sup>ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России

## Совершенствование форм статистической отчетности научных учреждений Минздрава России

### Аннотация

Эффективность внедрения результатов НИР является одним из основных показателей, который необходимо учитывать при распределении бюджетных средств, направляемых на научные исследования. Требование эффективности расходования бюджетных средств, выделяемых на проведение НИР, приводит к необходимости постоянного совершенствования методического аппарата, который способствует поддержке принятия решения в распределении средств. С развитием информационных технологий актуально повышение качества информационной поддержки принятия решений по организации научных исследований в МЗ, в том числе и за счет совершенствования системы показателей и критериев оценки потенциалов научно-исследовательских учреждений (НИУ), отражающих способность НИУ достичь востребованных результатов в рамках выполнения.

55

### Ключевые слова:

государственное задание; методика; статистическая отчетность; эффективность научных результатов; экспертная оценка; научно-исследовательская работа, научная платформа, научно-технический потенциал

### Введение.

В России в последнее время все более остро встает вопрос о повышении эффективности отечественной науки, разработки четких критериев оценки ее деятельности, вплоть до комплексного реформирования всей системы, включая механизмы финансирования, приемы управления и структуру производственных отношений. [11,12,13]. Все это в равной степени относится как к фундаментальной, так и прикладной науке.

Объективная текущая необходимость повышения прозрачности и эффективности процесса научных исследований совпала с важным изменением в научной среде: достигнута достаточно высокая степень переноса деятельности ученых в электронную онлайн-среду [15,16,17]. Сбор, обработка и интерпретация следов этой активности открывает ранее недоступные возможности по формированию

статистической базы о деятельности ученых [14] и, в частности, об использовании результатов их исследований.

Эффективность научно-исследовательских работ (НИР), в том числе внедрение их результатов в практику, является одним из основных показателей, который необходимо учитывать при распределении бюджетных средств направляемых на научные исследования. Эффективность НИР может быть определена как ценность полученных при выполнении НИР научных результатов, и их соответствия объемам ресурсов (материальных, финансовых, и др.), израсходованным на их получение [2,5]. Объемы этих ресурсов можно рассматривать как стоимость работ, а именно объем финансирования, в рамках государственных заданий или государственных контрактов [11,12,13] научно-исследовательским учреждениям (НИУ), которые относятся к федеральным государственным бюджетным

(ФГБУ) и образовательным (ФГБОУ) учреждениям Минздрава России.

Большинство существующих методик оценки эффективности НИР, и ценности полученных при выполнении НИР научных результатов, по своей сути сводится к одномоментной оценке [8]. Как правило, решается задача минимизации затрат на обеспечение работ, при условии их безусловного выполнения и достижения плановой цели исследования, не принимая во внимание дальнейшее внедрение результатов исследований в практику.

Таким образом, актуальна задача разработки методики интегральной динамической оценки эффективности НИР, так как оценка ценности полученных результатов может меняться по мере внедрения результатов в практику и развития медицинской науки. Предлагается оценку эффективности НИР проводить на протяжении ряда лет после её завершения, и на основании этой оценки формировать интегральный показатель (рейтинг) НИУ, отражающий эффективность НИР в этих НИУ.

**Цель.** Разработка предложений по совершенствованию форм статистической отчетности НИУ на основе анализа достаточности системы статистических показателей НИУ для оценки потенциалов НИУ, в том числе для оценки эффективности внедрения результатов исследований, полученных в рамках выполнения госконтрактов. Эта работа является продолжением разработки интегральной методики оценки эффективности НИР, проводимых в НИУ Минздрава России, которая будет оценивать не только ее выполнение и отчетные материалы, но и степень внедрения ее научных результатов. Такая оценка будет проводиться в течение определенного периода после завершения НИР.

#### Материал и методы.

В работе проанализированы показатели потенциалов НИУ, собираемые в рамках существующих форм статистической отчетности, и их достаточность для оценки потенциалов НИУ. Проведён анализ достаточности указанных показателей для оценки потенциалов НИУ, отражающих способность получать востребованные научные результаты. При этом, была использована методика ресурсно-динамического моделирования научно-технических потенциалов (НТП) учреждений Минздрава [1].

Представленная в статье методика предполагает, что структурная модель НТП в медицинском учреждении, может быть представлена в виде:

$$F^n(t) = \Psi(\bar{R}, L^n, t) \quad (6),$$

где  $\bar{R} = (R_f^n, R_{int}^n, R_{inf}^n, R_{mt}^n, R_{em}^n, R_{md}^n, R_{sc}^n \text{ и } R_{prt}^n)$

- финансовые, интеллектуальные, информационные, материальные, учебно-методические, медицинские, социальные и программно-технические ресурсы  $n$ -го НИУ;

$L^n$  - уровень управления ресурсами;

$t$  - модуль времени;

$\Psi$  - функционал (функция, заданная на произвольном множестве) определяющий значение  $F^n(t)$ ,

тогда  $F^n(t)$  - признак обобщения всех видов ресурсов и факторов во временном периоде  $t$ .

#### Результаты.

Разработаны рекомендации по дополнению форм статистической отчетности НИУ Минздрава России. Разработана новая форма статистической отчетности, включающая показатели, характеризующие эффективность внедрения результатов НИР, выполняемых НИУ в рамках госконтрактов.

- Используя выше представленный метод решения многокритериальных оптимизационных задач, мы можем:
- рассчитывать показатели уровня НТП научного учреждения;
- обобщать все виды ресурсов и факторов структурной модели НТП учреждения во временном диапазоне;
- рассчитывать обобщенную модель бюджетного финансирования учреждения (ий) Минздрава России по научным платформам;
- рассчитывать базовый оценочный уровень НТП учреждения для каждой НП Минздрава России, в том числе в разрезе образовательных и научных учреждений, и всех НП Минздрава России;
- формировать матрицу экспертных оценок по критериям;
- проводить анализ деятельности НИУ на основе сформированной матрицы экспертных оценок по годам и периодам;
- оценивать эффективность НИР в НИУ Минздрава России.

Методика расчета интегральной оценки эффективности НИР учитывает:

- критерии эффективность – стоимость;
- вычисляемые, наукометрические показатели;
- динамику показателей на протяжении ряда лет;
- экспертные оценки ценности полученных результатов;

- ожидаемый/подтвержденный экономический эффект.

### Обсуждение.

В настоящее время в Минздраве существует система отчетности, в соответствии с которой все подотчетные учреждения, выполняющие научные исследования (НИУ), ежегодно предоставляют сведения о ходе реализации ГЗ на выполнение научных исследований, а также сведения по реализации плана мероприятий по повышению эффективности научно-практической деятельности учреждений.<sup>1</sup>

Вся отчетная документация разбита на две группы:

Первая группа содержит 6 форм отчета о ходе реализации ГЗ на выполнение научных исследований и позволяет оценить результативность выполнения каждой конкретной научной работы, и включает в себя следующие показатели результативности:

- Заявки на патенты, ед.
- Полученные патенты, патентообладателем которых является учреждение, ед.
- Статьи всего, ед.
- из них:
  - в рейтинговых отечественных журналах с импакт-фактором не менее 0,3, ед.;
  - совокупный импакт-фактор статей\*;
  - в зарубежных журналах с импакт-фактором не менее 0,3;
  - совокупный импакт-фактор статей\*;
  - прочие, ед.
- Монографии, главы в монографиях, руководства и т.д., ед.
- Разработка лекарственных препаратов, медицинских изделий, ед.
- Разработка тест-систем
- Организованные и проведенные научно-практические мероприятия, ед.
- Защищенные диссертации, ед.
- из них:
  - докторские
  - кандидатские

В отдельную отчетную форму собираются более детальные данные по всем опубликованным статьям с привязкой к НИР, в рамках которой они были написаны.

Вторая группа содержит 6 форм отчетов при реализации плана мероприятий по повышению эффективности. В эту группу входят показатели, характеризующие научных сотрудников, научные подразделения и научное учреждение

в целом, которые позволяют оценить научно-технический потенциал, что также необходимо при использовании интегральной оценки НИР, 12 см. статью.

Статистические показатели в настоящее время позволяют оценить результаты работы НИУ только с научной стороны и частично с научно-практической, а такие аспекты как финансово-экономический, организационный, социальный, учебно-методический не представлены вообще. Это приводит как к однобокости самой оценки, так и к недооценке отдельных НИР, направленных как раз на получение результатов в перечисленных областях. Следует также отметить, что существующие формы не позволяют оценивать динамику внедрения результатов НИР, после их завершения (т.е. использование их после отчетов по ним).

При существующей системе статистики недостающие показатели могут быть получены только при изучении полных отчетов по НИР, что представляется весьма трудо- и время затратным.

**Целесообразно** все показатели по оценке эффективности НИР отразить в отдельной форме отчета в табличном виде. Дополнительные показатели при необходимости могут быть сформулированы экспертным сообществом.

Формализуя представление показателей результативности можно добиться не только значительного упрощения работы для экспертов, оценивающих эффективности НИР, но и частично автоматизировать сам процесс оценки НИР.

С точки зрения научно-практической, наиболее важной составляющей прикладных исследований - количество показателей далеко не полно. К тому же, показатели представлены только в обобщенной цифровой форме – не детализированной по полученным практическим результатам.

Авторы **предлагают** данные по научно-практическим результатам собирать отдельной формой, составленной по аналогии формы отчетности по научным статьям. Такой подход позволит в дальнейшем отслеживать как результативность внедрения, так и полученный финансовый эффект от внедрения в течение 3-5 летнего цикла.

Предложены проекты вариантов форм отчетов в Минздрав России, которые позволят внедрить в практику методику интегральной оценки эффективности научно-исследовательских работ в научных учреждениях Минздрава России, см. статья.

<sup>1</sup> <https://www.rosminzdrav.ru/>

**Сводная таблица показателей результативности НИР в ФГБУ \_\_\_\_\_  
Минздрава России за 20\_\_ год**

Подтверждающий документ	Наименование результата научной работы (НР)	Идентификатор НР, в рамках которой получен результат	Применение или внедрение НР в (учреждение, предприятие и т.д.)	Полученные средства (от реализации, продажи)	Расчетный экономический эффект (от внедрения)
1. В рамках государственного задания					
Акт о внедрении №...	Технология проведения операции...	ГЗ ХХХХ/2017			
2. Федеральные целевые программы					
3. По договорам научно-технического сотрудничества					
4. Гранты					

В качестве результатов рассматриваются

- медицинские технологии;
- лекарственные препараты;
- медицинские изделия;
- биомедицинские материалы;
- диагностические системы;
- методики;
- социальные изменения;

- организационные и структурные изменения и другая «практическая продукция», от продажи или внедрения которой может быть получена экономическая прибыль.

В результате накопления данной информации можно дополнительно оценивать экономическую результативность прикладных научных исследований в конкретном учреждении по годам:

**Показатели результативности НИР в \_\_\_\_\_ Минздрава России**

Показатель	2018	2019	2020	2021
Средства, полученные на исследования из бюджета				
Привлеченные внебюджетные средства				
Число внедрений результатов исследований				
Средства, полученные от реализации результатов				
Экономический эффект от внедрения результатов				
другие показатели, собираемые из существующих отчетных форм по учреждениям, выполняющим научные исследования:				
- .....				
- .....				

Аналогично формируется таблица показателей \_\_\_\_\_ учреждениям за конкретный год для сравнения по рассматриваемым научным



**Сравнительная таблица показателей результативности НИР  
в учреждениях Минздрава России за 20\_\_ год**

Показатель	ФГБУ 1	ФГБУ 2	ФГБУ 3
Средства, полученные на исследования из бюджета			
Привлеченные внебюджетные средства			
Число внедрений результатов исследований			
Средства, полученные от реализации результатов			
Экономический эффект от внедрения результатов			
другие показатели, собираемые из существующих отчетных форм по учреждениям, выполняющим научные исследования:			
- .....			
- .....			

**Выводы**

В работе проанализированы показатели потенциалов НИУ, собираемые в рамках существующих форм статистической отчетности, и их достаточность для оценки потенциалов НИУ. Показано, что этих статистических показателей недостаточно для полной и достоверной оценки потенциалов НИУ, отражающих способность получать востребованные научные результаты.

Разработаны рекомендации по дополнению

форм статистической отчетности НИУ Минздрава России. Показатели, включенные в предлагаемые новые формы статистической отчетности НИУ Минздрава России, позволят существенно повысить качество решения задачи распределения бюджетных средств на выполнения госконтрактов за счет учета внедрения результатов ранее выполненных НИР, отслеживаемых на протяжении ряда лет.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Georgy Lebedev, Oleg Krylov, Andrey Lelyakov, Yuriy Mironov, Valeriy Tkachenko, Sergey Zykov. Scientific Research in Scientific Institutions of Russian Ministry of Health. // Smart Innovation, Systems and Technologies, June 2019
2. VanLare JM, Conway PH, Sox HC. Five next steps for a new national program for comparative-effectiveness research. *N Engl J Med.* 2010 Mar 18; 362 (11): 970-3
3. Mushlin AI, Ghomrawi HM. Comparative effectiveness research: a cornerstone of healthcare reform? *Trans Am Clin Climatol Assoc.* 2010; 121: 141-54; discussion 154-5
4. Platt R, Wilson M, Chan KA, Benner JS, Marchibroda J, McClellan M. The new Sentinel Network — improving the evidence of medical-product safety. *N Engl J Med.* 2009 Aug 13; 361 (7): 645-7
5. Higher Education Funding Council for England [Internet]. 2017 Research Excellence Framework [updated 2017 March 17]. Assessment criteria and level definitions [updated 2014 Dec 12; cited 2019 Jan 31]. Available from: <https://www.ref.ac.uk/2014/panels/assessmentcriteriaandleveldefinitions/>
6. Smyth RL. A risk adapted approach to the governance of clinical trials. *BMJ.* 2011 Oct 25; 343: d6756.
7. Academy of Medical Sciences [Internet]. A new pathway for the regulation and governance of health research, 2011. [Cited 2019 Jan 29]. Available from: <http://www.acmedsci.ac.uk/policy/policy-projects/>
8. Califf RM. The patient-centered outcomes research network: a national infrastructure for comparative effectiveness research. *N C Med J.* 2014 May-Jun; 75 (3): 204-10
9. Lee D, Kim S, Cha SH. Evaluating the effectiveness of research centers and institutes in universities: Disciplines and life cycle stages. *KEDI J Educ Policy.* 2014; 11 (1): 119
10. Ranking of Research Institutions SIR World Report 2010 Health Sciences [Internet]. SCImago Journal & Country Rank. [Cited 2019 Jan 31]. Available from: <http://www.scimagojr.com>
11. Selby JV, Lipstein SH. PCORI at 3 years — progress, lessons, and plans. *N Engl J Med.* 2014 Feb 13; 370 (7): 592-5
12. Sully BG, Julious SA, Nicholl J. A reinvestigation of recruitment to randomized, controlled, multicenter trials: a review of trials funded by two UK funding agencies. *Trials.* 2013 Jun 9; 14: 166

13. Arnold E, Brown N, Eriksson A, Jansson T, Muscio A, Nählinder J, et al. The Role of Industrial Research Institutes in the National Innovation System. Stockholm: VINNOVA; 2007
14. Warlow C. A new NHS research strategy. Lancet. 2006 Jan 7; 367 (9504): 12-3
15. Sveiby K-E. What is Knowledge Management? [Internet]. 2001 [cited 2019 Jan 31]. Available from: [https://www.sveiby.com/Articles?page\\_articles=2](https://www.sveiby.com/Articles?page_articles=2)
16. Anderson ML, Califf RM, Sugarman J; participants in the NIH Health Care Systems Research Collaboratory Cluster Randomized Trial Workshop. Ethical and regulatory issues of pragmatic cluster randomized trials in contemporary health systems. Clin Trials. 2015 Jun; 12 (3): 276-86. doi: 10.1177/1740774515571140
17. Frewer LJ, Coles D, van der Lans IA, Schroeder D, Champion K, Apperley JF. Impact of the European clinical trials directive on prospective academic clinical trials associated with BMT. Bone Marrow Transplant. 2011 Mar; 46 (3): 443-7
18. Neaton JD, Babiker A, Bohnhorst M, Darbyshire J, Denning E, Frishman A, et al. Regulatory impediments jeopardizing the conduct of clinical trials in Europe funded by the National Institutes of Health. Clin Trials. 2010 Dec; 7 (6): 705-18
19. Altbach PG, Reisberg L, Yudkevich M, Androushchak G, Pacheco IF, editors. Paying the Professoriate: A Global Comparison of Compensation and Contracts. New York: Routledge, 2012.

UDC 004.91

**Lebedev G.S.<sup>1,2</sup>, Krylov O.B.<sup>2</sup>, Lejakov A.<sup>1,2</sup>, Mironov Yu.G.<sup>2</sup>, Tkachenko V.V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (2-4 Bolshaya Pirogovskaya st., 119991 Moscow, Russia), e-mail: rektorat@sechenov.ru

<sup>2</sup>Federal Research Institute for Health Organization and Informatics of Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow Russia (Dobroljubova street, 11, 127254, Moscow, Russia), e-mail: mail@mednet.ru

### **Improvement of forms of statistical reporting of scientific institutions of the Ministry of health of Russian Federation**

**Abstract.** The effectiveness of the implementation of research results is one of the main indicators that must be taken into account in the allocation of budget funds allocated for research. The requirement of efficiency of expenditure of the budgetary funds allocated for carrying out research, leads to need of continuous improvement of the methodical device which promotes support of decision-making in distribution of means. With the development of information technologies, it is important to improve the quality of information support for decision - making on the organization of scientific research in the Ministry of health, including by improving the system of indicators and criteria for assessing the potential of research institutions (NIU), reflecting the ability of NIU to achieve demanded results in the framework of implementation.

**Keywords:** state task; methodology; statistical reporting; efficiency of scientific results; expert evaluation; research work, scientific platform, scientific and technical potential

Научное издание

Цифровое Здравоохранение.  
Труды XX Международного конгресса  
“Информационные технологии в медицине”  
электронное издание  
URL: <https://itmcongress.ru/itm2019/proceedings/>

Дата выхода: 16 декабря 2019 г.

ООО «Консэф»  
129329, г. Москва, ул. Кольская, д. 2, кор.6, этаж 7, помещение XI, комн. 21  
Тел.: +7(495)978-25-11, +7(499)180-16-86  
e-mail: [med@consef.ru](mailto:med@consef.ru)  
<http://consef.ru>

ISBN 978-5-6042061-1-9



9 785604 206119