



ВРАЧ

И ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ

№2 2024

MEDICAL DOCTOR AND IT



ISSN 1811-0193
9 1771811 019000 >



№2 2024

MEDICAL DOCTOR AND IT

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК по специальностям:

- 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации (технические науки);
- 2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей (технические науки);
- 3.3.9. Медицинская информатика (биологические науки);
- 3.3.9. Медицинская информатика (медицинские науки).

The journal is included in the List of peer-reviewed scientific publications of the Higher Attestation Commission on specialties:

- 2.3.1. System analysis, management and information processing (technical sciences);
- 2.3.5. Mathematical and software support of computer systems, complexes and computer networks (technical sciences);
- 3.3.9. Medical Informatics (biological sciences);
- 3.3.9. Medical Informatics (medical sciences).

Журнал индексируется в базе данных Russian Science Citation Index (RSCI) на платформе Web of Science.

The journal is included in the Russian Science Citation Index (RSCI) database on the Web of Science platform.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Карпов О.Э., академик РАН, д.м.н., проф., генеральный директор ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия

ПОЧЕТНЫЙ ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Стародубов В.И., академик РАН, д.м.н., проф., научный руководитель ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России, представитель России в Исполнительном Комитете ВОЗ, Москва, Россия

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Зарубина Т.В., д.м.н., член-корреспондент РАН, проф., заведующая кафедрой медицинской кибернетики и информатики, ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва, Россия

Гусев А.В., к.т.н., член экспертного совета Минздрава по вопросам использования ИКТ, старший научный сотрудник ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России, директор по развитию компании «К-Скай», Петрозаводск, Россия

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Андриков Д.А., к.т.н., доцент Инженерной Академии ФГАОУ ВО РУДН, директор компании «Иммерсмед», Москва, Россия

Владимирский А.В., д.м.н., заместитель директора по научной работе ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», Москва, Россия

Грибова В.В., член-корреспондент РАН, д.т.н., заместитель директора по научной работе ФГБУ «Институт автоматизации и процессов управления» Дальневосточного отделения РАН, Владивосток, Россия

Гулиев Я.И., к.т.н., директор Исследовательского центра медицинской информатики ИПС РАН им. А.К. Айламазяна, Ярославль, Россия

Зингерман Б.В., руководитель направления цифровой медицины ИНВИТРО, Москва, Россия

Карась С.И., д.м.н., специалист отдела координации научной и образовательной деятельности НИИ кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук, Томск, Россия

Лебедев Г.С., д.т.н., директор института цифровой медицины, заведующий кафедрой информационных и интернет технологий ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России, Москва, Россия

Неусыпин К.А., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой системы автоматического управления МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Пролетарский А.В., д.т.н., профессор, декан факультета «Информатика и системы управления» МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Реброва О.Ю., д.м.н., профессор кафедры медицинской кибернетики и информатики, ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва, Россия

Столбов А.П., д.т.н., профессор кафедры организации здравоохранения, медицинской статистики и информатики ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России, Москва, Россия

Храмов А.Е., д.ф.м.н., профессор, руководитель Балтийского центра нейротехнологий и искусственного интеллекта Балтийского федерального университета им. И. Канта, Калининград, Россия

Шахгельдян К.И., д.т.н., директор Научно-образовательного центра «Искусственный интеллект» ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет», Владивосток, Россия

Швырев С.Л., к.м.н. заместитель руководителя Регламентной службы федерального реестра НСИ ФГБУ ЦНИИОИЗ Минздрава России, Москва, Россия

ИНОСТРАННЫЕ ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:

Писарчик А., к.б.н., проф., заведующий кафедрой вычислительной биологии, центр биомедицинских технологий, Мадридский технический университет, Мадрид, Испания

CHIEF EDITOR

Karpov O.E., Academician of the RAS, DSc, Prof., General Director of the Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow, Russia

HONORARY CHIEF EDITOR

Starodubov V.I., Academician of the RAS, DSc, Prof., Scientific Director of the FRIHOI of MoH of Russia, Representative of Russia in the WHO Executive Committee, Moscow, Russia

DEPUTY CHIEF EDITORS

Zarubina T.V., DSc, Corresponding Member of the RAS, Prof., Head of the Department of Medical Cybernetics and Informatics, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

Gusev A.V., PhD, member of the expert council of the Ministry of Health on the use of ICT, Senior Researcher of the FRIHOI of MoH of Russia, development director of the K-Sky company, Petrozavodsk, Russia

EDITORIAL BOARD

Andrikov D.A., PhD, Associate Prof. of the Engineering Academy of the RUDN University, Director of Immersed, Moscow, Russia

Vladimirsky A.V., DSc, Deputy Director for Research, Scientific and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies Department of Health of the City of Moscow, Moscow, Russia

Gribova V.V., Corresponding Member of the RAS, DSc, Deputy Director for Research of the Federal State Budgetary Institution "Institute of Automation and Control Processes" of the Far Eastern Institute of the RAS Branch, Vladivostok, Russia

Guliev Ya.I., PhD, Director of the Research Center for Medical Informatics of the Institute of Applied Problems of the Russian Academy of Sciences named after A.K. Ailamazyan, Yaroslavl, Russia

Zingerman B.V., Head of Digital Medicine, INVITRO, Moscow, Russia

Karas S.I., Dr. Sci. (Med), Specialist at the Department for Research and Training Coordination, Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Centre of the Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russia

Lebedev G.S. DSc, Director of The Digital Health Institute, Head of The Department of information and Internet technologies, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

Neusypin K.A., DSc, Prof., Head of the Automatic Control Systems Dept., Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

Proletarsky A.V., DSc, Prof., Dean of the Informatics, and Control Systems Department, Bauman University, Moscow, Russia

Rebrova O.Yu., DSc, Prof. of the Department of Medical Cybernetics and Informatics, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

Stolbov A.P., DSc, Prof. of the Department of Public Health Organization, Medical Statistics and Informatics of the Faculty of Professional Development of Doctors of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

Khramov A.E., DSc, Prof., Head of Baltic Center for Neurotechnology and Artificial Intelligence, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia

Shakhgeldyan K.I., DSc, Director of the Scientific and Educational Center «Artificial Intelligence» Vladivostok State University, Vladivostok, Russia

Shvyrev S.L., PhD, Deputy Head of the Regulatory Service of the Federal Register of the FRIHOI of MoH of Russia, Moscow, Russia

FOREIGN MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:

Pisarchik A., PhD, Prof., Head of Department of Computational Biology, Center of Biomedical Technologies, Technical University of Madrid, Spain

Издается с 2004 года.

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

Читатели могут принять участие в обсуждении статей, опубликованных в журнале «Врач и информационные технологии», и направить актуальные вопросы в редакцию (vit-j@pirogov-center.ru).

Журнал зарегистрирован Министерством Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Товарный знак и название «Врач и информационные технологии» являются исключительной собственностью ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных и прочих сведений, а также за то, что в материалах не содержится данных, не подлежащих открытой публикации.

Материалы рецензируются редакционной коллегией. Мнение редакции может не совпадать с мнением автора.

Перепечатка текстов без разрешения журнала «Врач и информационные технологии» запрещена. При цитировании материалов ссылка на журнал обязательна.

За содержание рекламы ответственность несет рекламодатель.

Учредитель — ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России.
Издатель — ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России.

Адрес редакции:

105203, г. Москва,
ул. Нижняя Первомайская, д. 70,
e-mail: vit-j@pirogov-center.ru.
Тел. +7 (499) 464-03-03.

Главный редактор:

Карпов О.Э., академик РАН,
д.м.н., проф.

Почетный главный редактор:

Стародубов В.И.,
академик РАН, д.м.н., проф.

Зам. главного редактора:

Зарубина Т.В., член-корреспондент РАН,
д.м.н., проф.

Гусев А.В., к.т.н.

Компьютерная верстка и дизайн:

Издательство Пироговского Центра.

Подписные индексы:

Каталог агентства «Роспечать» — 82615.

Отпечатано в типографии ООО «Вива-Стар»
г. Москва, ул. Электrozаводская, д. 20
www.vivastar.ru

Подписано в печать 24 июня 2024 г.

Общий тираж 1000 экз.

Распространяется бесплатно.

© Издательство Пироговского Центра

ОБЗОРЫ

Андреев Д.А., Камынина Н.Н.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ СНАТ-GPT ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ ПАЦИЕНТАМ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ: КРАТКИЙ ОБЗОР ЗАРУБЕЖНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....

6

Кармина Р.Л., Канев А.Ф., Куракова Н.Г., Кобякова О.С., Обухова О.В., Кадыров Ф.Н.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЙ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ ИССЛЕДОВАНИЙ, ПОСВЯЩЕННЫХ ОЦЕНКЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТОВ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ.....

12

Перемитина Т.О., Симонов Т.С., Тишаева А.Г., Рахлевский А.М., Анютин М.А., Сагалакова В.О., Мишечкин Д.А., Шевелева Д.В.

ОБЗОР РУССКОЯЗЫЧНЫХ ANDROID-ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ.....

30

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Котловский М.Ю., Армашевская О.В., Соколовская Т.А., Гусев А.В.

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И ОБЩЕСТВЕННОЕ ЗДОРОВЬЕ».....

40

Казанфарова М.А., Велданова М.В., Природова О.Ф., Ардаширова Н.С., Жулина Ю.С., Чистякова С.Ю.

ЦИФРОВЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ В ПРАКТИКЕ МЕДИЦИНСКОГО ПЕРСОНАЛА: РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРОСА 18 000 ВРАЧЕЙ И МЕДСЕСТЕР НА ПОРТАЛЕ НЕПРЕРЫВНОГО МЕДИЦИНСКОГО И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ.....

52

Елфимова А.Р., Еремкина А.К., Реброва О.Ю.,

Ковалева Е.В., Мокрышева Н.Г.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СНИЖЕНИЯ РАСЧЕТНОЙ СКОРОСТИ КЛУБОЧКОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ЧЕРЕЗ 12 МЕСЯЦЕВ ПОСЛЕ ПАРАТИРЕОИДЭКТОМИИ У ПАЦИЕНТОВ С ПЕРВИЧНЫМ ГИПЕРПАРАТИРЕОЗОМ.....

68

Шестерникова О.П., Фабрикантова Е.Ф.,

Голимбет В.Е., Лежейко Т.В., Романов Д.В.

ЭМПИРИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО И ВОЛЕВОГО ДЕФИЦИТА ПРИ ШИЗОФРЕНИИ С ПРЕОБЛАДАНИЕМ НЕГАТИВНЫХ РАССТРОЙСТВ, ПОЛУЧЕННАЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА СВЯЗИ КЛИНИЧЕСКИХ И ГЕНЕТИЧЕСКИХ ДАННЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДСМ-МЕТОДА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПОДДЕРЖКИ ИССЛЕДОВАНИЙ.....

82

REVIEWS

- Andreev D.A., Kamynina N.N.*
PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF CHAT-GPT IN ORGANIZING MEDICAL CARE FOR PATIENTS WITH DIABETES (BRIEF REVIEW OF INTERNATIONAL LITERATURE) **6**
- Karmina R.L., Kanev A.F., Kurakova N.G., Kobyakova O.S., Obukhova O.V., Kadyrov F.N.*
INFORMATION RESOURCES FOR METHODOLOGICAL AND INSTRUMENTAL SUPPORT OF RESEARCH AIMED AT THE ASSESSMENT OF HEALTHCARE ECONOMIC EFFICIENCY PROJECTS **12**
- Peremitina T.O., Simonov T.S., Tishaeva A.G., Rakhlevskiy A.M., Anyutina M.A., Sagalakova V.O., Mishechkin D.A., Sheveleva D.V.*
REVIEW OF RUSSIAN-LANGUAGE ANDROID APPS FOR PSYCHOLOGICAL WELL-BEING **30**

ORIGINAL RESEARCH

- Kotlovskiy M.Yu., Armashevskaya O.V., Sokolovskaya T.A., Gusev A.V.*
DEVELOPMENT AND APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN SCIENTIFIC RESEARCH IN THE SPECIALTY «HEALTH CARE ORGANIZATION AND PUBLIC HEALTH» **40**
- Kazanfarova M.A., Veldanova M.V., Prirodnova O.F., Ardashirova N.S., Zhulina Yu.S., Chistyakova S.Yu.*
DIGITAL COMPETENCIES IN MEDICAL PRACTICE: RESULTS OF A SURVEY OF 18 000 PHYSICIANS AND NURSES ON THE CONTINUOUS MEDICAL AND PHARMACEUTICAL EDUCATION PORTAL **52**
- Elfimova A.R., Eremkina A.K., Rebrova O.Yu., Kovaleva E.V., Mokrysheva N.G.*
A MATHEMATICAL MODEL FOR PREDICTING THE DECLINE IN ESTIMATED GLOMERULAR FILTRATION RATE AT 12 MONTHS AFTER PARATHYROIDECTOMY IN PATIENTS WITH PRIMARY HYPERPARATHYROIDISM..... **68**
- Shesternikova O.P., Fabrikantova E.F., Golimbet V.Ye., Lezheiko T.V., Romanov D.V.*
AN EMPIRICAL THEORY OF THE FORMATION OF EMOTIONAL AND VOLITIONAL DEFICITS IN SCHIZOPHRENIA WITH A PREDOMINANCE OF NEGATIVE DISORDERS, DEVELOPED AS A RESULT OF ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN CLINICAL AND GENETIC DATA WITH THE JSM METHOD FOR AUTOMATED RESEARCH SUPPORT **82**

MEDICAL DOCTOR AND INFORMATION TECHNOLOGIES

Registration certificate
 PI No. FS77-80906 dated April 09, 2021

Published since 2004.

This journal is included in the list of the Higher Attestation Commission, detailing leading peer-reviewed scientific journals and publications recommended for publishing the foremost scientific results of dissertations for the degree of candidate and doctor of sciences.

Readers may take part in the discussion of articles published in the journal «Medical Doctor and Information Technologies», and send topical questions to the editorial office (vit-j@pirogov-center.ru).

The journal is registered by the Ministry of the Russian Federation for Press, TV and Radio Broadcasting, and Mass Media. The trademark and name «Medical Doctor and Information Technologies» are the exclusive property of the Pirogov National Medical and Surgical Center.

The authors of the published materials are responsible for the selection and accuracy of the facts, quotes, statistical data and other information, as well as ensuring that the materials do not contain data that is not subject to open publication.

The materials are reviewed by the editorial board. Editorial opinion may not reflect the views of the author.

Reprinting of texts without the permission of the journal «Medical Doctor and Information Technologies» is prohibited. When citing materials, a reference to the journal is required.

The advertiser is responsible for the content of the advertisement.

Founder — Pirogov National Medical and Surgical Center.

Publisher — Pirogov National Medical and Surgical Center.

Editorial office address:

105203, Moscow, st. Nizhnaya Pervomayskaya, 70, e-mail: vit-j@pirogov-center.ru. +7(499) 464-03-03.

Chief Editor:

Karpov O.E., Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Prof.

Honorary chief editor:

Starodubov V.I., Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Prof.

Deputy chief editors:

Zarubina T.V., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, prof.

Gusev A.V., Ph.D.

DTP and design:

Pirogov Center Publishing House.

Subscription indexes:

Catalogue of the agency «Rospechat» — 82615.

Printed in the «Viva-Star» Moscow, st. Elektrozavodskaya, 20 www.vivastar.ru

Signed for printing on June 24, 2024.

Circulation 1000 copies.

Free distribution.

© Pirogov Center Publishing House

АНДРЕЕВ Д.А.,

к.м.н., ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», г. Москва, Россия,
e-mail: AndreevDA@zdrav.mos.ru

КАМЫНИНА Н.Н.,

д.м.н., профессор, ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», г. Москва, Россия,
e-mail: KamyninaNN@zdrav.mos.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ CHAT-GPT ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ ПАЦИЕНТАМ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ: КРАТКИЙ ОБЗОР ЗАРУБЕЖНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

DOI: 10.25881/18110193_2024_2_6

Аннотация. Введение. Одной из новых разработок в области искусственного интеллекта (ИИ) является технология Chat-GPT (Generative Pre-trained Transformer) – емкая лингвистическая модель, основанная на анализе больших данных с помощью мощных вычислительных систем путем применения определенных алгоритмов. Подобные технологии способны «понимать» и составлять тексты приближенные к тем, которые создаёт человек. Их совершенствование и внедрение может привести к повышению качества и доступности медицинской помощи пациентам, включая больных с сахарным диабетом (СД).

Целью данной работы стало обобщение всех доступных и релевантных зарубежных сведений о применимости технологии Chat-GPT у пациентов с СД.

Материалы и методы. Для поиска релевантных источников информации использовалась библиографическая база PubMed / Medline. В поисковом запросе применялась строка «ChatGPT diabetes».

Результаты. Chat-GPT является достаточно новой технологией ИИ (старт применения – ноябрь 2022 года), и на настоящий момент опубликованы лишь немногочисленные сведения о возможностях ее внедрения, в том числе в эндокринологическую практику лечения пациентов с СД. В работе систематизированы и обобщены подходы к оценке перспектив её применения, суммированы ее свойства и характеристики. Результаты редких исследований показывают, что Chat-GPT обладает способностью во многих случаях предоставлять ценную информацию о СД. Тем не менее, необходимо подходить с большой осторожностью к использованию этой технологии, поскольку система не всегда генерирует полностью правильные, точные и развернутые ответы. Следует разработать механизм оценки качества ответов подобных систем.

Заключение. Данное исследование ограничивается сведениями, представленными в открытых источниках. Целесообразно продолжить исследования точности и аккуратности Chat-GPT. Очевидно, что доработка системы путем обучения на больших массивах медицинских данных, обновляющихся в реальном времени, открывает новые перспективы ее применения.

Ключевые слова: информационные технологии, искусственный интеллект, ChatGPT, сахарный диабет, организация здравоохранения.

Для цитирования: Андреев Д.А., Камынина Н.Н. Перспективы применения информационно-коммуникационной технологии Chat-GPT при организации медицинской помощи пациентам с сахарным диабетом: краткий обзор зарубежной литературы. Врач и информационные технологии. 2024; 2: 6-11. doi: 10.25881/18110193_2024_2_6.

ANDREEV D.A.,

PhD, State Budgetary Institution «Research Institute for Healthcare Organization and Medical Management of Moscow Health Department», Moscow, Russia; e-mail: AndreevDA@zdrav.mos.ru

KAMYNINA N.N.,

DSc, State Budgetary Institution «Research Institute for Healthcare Organization and Medical Management of Moscow Health Department», Moscow, Russia; e-mail: KamyninaNN@zdrav.mos.ru

PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF CHAT-GPT IN ORGANIZING MEDICAL CARE FOR PATIENTS WITH DIABETES (BRIEF REVIEW OF INTERNATIONAL LITERATURE)

DOI: 10.25881/18110193_2024_2_6

Abstract. One of the new developments in the field of artificial intelligence (AI) is the Chat-GPT (Generative Pre-trained Transformer) technology, a capacious linguistic model based on the analysis of big data using powerful computing systems through the aggregation of certain algorithms. Such technologies are capable of “understanding” and composing texts close to those created by humans. Their improvement and implementation can lead to better quality and accessibility of medical care for patients, including patients with diabetes mellitus (DM).

The aim of this work was to summarize all available and relevant information about the applicability of Chat-GPT technology in patients with DM.

Materials and methods. The search for relevant information sources was carried out through Pubmed / Medline database. “ChatGPT diabetes” was used as search combination.

Results. Chat-GPT is a fairly new AI technology (start of use - November 2022), and there is a limited amount of published data available regarding its implementation in treatment of patients with DM. This review systematizes and generalizes approaches to assessing the prospects for Chat-GPT application as well as summarizes some its characteristics. Rare research results show that Chat-GPT has the ability to provide valuable information about diabetes in many cases. However, it is necessary to approach the use of this technology with great caution since the system does not always generate completely correct, accurate and detailed answers. A mechanism for assessing the quality of responses from such systems should be developed.

Conclusion. This study is limited to information available in open sources. It is rational to continue studies of Chat-GPT accuracy and precision. It is obvious that improving the system by training on large amounts of medical data updated in real time might open up new prospects for its application.

Keywords: information technology, artificial intelligence, ChatGPT, diabetes mellitus, healthcare organization.

For citation: Andreev D.A., Kamynina N.N. Prospects for the application of Chat-GPT in organizing medical care for patients with diabetes (brief review of international literature). Medical doctor and information technology. 2024; 2: 6-11. doi: 10.25881/18110193_2024_2_6.

ВВЕДЕНИЕ

В последнее десятилетие в системе общественного здравоохранения наблюдается рост интереса к возможностям искусственного интеллекта (ИИ), обусловленный накоплением огромного числа медицинских данных (мультиомиксные базы, электронные записи о пациентах и т.д.). Одновременно возросли возможности компьютерных систем для обработки этих сведений. Одной из новых разработок в области ИИ (старт применения – ноябрь 2022 года) является технология Chat-GPT (Generative Pre-trained Transformer) – емкая лингвистическая модель, основанная на анализе больших данных с помощью мощных вычислительных систем путем применения определенных алгоритмов [1]. Эта система способна экстрагировать ценную информацию из больших массивов текстовых сведений. Путем обучения система генерирует сложные ответы и обратную связь в виде текста. Таким образом, реализуется многоступенчатый диалог человека с компьютером на основе естественного языка [1]. Подобные технологии ИИ способны «понимать» и составлять тексты, приближенные к тем, которые создает человек. Обучение Chat-GPT происходит на широком наборе ресурсов, включающих книги, статьи и веб-сайты. Система подстраивается под тематику беседы с использованием технологии обучения, включающей анализ обратной связи от человека. Это дает возможность Chat-GPT учитывать сложность поисковых запросов пользователей и успешно реагировать, в том числе при ответах на медицинские запросы [2].

Учитывая рост объема медицинских данных и сложности принятия клинических решений, инструменты процессинга естественного языка теоретически могут помочь врачам принимать своевременные и обоснованные решения и улучшать качество и эффективность лечения.

Интересны результаты испытаний Chat-GPT в системе медицинского образования. С использованием Chat-GPT пользователи, не обладавшие специальными медицинскими знаниями, часто набирали как минимум пороговые баллы при прохождении экзамена на обладание медицинской лицензией в США. Это свидетельствует в пользу значительного потенциала Chat-GPT для медицинского образования и поддержки принятия клинических решений [3, 4]. Однако,

несмотря на свой потенциал, Chat-GPT дает, казалось бы, на первый взгляд достоверные, но периодически неверные результаты, или допускает погрешности в ответах, что требует осторожности при рассмотрении его в качестве надежного инструмента для применения в медицинской практике и клинических исследованиях [2, 5, 6].

Пациенты с СД нуждаются в постоянном мониторинге состояния здоровья и часто прибегают к поиску информации в интернете, включая обращение к медицинским базам данных. Появляются вопросы о возможностях применения инновационных информационных технологий на основе ИИ в практике ведения таких пациентов. Совершенствование и внедрение подобных технологий может привести к повышению качества и доступности медицинской помощи. Таким образом, целью данной работы стало обобщение сведений о применимости технологии Chat-GPT у пациентов с СД.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для поиска релевантных источников информации использовалась библиографическая база PubMed / Medline. В поисковом запросе применялась строка «ChatGPT diabetes». Была обнаружена 21 публикация. После анализа названий и резюме для пристального изучения отобрано 6 публикаций по проблеме применения Chat-GPT при менеджменте пациентов с СД.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В научной литературе отмечено, что доступная версия ChatGPT может применяться в ограниченной степени в качестве чат-бота с ИИ для медицинского персонала, однако исследователям рекомендуется проверять все предлагаемые утверждения [7].

В свете оценки применимости системы Chat-GPT для получения ответов на частые вопросы при сахарном диабете было проведено исследование Hulman et al. [8]. Авторы предложили гипотезу, согласно которой участники исследования, обладающие некоторыми или экспертными знаниями о сахарном диабете, не смогут различить ответы, составленные человеком и сгенерированные Chat-GPT при наиболее частых запросах о СД. Вторичная гипотеза включала предположение о том, что опыт работы с Chat-GPT влияет на возможность отличать ответы, сформированные

ИИ. Полученные результаты свидетельствовали, что в целом участники могли определять ответы, сгенерированные Chat-GPT, в 59,5% (95% ДИ: 57,0; 62,0) случаях. Участники с опытом использования Chat-GPT отвечали правильно на 67,4% (61,7; 72,7) вопросов, а участники без опыта – на 57,6% (54,9; 60,3) [8]. Исследователи сделали выводы, что выдвинутая гипотеза не подтверждается и необходимы дополнительные исследования всех рисков и пользы внедрения подобных технологий в рутинную клиническую практику.

Изучаются проблемы применения ИИ для удаленного непрерывного мониторинга состояния пациентов с СД и другими хроническими заболеваниями. В публикации Khan et al. [9] обсуждаются возможности применения Chat-GPT при оказании пациент-ориентированной медицинской помощи пациентам с СД. Авторы считают, что Chat-GPT – ценный инструмент, предоставляющий дополнительные возможности при выборе индивидуализированных рекомендаций и инструкций для пациентов, поскольку для коммуникации с автоматизированной системой Chat-GPT пациенты могут использовать различные удобные каналы: мобильные приложения и веб-сайты. Кроме того, система может предоставлять объяснения сложных для понимания терминов, разъяснять ситуации, связанные с измерением и анализом уровня глюкозы. По мнению Khan et al. Chat-GPT способна отвечать быстро и надежно (в круглосуточном режиме) на запросы пациентов, касающиеся симптомов, режимов лекарственной терапии, различных аспектов соблюдения диеты и здорового образа жизни. Технология может также играть роль виртуального помощника, собирая и анализируя данные от гаджетов, включая инсулиновые помпы или непрерывные мониторы уровня глюкозы.

Схожие заключения о позитивных свойствах Chat-GPT отмечены в публикации Zheng et al., хотя авторы сообщают о необходимости дальнейшей доработки инструмента с проведением клинических исследований [10]. Среди позитивных характеристик Chat-GPT называются возможности обеспечения персонализированного обучения пациентов достижению контроля над заболеванием с учетом индивидуальных потребностей и предпочтений. Телемедицинские технологии с применением Chat-GPT особенно удобны в случаях удаленного проживания пациентов, затруднения физической активности пациента, а также

при высокой загруженности диабетологов. Система Chat-GPT может отвечать на часто задаваемые вопросы и предлагать варианты самоконтроля над течением СД. В качестве недостатков системы эксперты указывают на лимитированный опыт применения в медицине, невысокий уровень понимания контекста, отсутствие эмоциональных компонентов коммуникации. В некоторых ситуациях Chat-GPT может генерировать ответы противоречащие наилучшей актуальной медицинской практике, что может привести к недостоверному информированию или нанести вред пациенту. Это обстоятельство объясняется, например, недостаточным определением системой всех нюансов конкретного клинического случая. Предлагается несколько стратегий по улучшению Chat-GPT, включающие регулярное обучение в соответствии с современным состоянием медицинской науки и актуальных клинических рекомендаций, повышение точности системы, совершенствование ее пациент-ориентированности [10].

Различные аспекты применимости Chat-GPT в качестве инструмента для обучения пациентов обсуждаются в критическом обзоре Sharma et al. [11]. Ученые делают определенный акцент на этических вопросах использования ChatGPT. Вместе с тем подчеркивается значительная роль системы и перспективность ее применения для образования и медицинской поддержки пациентов. На пути к реализации модели применения ИИ на основе ChatGPT для обучения самоконтролю над заболеванием выявляется затруднение, также отмеченное в работе Gerald Gui Ren Sng et al. [12]. При выработке ответа современная версия системы опирается только на лимитированный объем «обучающих» систему данных. ChatGPT на настоящий момент «обучена» на информации, содержащейся в общих, а не специфичных медицинских базах. Это объясняет отсутствие подробностей в ответах, например, при дифференцированном определении видов инсулина или констатации факта измерения уровня глюкозы в различных единицах. Данный парадокс приводит к недостоверному представлению информации, хотя лингвистическая интерпретация ответа остается правильной. Пользователи системы, незнакомые с данной областью знаний, могут быть введены в заблуждение и получить неверные представления. Наряду с недостатками, исследование

характеристик ChatGPT, проведенное Gerald Gui Ren Sng, показало, что в целом ответы на вопросы и инструкции генерировались в понятной форме, и почти во всех ответах рекомендовалось проконсультироваться со специалистом.

Пристально характеристики системы анализировались в исследовании Huang et al. [13]. В целом было показано, что технология позволяет получить адекватные ответы. Двенадцать часто задаваемых вопросов по СД были отобраны и использованы в качестве запросов в ChatGPT (таблица 1). Все ответы тщательно регистрировались, а их качество анализировалось опытными экспертами в области эндокринологии [13]. Оценочные шкалы ранжировались от 0 до 10 (более точные и аккуратные ответы). Ответы с баллами от 8 до 10 характеризовались как наиболее аккуратные, от 6 до 8 – как умеренно точные, менее 6 баллов – как неточные. Пять экспертов анализировали неточности в ответах системы. В итоге каждый ответ системы содержал 157 ± 29 слов. Только 3 ответа из 12 получили рейтинг в 10 баллов, отражающих высокий уровень точности. Остальные 9 ответов получили оценку в среднем $9,5 \pm 0,2$ баллов, что свидетельствует о достаточно высоком уровне аккуратности. В оценке влияния повторяемости 12 вопросов (5 раундов) система генерировала переменные по структуре

предложения, которые содержали схожие ответы. Тем не менее эксперты обнаружили определенные ситуации, когда ответы системы оказывались неполными и неточными.

Например, в ответ на вопрос 3: «Может ли потребление заменителей сахара влиять на уровень глюкозы крови у пациентов с СД?» система ChatGPT выдает не полностью правильные утверждения: «Это не вызывает повышение уровня глюкозы крови...». В исследованиях однако отмечено, что применение заменителей сахара может привести к повышению инсулинорезистентности [14]. Также при ответе на вопрос 4 (может ли СД быть исключен при нормальном уровне глюкозы натощак?) система сообщает, что нормальный уровень глюкозы крови составляет 70–100 мг/дл. Этот ответ является неправильным, так как нормальный уровень глюкозы в зарубежных рекомендациях находится в интервале 79–110 мг/дл. Кроме того, на вопрос 12, касающийся возможности излечения от СД, ChatGPT сообщает не совсем аккуратно, что излечение невозможно. Тем не менее в исследованиях отмечено, что хирургическое лечение может приводить к длительной ремиссии СД у пациентов с ожирением [13, 15].

Предполагается, как и в других исследованиях, что перечисленные недостатки обусловлены

Таблица 1 — Тестовые вопросы, задаваемые системе ChatGPT, и результаты оценки ответов по баллам от 1 до 10 (адаптировано из: [13]; лицензия на использование: Creative Commons Attribution 4.0 International License)

Номер вопроса	Формулировка вопроса	Оценка ответов (баллы)
1.	Приводит ли избыточный вес или ожирение к повышению вероятности развития СД?	9,8
2.	Приводит ли потребление сладких напитков к СД?	9,4
3.	Может ли потребление заменителей сахара влиять на уровень глюкозы крови у пациентов с СД?	9
4.	Может ли СД быть исключен при нормальном уровне глюкозы натощак?	9,4
5.	Имеется ли у СД наследственный компонент?	9,4
6.	Влияет ли СД на половую функцию?	10
7.	Повышает ли наличие СД риск развития злокачественных опухолей?	10
8.	Если врач рекомендует применение инсулина при СД 2 типа, означает ли это, что тяжесть течения заболевания усугубилась?	9,6
9.	Развивается ли привыкание у пациентов с СД 2 типа после применения инсулина?	9,8
10.	Следует ли применять все пероральные противодиабетические средства на пустой желудок?	9,6
11.	Могут ли пациенты с СД прекратить прием препаратов, если уровень глюкозы крови достиг нормальных значений?	10
12.	Возможно ли излечение от СД?	9,4

отсутствием обновления информации или устаревшей информацией, на которую опирается работа системы. В тестируемых условиях ChatGPT не был подключен к интернету и обладал лимитированной медицинской информацией, что, вероятно, отражалось на аккуратности ответов. При этом система оснащена интерфейсом, содержащим кнопку «не удовлетворен». Наличие возможности такой обратной связи от пользователя позволяет системе самообучаться и совершенствовать ответы [13].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данное исследование ограничивается данными, представленными в открытых источниках. ChatGPT является достаточно новой технологией ИИ, и на настоящий момент опубликованы лишь немногочисленные сведения о возможностях ее внедрения, в том числе в эндокринологическую

практику лечения пациентов с СД. Результаты редких исследований показывают, что ChatGPT обладает способностью предоставлять ценную и точную информацию о СД [13]. Тем не менее необходимо подходить с большой осторожностью к использованию этой технологии и разработать механизм оценки качества ответов подобных систем. Целесообразно проведение дополнительных исследований ее точности и аккуратности [12]. Очевидно, что доработка системы путем обучения на больших массивах медицинских данных, обновляющихся в реальном времени, откроет новые перспективы ее применения.

Финансирование. Работа не получала финансовой поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Cheng K, He Y, Li C, Xie R, Lu Y, Gu S, et al. Talk with ChatGPT About the Outbreak of Mpx in 2022: Reflections and Suggestions from AI Dimensions. *Ann Biomed Eng.* 2023; 51: 870-4. doi: 10.1007/s10439-023-03196-z.
2. Johnson D, Goodman R, Patrinely J, Stone C, Zimmerman E, Donald R, et al. Assessing the Accuracy and Reliability of AI-Generated Medical Responses: An Evaluation of the Chat-GPT Model. *Res Sq.* 2023. doi: 10.21203/rs.3.rs-2566942/v1.
3. Kung TH, Cheatham M, Medenilla A, Sillos C, De Leon L, Elepaño C, et al. Performance of ChatGPT on USMLE: Potential for AI-assisted medical education using large language models. *PLOS Digit Heal.* 2023; 2: e0000198. doi: 10.1371/journal.pdig.0000198.
4. Gilson A, Safranek CW, Huang T, Socrates V, Chi L, Taylor RA, et al. How Does ChatGPT Perform on the United States Medical Licensing Examination? The Implications of Large Language Models for Medical Education and Knowledge Assessment. *JMIR Med Educ.* 2023; 9: e45312. doi: 10.2196/45312.
5. Shen Y, Heacock L, Elias J, Hentel KD, Reig B, Shih G, et al. ChatGPT and Other Large Language Models Are Double-edged Swords. *Radiology.* 2023; 307: e230163. doi: 10.1148/radiol.230163.
6. Goodman RS, Patrinely JR, Osterman T, Wheless L, Johnson DB. On the cusp: Considering the impact of artificial intelligence language models in healthcare. *Med (New York, NY).* 2023; 4: 139-40. doi: 10.1016/j.medj.2023.02.008.
7. Vaishya R, Misra A, Vaish A. ChatGPT: Is this version good for healthcare and research? *Diabetes Metab Syndr Clin Res Rev.* 2023; 17: 102744. doi: 10.1016/j.dsx.2023.102744.
8. Hulman A, Dollerup OL, Mortensen JF, Fenech ME, Norman K, Størring H, et al. ChatGPT- versus human-generated answers to frequently asked questions about diabetes: A Turing test-inspired survey among employees of a Danish diabetes center. *PLoS One.* 2023; 18: e0290773. doi: 10.1371/journal.pone.0290773.
9. Khan I, Agarwal R. Can ChatGPT Help in the Awareness of Diabetes? *Ann Biomed Eng.* 2023; 51: 2125-9. doi: 10.1007/s10439-023-03356-1.
10. Zheng Y, Wu Y, Feng B, Wang L, Kang K, Zhao A. Enhancing Diabetes Self-management and Education: A Critical Analysis of ChatGPT's Role. *Ann Biomed Eng.* 2023. doi: 10.1007/s10439-023-03317-8.
11. Sharma S, Pajai S, Prasad R, Wanjari MB, Munjewar PK, Sharma R, et al. A Critical Review of ChatGPT as a Potential Substitute for Diabetes Educators. *Cureus.* 2023; 15: e38380. doi: 10.7759/cureus.38380.
12. Sng GGR, Tung JYM, Lim DYZ, Bee YM. Potential and Pitfalls of ChatGPT and Natural-Language Artificial Intelligence Models for Diabetes Education. *Diabetes Care.* 2023; 46: e103-5. doi: 10.2337/dc23-0197.
13. Huang C, Chen L, Huang H, Cai Q, Lin R, Wu X, et al. Evaluate the accuracy of ChatGPT's responses to diabetes questions and misconceptions. *J Transl Med.* 2023; 21: 502. doi: 10.1186/s12967-023-04354-6.
14. Mathur K, Agrawal RK, Nagpure S, Deshpande D. Effect of artificial sweeteners on insulin resistance among type-2 diabetes mellitus patients. *J Fam Med Prim Care.* 2020; 9: 69-71. doi: 10.4103/jfmpc.jfmpc_329_19.
15. Zhou X, Zeng C. Diabetes remission of bariatric surgery and nonsurgical treatments in type 2 diabetes patients who failure to meet the criteria for surgery: a systematic review and meta-analysis. *BMC Endocr Disord.* 2023; 23: 46. doi: /10.1186/s12902-023-01283-9.

КАРМИНА Р.Л.,

ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России, г. Москва, Россия, e-mail: r.karmina@yandex.ru

КАНЕВ А.Ф.,

ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России, г. Москва, Россия, e-mail: alexkanev92@gmail.com

КУРАКОВА Н.Г.,

д.б.н., ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России, г. Москва, Россия, e-mail: idmz@mednet.ru

КОБЯКОВА О.С.,

д.м.н., ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России, г. Москва, Россия, e-mail: kobyakovaos@mednet.ru

ОБУХОВА О.В.,

к.полит.н., ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России, г. Москва, Россия, e-mail: obuhova@mednet.ru

КАДЫРОВ Ф.Н.,

д.э.н., ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России, г. Москва, Россия, e-mail: kadyrov@mednet.ru

ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЙ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ ИССЛЕДОВАНИЙ, ПОСВЯЩЕННЫХ ОЦЕНКЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТОВ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

DOI: 10.25881/18110193_2024_2_12

Аннотация. По прогнозам экспертов, к 2050 г. расходы на глобальное здравоохранение достигнут 16,9 трлн долларов, однако от 20% до 40% всех инвестиционных ресурсов могут быть потеряны из-за различных форм неэффективности реализуемых проектов. Выполнен анализ контента трех ключевых информационных ресурсов, предлагающих методологическую и инструментальную поддержку исследованиям, посвященным оценке экономической эффективности проектов, внедряемых в национальные системы здравоохранения: World Health Organization's Choosing Interventions that are Cost-Effective (WHO CHOICE), Guide to economic analysis and research (GEAR) и Disease control priorities (DCP).

Каждый из рассмотренных информационных ресурсов предоставляет уникальный, не дублирующий, но подлежащий гармонизации контент, обеспечивающий поддержку принимаемых решений на основании данных оценок экономической эффективности проектов и мероприятий в системе здравоохранения. WHO-CHOICE использует «генерализованный» подход к анализу экономической эффективности, стандартизированную методологию, способствующую как соизмерению результатов мероприятий в сфере здравоохранения, так и определению приоритетов для дальнейшего развития. На её основе создан интерактивный инструмент OneHealth, предоставляющий возможность моделировать широкий спектр сценариев, стратегий и их комбинаций. GEAR обеспечивает средствами методологической поддержки алгоритмы оценки экономической эффективности, включающими интеллектуальные карты для принятия решений, базу практических рекомендаций и возможность получить консультацию эксперта. DCP предоставляет доступ к систематизированной онлайн-коллекции публикаций и формирует периодический обзор наиболее актуальных фактических данных о затратноэффективных вмешательствах для решения проблемы бремени болезней в условиях нехватки ресурсов.

Делается вывод, что рассматриваемые информационные ресурсы результативно обобщают существующие международные практики анализа экономической эффективности проектов в области здравоохранения, однако имеют целый ряд ограничений для использования в отечественных исследованиях. Обоснована необходимость создания собственных доступных и регулярно обновляемых интерактивных инструментов экономической оценки медицинских вмешательств с учетом национальных и региональных особенностей функционирования системы здравоохранения Российской Федерации.

Ключевые слова: анализ экономической эффективности, экономическая оценка в системе здравоохранения, оценка медицинских технологий, информационные ресурсы, методологическая и инструментальная поддержка.

Для цитирования: Кармина Р.Л., Канев А.Ф., Куракова Н.Г., Кобякова О.С., Обухова О.В., Кадыров Ф.Н. Информационные ресурсы для методологической и инструментальной поддержки исследований, посвященных оценке экономической эффективности проектов здравоохранения. *Врач и информационные технологии*. 2024; 2: 12-29. doi: 10.25881/18110193_2024_2_12.

KARMINA R.L.,

Russian Research Institute of Health, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia,
e-mail: r.karmina@yandex.ru

KANEV A.F.,

Russian Research Institute of Health, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia,
e-mail: alexkanev92@gmail.com

KURAKOVA N.G.,

DSc, Russian Research Institute of Health, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia,
e-mail: idmz@mednet.ru

KOBYAKOVA O.S.,

DSc, Russian Research Institute of Health, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia,
e-mail: kobyakovaos@mednet.ru

OBUKHOVA O.V.,

PhD, Russian Research Institute of Health, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia,
e-mail: obuhova@mednet.ru

KADYROV F.N.,

DSc, Russian Research Institute of Health, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia,
e-mail: kadyrov@mednet.ru

INFORMATION RESOURCES FOR METHODOLOGICAL AND INSTRUMENTAL SUPPORT OF RESEARCH AIMED AT THE ASSESSMENT OF HEALTHCARE ECONOMIC EFFICIENCY PROJECTS

DOI: 10.25881/18110193_2024_2_12

Abstract. Experts predict global health spending to reach \$16.9 trillion by 2050. However, 20% to 40% of all resources invested could be lost due to various forms of project inefficiency. An analysis of the content of three key information resources offering methodological and instrumental support for research aimed at the assessment of the cost-effectiveness of projects implemented in national health care systems was carried out. The resources analyzed were the following: World Health Organization's Choosing Interventions that are Cost-Effective (WHO CHOICE), Guide to economic analysis and research (GEAR) and Disease control priorities (DCP).

Each of the information resources provides unique, non-duplicate content that provides decisions making support based on data from assessment of the cost-effectiveness of projects and activities in the healthcare system. WHO-CHOICE uses a "generalized" approach to cost-effectiveness analysis, a standardized methodology that helps measuring the impact of health interventions and identifying priorities for further development. An interactive tool OneHealth, developed based on WHO-CHOICE, provides the ability to simulate a wide range of scenarios, strategies and their combinations. GEAR provides methodological support for cost-effectiveness assessment algorithms, including smart maps for decision-making, a database of practical guidelines and the opportunity to get an expert advice. The DCP provides access to an organized online collection of publications and generates a periodic review of the most relevant evidence on cost-effective interventions to address the burden of disease in the setting of scarce resources.

It is concluded that the reviewed information resources effectively summarize international practices in analyzing the cost-effectiveness of healthcare projects while still having a number of limitations for use in domestic research. The need to create our own accessible and regularly updated interactive tools for the economic assessment of medical interventions is substantiated, taking into account the national and regional characteristics of the functioning of the Russian Federation healthcare system.

Keywords: *cost-effectiveness analysis in healthcare, medical technology assessment, information resources, methodological and instrumental support*

For citation: *Karmina R.L., Kanev A.F., Kurakova N.G., Kobyakova O.S., Obukhova O.V., Kadyrov F.N. Information resources for methodological and instrumental support of research aimed at the assessment of healthcare economic efficiency projects. Medical doctor and information technology. 2024; 2: 12-29. doi: 10.25881/18110193_2024_2_12.*

ВВЕДЕНИЕ

В 2020–2021 гг. мировые расходы на здравоохранение достигли исторического максимума, составив более 10% от ВВП [1, 2]. Несмотря на безусловный вклад в этот процесс пандемии новой коронавирусной инфекции (увеличение объемов медобслуживания на 44%), тенденция к росту затрат на оказание медицинской помощи во всем мире стала очевидной. Так, анализ динамики расходов на здравоохранение в 204 странах, выполненный в 2023 г., позволил спрогнозировать глобальные расходы на здравоохранение до 2050 г. Методика расчета учитывала модели финансирования здравоохранения с 1990 по 2021 гг. Согласно построенной прогностической модели к 2050 г. глобальные расходы на оказание медицинской помощи достигнут 16,9 трлн долларов [3].

Среди причин ускорения роста расходов выделяют старение населения, увеличение бремени хронических заболеваний, изменение образа жизни, рост стоимости медицинских технологий и лекарственных препаратов [4]. В условиях ограниченности ресурсов дальнейший рост затрат может иметь серьезные последствия для экономики стран, в первую очередь с низким и средним уровнем дохода, где, по оценкам экспертов, около 4,5 млрд людей не имеют доступа к базовой медицинской помощи. Вместе с тем экономическая эффективность программ и проектов в контуре национальных и глобальной систем здравоохранения не всегда и не в полной мере соответствует критериям экономической эффективности. Так, еще в 2010 г. в Докладе о состоянии здравоохранения в мире отмечалось, что от 20% до 40% всех ресурсов здравоохранения могут быть потеряны из-за различных форм неэффективности [5]. При этом результативность медицинских мероприятий тем ниже, чем хуже социально-экономическая ситуация в стране [6]. Все это создает предпосылки для усугубления неравенства в области доступности лечения, что идет вразрез с достижением всеобщего охвата населения планеты качественной медицинской помощью – ключевым положением третьей цели устойчивого развития (ЦУР, SDG) ООН.

В этой связи за последние десять лет наблюдается заметный рост интереса профессионального сообщества к вопросам экономической оценки мероприятий в сфере здравоохранения

и к оценке их практической значимости [7, 8]. Несмотря на то, что базовые принципы такой экономической оценки достаточно подробно описаны [9], детальный анализ литературы выявил существенные методологические и контекстные трудности в проведении такого рода исследований, в первую очередь характерные именно для стран с низким и средним доходом [10, 11]. Поэтому вопросы разработки методологии, выбора критериев и методов оценки экономической целесообразности и эффективности отдельных мероприятий, программ и форматов оказания медицинской помощи приобретают все большую актуальность, однако используемые в таких исследованиях подходы и алгоритмы достаточно сложны и имеют целый ряд ограничений.

Целью настоящей статьи являлся обзор контента трех ключевых зарубежных информационных ресурсов, предлагающих методологическую и инструментальную поддержку исследованиям, посвященным оценке экономической эффективности проектов (Cost-effectiveness analysis – CEA), реализуемых в национальных системах здравоохранения: World Health Organization’s Choosing Interventions that are Cost-Effective (WHO CHOICE), Guide to economic analysis and research (GEAR) и Disease control priorities (DCP).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Методическую базу исследования составили анализ теоретических научных источников, практическое изучение обозреваемых информационных ресурсов, описательный метод, аналитический метод, сравнительный метод, обобщение и систематизация. В качестве информационной базы были использованы научные публикации зарубежных авторов, материалы, программные инструменты, шаблоны расчетов и т.п., доступные на официальных сайтах анализируемых инициатив: WHO-CHOICE, GEAR, DCP, и др. электронные ресурсы.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Информационный ресурс «Выбор экономически эффективных вмешательств Всемирной организации здравоохранения (WHO CHOICE)»

Процесс создания ресурса World Health Organization’s Choosing Interventions that are

Cost-Effective (WHO CHOICE) в качестве инструмента оценки экономической эффективности затрат на реализацию различных медицинских мероприятий на страновом уровне был инициирован ВОЗ в 1998 г. [12, 13]. Цель разработки заявлена как обеспечение справедливого и оптимального использования имеющихся ресурсов в пределах выделенного финансирования с учетом конкретных факторов и предоставление ответственным лицам фактических данных для принятия решений о вмешательствах и программах, которые принесут максимальные выгоды для здоровья населения [14]. Главным теоретическим положением предлагаемого разработчиками подхода являлся следующий: при проведении мероприятий по установлению приоритетов на секторальном уровне по всем видам медицинских вмешательств следует учитывать специфику источника финансирования медицинских манипуляций, связанных с одновременно рассматриваемыми заболеваниями, в рамках применения согласованной методологии [15].

В качестве методологии экономических оценок программа использует обобщенный анализ экономической эффективности (Generalised cost-effectiveness analysis – GCEA), форму CEA с определенными допущениями, основанную на секторальном подходе. В отличие от стандартного поэтапного анализа экономической эффективности, который измеряет дополнительные затраты на медицинскую услугу, технологию и т.п. по сравнению с текущей практикой с учетом дополнительных преимуществ для здоровья, обобщенная структура CEA рассматривает «нулевой сценарий» (null scenario – сравнение с «ничего не делать»), т.е. с гипотетической ситуацией, при которой никаких вмешательств, направленных на изучаемое заболевание/состояние, не предпринимается, что позволяет оценить как уже существующие, так и новые, обобщить результаты экономической эффективности с учетом разных факторов и условий, а также получить представление о том, чего можно достичь при перераспределении ресурсов в рамках наиболее благоприятного их сочетания [16–18].

В целях определения оптимальной комбинации медицинских вмешательств в рамках достижения наиболее выраженного эффекта для здоровья популяции применяется модель

PopMod (один из стандартных инструментов WHO-CHOICE), воспроизводящая эволюцию во времени произвольной популяции с учетом рождений, смертей и двух различных заболеваний, что обеспечивает сопоставимость результатов [19]. Сами эффекты, оказываемые на здоровье населения, оцениваются в годах жизни с поправкой на инвалидность (Disability-Adjusted Life Years – DALY) или в годах здоровой жизни (Healthy Life Years – HLY).

Все расходы на медицинскую помощь делятся на две категории – расходы на пациента (стоимость препаратов, исследований и т.п.) и расходы на управление (изменение политики, проектирование программ, подготовка кадров и т.п.). Методология ВОЗ оценивает только прямые расходы и не берет во внимание потенциальное снижение расходов, связанных со внедрением приоритетного вмешательства. Горизонтом оценки является промежуток времени, равный жизни пациента (lifetime horizon).

WHO CHOICE позволяет объединять медицинские вмешательства в так называемые «пакеты», первоначально определяя наиболее эффективное воздействие и в дальнейшем добавляя к нему другие, максимизируя выгоду на каждом из подобных этапов [16]. Важно отметить, что данный проект ВОЗ – не программное обеспечение, а именно оцифрованная методология проведения анализа экономической эффективности медицинских мероприятий с возможностью интерактивного ему обучения: дополнительно изданы методические рекомендации, освещающие все аспекты применения данного вида анализа [20].

С целью оказать поддержку странам при разработке пакетов медицинских услуг в условиях ограниченности данных WHO-CHOICE предоставляет следующий набор инструментов, которые могли бы быть использованы для оценки коэффициентов экономической эффективности с учетом местных условий и факторов тех или иных государств [15, 21]:

– *Справочник по ВОУЗ (Всемирный охват услугами здравоохранения)*, представляющий собой базу данных, включающую информацию об услугах здравоохранения (профилактические, диагностические, реанимационные, лечебные, реабилитационные и паллиативные услуги) и о межсекторальных мероприятиях,

призванных помочь странам в достижении ВОУЗ [22].

- *Инструмент OneHealth* – приложение для стратегического проектирования мероприятий в области здравоохранения на национальном уровне, предназначенное для использования специалистами в области планирования здравоохранения и членами госаппарата, ответственными за принятие решений, в первую очередь в странах с низким и средним доходом населения [23]. Это приложение, созданное UN Inter-Agency Working Group on Costing (IAWG-COSTING) в 2012 г., поддерживаемое ВОЗ и ЮНИСЕФ, позволяет оценить затраты на осуществление программ в сфере здравоохранения, необходимые ресурсы и мероприятия для их реализации, а также ожидаемое влияние на здоровье популяции. В нем также присутствует функция сравнения различных вмешательств, а базовым принципом работы является создание сценариев с учетом расчета затрат, анализа воздействия на здоровье, составления бюджета и финансирования стратегий по всем основным заболеваниям и компонентам системы здравоохранения. Например, можно сравнить экономические результаты уменьшения смертности на 1% и уменьшения смертности на 2%; либо стоимость альтернативных программ, таких как вмешательство на уровне популяции или клиники. Программа совмещает два принципиально разных направления моделирования: моделирование по уровню вмешательства (уровень сообщества, учреждения, области и т.п.) и моделирование по конкретному заболеванию (ВИЧ, туберкулез и т.п.) [24].

OneHealth Tool предоставляет возможность проведения расчетов с использованием данных по Российской Федерации и доступно для бесплатного скачивания [25].

Выполненный обзор зарубежных публикаций позволил обнаружить достаточное количество примеров использования OneHealth Tool при планировании мероприятий в области здравоохранения, например, при проектировании программы борьбы с туберкулезом в Бангладеше [26], при разработке программы профилактики зоонозных инфекций [27], при реформировании первичного звена здравоохранения в

Кении [28], при разработке национального стратегического плана здравоохранения Камбоджи на 2016–2020 гг. [29] и др.

- *Оценка медицинских технологий (ОМТ) и обследование пакетов медицинских услуг* – общедоступная база данных, отражающая результаты глобального исследования ВОЗ по оценке статусов технологий здравоохранения и разработке пакетов медицинских услуг, формируемая на основе опросов государств-членов ВОЗ. Включает оценку клинических, социальных, экономических, организационных и этических проблем медицинского вмешательства или технологии [30].
- *Глобальные ценники* – база данных, содержащая информацию по стоимости различных типов вмешательств для конкретной страны [31].
- *AccessMod* – программное обеспечение для учета географических факторов доступности и пространственного распределения предлагаемых медицинских услуг в системах здравоохранения отдельных стран, поскольку экономико-географическое расположение служб здравоохранения оказывает прямое влияние на состояние популяционного здоровья [32]. AccessMod доступен для бесплатного скачивания [33].

В рамках проекта ВОЗ WHO-CHOICE также регулярно ведутся исследования по таким направлениям как «Здоровье и экономика» и «Документы и публикации», в рамках которых создаются коллекции отчетных материалов и публикаций.

Поскольку инструменты WHO-CHOICE, включая модели заболеваний, шаблоны расчета затрат и т.п. предварительно настраиваются на основе средних региональных данных, для контекстуализации сведений на национальном уровне некоторые показатели могут быть заменены для повышения точности оценок, учитывающих местные особенности: в таких обстоятельствах сотрудники WHO-CHOICE оказывают методологическую поддержку [34].

Полезным информационным ресурсом является также обширная база данных «Глобальная обсерватория здравоохранения», созданная как платформа для обмена данными о глобальном здравоохранении и включавшая статистические данные по странам, информацию о конкретных заболеваниях и мерах по охране здоровья [35].

Поиск производится по отдельным индикаторам (к примеру, оценка потерянных лет жизни (Years of Life Lost – YLL), связанных с употреблением алкоголя, или смертность, связанная с загрязнением атмосферного воздуха) или по странам.

В целом ряде научных публикаций описаны примеры применения методологии WHO-CHOICE для определения приоритетных мероприятий в области профилактики и лечения ВИЧ, туберкулеза, малярии [36], материнской и младенческой смертности [37], лечения и профилактики хронических неинфекционных заболеваний [38] и др.

Информационный ресурс «Руководство по экономическому анализу и исследованиям (GEAR)»

Руководство по экономическому анализу и исследованиям (Guide to economic analysis and research – GEAR) предлагает набор продуктов, созданных с целью обеспечить исследователям из стран с низким и средним доходом доступ к вспомогательному инструментарию по оценке экономической эффективности мероприятий в сфере здравоохранения. Данный информационный ресурс является реализацией результатов исследования, проведенного в 2015 г. в рамках Программы оценки медицинских вмешательств и технологий (The International Decision Support Initiative – HITAP), при содействии Международной инициативы по поддержке принятия решений (The International Decision Support Initiative – iDSI) [39].

GEAR представляет собой онлайн-ресурс, обеспечивающий пользователя методологической поддержкой при выборе методов моделирования последствий реализуемых в системе здравоохранения мероприятий или проектов, а также при выборе критериев оценки для достижения наиболее выраженного эффекта для популяционного здоровья. Кроме того, GEAR дает рекомендации по преодолению недостатка/низкого качества исходных статистических данных и по форматам корректного представления/интерпретации результатов исследования.

Заявленными целями проекта являются:

- изучение барьеров, с которыми сталкиваются исследователи в области экономической оценки мероприятий в сфере здравоохранения, и оказание помощи в их преодолении;

- агрегирование рекомендательных документов в области оценки здравоохранения (хранилище национальных и международных руководств по СЕА);
- создание единой платформы (форума) для обмена экспертными мнениями в рамках оценки экономической эффективности мероприятий или проектов в системе здравоохранения;
- совершенствование применяемых и внедряемых методов экономической оценки в области здравоохранения посредством анализа проблем или пробелов в их методологии, гармонизации экспертных мнений, постановки будущих исследовательских задач по нерешенным вопросам (постоянное обновление контента GEAR) [39].

В качестве поддержки исследований в области экономической оценки эффективности технологий в здравоохранении и медицинских вмешательств онлайн-ресурс GEAR предоставляет достаточно разнообразный инструментарий [40], связанный как с собственно методологией анализа (например, для преодоления сложностей, связанных с отсутствием качественных локальных клинических данных или данных для расчета лет жизни с поправкой на качество (Quality-adjusted life year – QALY) и лет жизни с поправкой на инвалидность (DALY)), так и со страновым контекстом исследования (например, с невключением экономических оценок в процесс принятия решений и т.п.) [41].

- *База данных национальных руководящих принципов экономической оценки здравоохранения* представляет собой библиотеку методических рекомендаций по планированию, проведению и составлению отчетов об исследованиях, посвященных экономической оценке эффективности мероприятий в национальных системах здравоохранения, специфика которых зависит от местных условий и факторов тех или иных государств. На сайте руководства классифицированы в соответствии с уровнем дохода страны [42].
- *Сравнение международных руководств* – инструментарий, позволяющий быстро сравнить существующие методики проведения экономической оценки эффективности проектов в системе здравоохранения по ряду ключевых критериев: клинические данные,

- преимущества для здоровья, калькуляция затрат, вид экономической оценки, временной горизонт, анализ чувствительности и т.п. Ресурс предоставляет возможность сопоставить рекомендации, подготовленные различными международными и национальными организациями [42].
- *Интеллектуальные карты* – средство визуализации методических решений, связанных с вопросами экономической оценки мероприятий или проектов в системе здравоохранения, представленное в виде древовидной структуры, состоящей из трех контентных зон. В центре данной конфигурации обозначена тема интеллектуальной карты, посвященная методологической или контекстуальной проблеме. Отдельные сегменты правой части предоставляют информацию о существующих способах её решения или рекомендации со ссылками на вспомогательную литературу (учебники, статьи и т.п.). В левой части карты пользователь обнаруживает перечень исследовательских задач, решение которых потребует дополнительных фактических данных, уже разрабатываемых аудиторией GEAR, или изучение новых тематик, ещё не взятых ею в работу. Необходимая информация также может быть получена посредством будущих опросов, проводимых онлайн-ресурсом [43, 44].
 - *Plant-A-Tree* – бесплатный инструмент поддержки, визуализирующий сравнение результатов СЕА и позволяющий оценить возможные эффекты в соответствии с источниками затрат и т.п. [45], реализованный как функция Microsoft Excel, которую можно использовать для построения деревьев решений.
 - *Реестр анализа экономической эффективности (СЕА)* – база данных исследований экономической эффективности широкого спектра заболеваний и методов лечения с глубиной архива в 50 лет, содержащая более 10 000 оценок, которые отобраны экспертами GEAR в рамках формализованного протокола рецензирования (более 40 переменных по каждой статье). К ресурсу возможен как бесплатный, так и платный доступ. Последний предоставляет возможность загрузки всех результатов и получения методической поддержки со стороны команды GEAR [46].
 - *Интерактивное руководство «спросите эксперта»* – консультация с экспертом по конкретному вопросу в области экономической оценки медицинских вмешательств. Функция доступна только зарегистрированным пользователям. Полученный ответ от эксперта размещается на онлайн-платформе GEAR с возможностью оставлять к нему комментарии, что позволяет пользователям делиться своими идеями, мнением и опытом. Таким образом, GEAR способствует обучению, обмену информацией друг с другом и организации дискуссионной площадки. Вопросы и ответы архивируются и доступны для поиска по ключевым словам [47, 48].
 - *Обучающие материалы по проведению экономической оценки мероприятий в области здравоохранения* – коллекция обучающих курсов и кейсов.
В литературе онлайн-ресурс GEAR упоминается как один из источников информации для проведения исследований по экономической оценке [49, 50] и в качестве платформы, на которой планируются к размещению результаты проведенных исследований [48].
- Информационный ресурс «Приоритеты в борьбе с болезнями (DCP)»**
- Приоритеты в борьбе с болезнями (Disease control priorities – DCP) – это многолетний международный проект, который представлен библиотекой результатов исследований ряда рабочих групп [51]. Данный информационный ресурс обеспечивает периодический обзор наиболее актуальных фактических данных о затратноэффективных вмешательствах для решения проблемы бремени болезней в условиях нехватки ресурсов [52].
- В ходе реализации проекта на сегодняшний момент были подготовлены и опубликованы 3 издания: DCP1 (1993 г.), DCP2 (2006 г.), DCP3 (2018 г.).
- DCP1*
- Первое издание DCP1 «Приоритеты борьбы с болезнями в развивающихся странах» было опубликовано в 1993 г. и содержало 29 глав, изложенных на более чем 700 страницах. В его подготовке приняли участие 79 авторов, предложивших подходы к систематической оценке соотношения цены и качества (рентабельности)

мероприятий, которые будут направлены на устранение основных источников бремени болезней в странах с низким и средним уровнем дохода. Одной из целей DCP1 было определение разумных мер реагирования в условиях высокой ограниченности ресурсов на растущее бремя неинфекционных заболеваний и ВИЧ / СПИДа [53].

DCP2

Второе издание «Приоритеты борьбы с болезнями в развивающихся странах» (DCP2), подготовленное авторским коллективом в составе 350 специалистов в различных областях со всего мира и включающее 73 главы, было опубликовано в 2006 г. В нем освещались экономически эффективные вмешательства, основанные на тщательном анализе систем здравоохранения, оценке затрат на бремя болезней, лечение и профилактику широкого спектра заболеваний и состояний [54].

Ключевые исследовательские задачи DCP2 были сформулированы следующим образом: какой прогресс достигнут в определении и сокращении глобального бремени болезней; удалось ли отдельным странам добиться предоставления эффективного и равноправного медицинского обслуживания; какие приоритеты в сфере здравоохранения могут устанавливать государства и как их достигать; каким образом могут быть осуществлены предпочтительные мероприятия для целевой группы населения наиболее эффективным, с точки зрения затрат, способом, и, наконец, как можно объединить усилия в здравоохранении и смежных секторах (сельское хозяйство, водоснабжение и санитария, образование) для улучшения состояния популяционно-го здоровья [55]?

Изложенные в DCP2 результаты и рекомендации сформировали междисциплинарное понимание широкого круга фундаментальных вопросов по руководству системами здравоохранения, а также обосновали принципы эффективного управления целым рядом инфекционных и неинфекционных заболеваний, состояний и факторов риска.

DCP3

Основная задача третьего издания, опубликованного в 2018 г., заключалась в удовлетворении растущей потребности лиц, принимающих

решения по национальным системам здравоохранения, в техническом руководстве и поддержке в расстановке приоритетов для достижения ВОУЗ (эффективное распределение сильно ограниченных бюджетов для максимального достижения поставленных целей). Рекомендации и пакеты моделей были опубликованы в 9 томах DCP3. В них представлена систематическая и сопоставимая экономическая оценка отдельных мероприятий, платформ реализации и политики, основанная на новых аналитических методах. DCP3 выходит за рамки традиционной экономической оценки, используемой в DCP1 и DCP2, рассматривая в результатах аспекты, не связанные со здоровьем, такие как справедливость и финансовая защита [56, 57].

Список моделей DCP3, включающий 21 основной пакет, в которых сгруппированы мероприятия, относящиеся к конкретным профессиональным сообществам, ориентирован на три аспекта ВОУЗ, такие как расширение охвата населения медицинским обслуживанием, обеспечение доступа к высококачественным медицинским услугам и защита от финансовых рисков, состоит из:

- Необходимый пакет в рамках всеобщего охвата услугами здравоохранения (Essential universal health coverage – EУHC), включающий 218 вмешательств;
- Высокоприоритетный пакет (Highest-priority package – HPP) из 108 мероприятий службы здравоохранения для скорейшего внедрения в странах с ограниченными финансовыми возможностями для здравоохранения;
- Пакет межсекторальных стратегий в области здравоохранения (29 основных стратегий для скорейшего внедрения и расширенный список из 71 политики), сгруппированных по четырём категориям: бюджетная, нормативная, искусственная среда и информация [58, 59].

Модели были отобраны с использованием набора критериев для определения приоритетности основных мероприятий в области здравоохранения, охватывающих бремя заболеваний, фактические данные о воздействии, экономическую эффективность, защиту от финансовых рисков, справедливость и осуществимость реализации.

DCP3 включает в себя как обобщение большого количества ретроспективных научных исследований, так и новые аналитические данные

и экономические методы оценки проектов и мероприятий в области здравоохранения, часть из которых опубликованы в главах ДСРЗ и отдельно в рецензируемых журнальных статьях, а часть оригинальных материалов – только в журнальных статьях.

Пользователям сайта предоставляется возможность поиска исследований по ключевым словам, а также с помощью классификатора статей по 4 основным направлениям, в т.ч. 3 видам экономического анализа:

- *Калькуляция затрат* – большая часть работы ДСРЗ по калькуляции затрат заключалась в обобщении существующих исследований;
- *Анализ экономической эффективности* – СЕА сравнивает общие затраты и результаты (или эффекты) двух или более альтернативных вмешательств и обеспечивает полезную отправную точку для принятия политических решений в области здравоохранения;
- *Анализ затрат и выгоды (Cost-benefit analysis – CBA)* – это сравнительный экономический метод, использующийся для анализа государственной политики путем сопоставления стоимости вмешательства с полученной выгодой, где выгода измеряется в денежных единицах;
- *Расширенный анализ экономической эффективности (Extended Cost-Effectiveness Analysis – ECEA)* – это метод количественного экономического анализа, который оценивает влияние политики здравоохранения на аспекты, не связанные со здоровьем, такие, к примеру, как справедливость и защита от финансовых рисков (разработан в рамках проекта ДСРЗ) [60].

ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе реализации трех описанных международных инициатив были предприняты попытки преодоления существующих ограничений, с которыми сталкиваются исследователи при проведении СЕА, а также при применении получаемых оценок в рамках выработки политики в области здравоохранения. Каждый из рассмотренных информационных ресурсов предоставляет уникальный, не дублирующий, но подлежащий гармонизации контент, обеспечивающий поддержку принимаемых решений на основании данных оценок экономической эффективности

проектов и мероприятий в системе здравоохранения.

Так, инициатива WHO-CHOICE зарекомендовала себя как глобальная справочная система на основе скрупулёзно собранной базы данных ВОЗ с набором программных инструментов, позволяющих проводить оценку экономической эффективности медицинских вмешательств в полном объеме или применять их частично в рамках определенного контекста. Посредством методологии GCEA, являющейся основой данной программы и характеризующейся методологической целостностью и стандартизацией подхода, к содержательным достоинствам WHO-CHOICE можно отнести широкий спектр стратегий и их комбинаций, формируемых на основании такой оценки, а также доступность исходных данных, используемых в анализе, шаблонов расчета затрат и т.п. Особого внимания заслуживает программный инструмент OneHealth, позволяющий моделировать различные сценарии с учетом расчета стоимостных затрат, анализа бремени болезни, бюджета и т.п. и наглядно показывающий потенциальные эффекты от изменения вводных показателей. Однако его эксплуатация сопровождается техническими сложностями, а ряд данных выглядит устаревшим. Поэтому применимость полученных оценок в рамках конкретной страны ограничена в силу обобщённости имеющихся показателей и их экстраполяции.

Если WHO-CHOICE предлагает строго формализованный подход к проведению анализа экономической эффективности мероприятий в области здравоохранения, то GEAR представляет собой дискуссионный форум, основной задачей которого является немедленное решение методологических проблем исследователей в режиме реального времени. Поэтому контент GEAR постоянно обновляется, аккумулируя актуальную информацию посредством вклада своих пользователей (периодические опросы по методологическим проблемам) и экспертов (ответы на вопросы пользователей). Особого внимания заслуживает регулярно пополняющийся обширный реестр стандартизированных исследований СЕА. Таким образом, GEAR можно рассматривать как информационный ресурс, формирующий с участием пользователей и экспертов мультиформатный контент, дающий возможность лицам, принимающим решения в сфере здравоохранения,

и заинтересованным сторонам использовать данные экономической оценки медицинских мероприятий, не имея опыта в данной области.

По сравнению с WHO-CHOICE и с GEAR проект DCP является наименее интерактивным информационным ресурсом, представляющим собой обширное систематизированное хранилище

статистических данных и публикаций по видам экономического анализа и ключевым словам, посвященным CEA.

В таблицу 1 сведены основные характеристики контента рассматриваемых информационных ресурсов и ограничения его широкого применения в Российской Федерации. В качестве

Таблица 1 — Сопоставление мультимедийного контента информационных ресурсов WHO-CHOICE, GEAR, DCP

Критерии	WHO-CHOICE	GEAR	DCP
Основные подходы к CEA	Оценка медицинских технологий, DALY	Оценка медицинских технологий, DALY	Оценка медицинских технологий, DALY
Основные источники информации	Статистические данные, исследования, публикации	Опросы, консультации экспертов, исследования, публикации	Статистические данные, исследования, публикации
Возможность использования в качестве калькулятора затрат	Нет	Нет	Нет
Интерактивность применительно к оценке экономической эффективности	Инструменты OneHealth, AccessMod	Надстройка Microsoft Excel Plant-A-Tree	Отсутствует
Консультации по выбору методики по запросу	Поддержка со стороны сотрудников WHO-CHOICE по запросу от странового аналитика	Консультации экспертов	Отсутствуют
Актуальность данных о методах оценки эффективности	Большая доля ретроспективных данных (2011 г. и ранее)	Доступны самые актуальные материалы текущего года (постоянное обновление информации)	Данные 2006 -2018 гг. и глубина архива – с 1993 г.
Наличие алгоритмов, альтернативных вариантов	Шаблоны расчетов затрат, применимость отдельных программных инструментов независимо друг от друга	Интеллектуальные карты, ветки комментариев и дополнений пользователей к ответу эксперта	Нет
Наличие комплексной методологии оценки эффективности	Отсутствует (набор методических рекомендаций и вспомогательных инструментов)	Отсутствует (Подробное описание методик преодоления барьеров, связанных с недостатком данных: клинических, стоимостных, QALY или DALY)	Отсутствует (набор материалов с разными методиками)
Бесплатный доступ к контенту	Да	Да (Дополнительно оплачивается доступ к расширенным возможностям реестра CEA (выгрузка всех результатов, доп. фильтры и получение методической поддержки со стороны команды GEAR и т.п.)	Да

Таблица 1 — Сопоставление мультиформатного контента информационных ресурсов WHO-CHOICE, GEAR, DCP (продолжение)

Критерии	WHO-CHOICE	GEAR	DCP
Характеристика мультиформатного контента	Глобальная справочная система на основе базы данных ВОЗ с возможностью поиска результатов исследований, с набором вспомогательных инструментов, применима в качестве самостоятельного программного продукта	Интерактивная платформа, постоянно актуализирующая предоставляемый контент, с возможностью поиска публикаций, исследований, методик и т.п., получения консультаций экспертов и участия в обсуждении актуальных вопросов.	Систематизированная коллекция результатов исследований, публикаций
Функциональная уникальность	Огромный массив статистических данных, накопленный ВОЗ, строго формализованный подход проведения анализа экономической эффективности медицинских вмешательств в области здравоохранения	Методологическая поддержка решения проблем в условиях недостатка/отсутствия данных	Целостное взаимосвязанное исследование
Возможность использования в качестве основного / единственного инструмента для оценки эффективности мероприятий в системе здравоохранения Российской Федерации	Нет	Нет	Нет
Возможные форматы использования для оценки эффективности мероприятий в системе здравоохранения	Подробное описание методологии GCEA. Посредством инструмента OneHealth возможна оценка экономической эффективности мероприятий в сфере здравоохранения, а AccessMod – учет пространственного распределения доступных медицинских услуг относительно географических факторов. Интерактивное определение приоритетов развития	Нет возможности реализовать независимую оценку экономической эффективности мероприятий в системе здравоохранения – интерактивный справочный ресурс с возможностью методической поддержки со стороны команды GEAR	Нет возможности реализовать независимую оценку экономической эффективности мероприятий в системе здравоохранения – архивный справочный ресурс (классификация исследований по видам экономического анализа: CEA, CBA, ECEA (социальная выгода и справедливость) и наличие данных по калькуляции затрат представленных исследований)

Источник. Составлено авторами.

альтернативы можно отметить появление нескольких коммерческих приложений, представляющих собой интерактивные инструменты для оценки экономической эффективности мероприятий в сфере здравоохранения, таких как Cost-Effectiveness Model App от Digital Health Outcomes [61] и Cost-Effectiveness App от ModelateApps [62], предоставляющие пользователю комфортный и привычный интерфейс с возможностью легкой визуализации результатов и выгрузкой отчетов. Подобного рода инструменты можно найти и в открытом доступе [63]. Изучение их функциональных возможностей и ограничений не находилось в исследовательском фокусе настоящей статьи, а анализа применения какого-либо из указанных инструментов в научной литературе обнаружить не удалось.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях всегда ограниченного финансирования национальных систем здравоохранения учет экономической перспективы справедливого эффективного распределения имеющихся ресурсов, приобретает статус обязательного компонента стратегического планирования и национальной политики [64]. Поэтому подходы, используемые агентствами по оценке технологий здравоохранения и регулирующими органами для анализа экономической эффективности отдельных мероприятий и проектов, все чаще становятся востребованными лицами, принимающими решения в области здравоохранения. CEA становится средством экономической оценки, позволяющим повысить эффективность планируемых преобразований за счет предоставления директивным органам нескольких сценариев реализации ограниченных ресурсов для получения максимально возможной социальной выгоды (сравнение затрат и выгод от медицинских вмешательств). За последние три десятилетия число проводимых экономических оценок в сфере здравоохранения экспоненциально возросло [17].

Между тем используемые в таких исследованиях подходы и алгоритмы достаточно сложны и имеют целый ряд ограничений, что не позволяет осуществить оптимальную оценку экономической эффективности мероприятий в области здравоохранения в рамках разработки пакета медицинских услуг. К числу таких ограничений эксперты относят проблемы с получением

экономических данных, способных поддержать общесекторальное установление приоритетов в сфере здравоохранения. Особенно критичны недоступность клинических данных и данных о затратах, а также методологическая несогласованность завершенных экономических оценок и ограниченная их обобщаемость, невозможность переноса результатов за пределы места проведения первоначального исследования, нехватка квалифицированных специалистов с аналитическими навыками и опытом и т.п.

Поскольку обеспечить предоставление всего спектра медицинских услуг всему населению не способна ни одна страна мира, определение приоритетности эффективного набора услуг для обеспечения всеобщей доступности при улучшении показателей здоровья популяции является неотъемлемой частью ВОУЗ. Однако определение оптимального пакета медицинских вмешательств не является конечным результатом, так как отсутствие должного внимания к элементам и критериям, необходимым для внедрения и предоставления услуг населению, снижает эффективность полученного перечня.

Выполненный анализ контента трех ключевых зарубежных информационных ресурсов – WHO-CHOICE, GEAR, DCP, созданных для обобщения существующих практик CEA и предлагающих методологическую и инструментальную поддержку при оценке экономической эффективности проектов, реализуемых в национальных системах здравоохранения, позволил отметить целесообразность использования отдельных предлагаемых ресурсами подходов в отечественных исследованиях. Вместе с тем выявленные ограничения использования данных информационных ресурсов (таблица 1) дают основание обосновать необходимость создания отечественных доступных и регулярно обновляемых интерактивных инструментов экономической оценки мероприятий в области здравоохранения с учетом национальных и региональных особенностей функционирования системы здравоохранения Российской Федерации.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Источник финансирования. Исследование выполнено в рамках государственного задания ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России на 2024 г.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. WHO calls on governments for urgent action to invest in Universal Health Coverage: World Health Organization; 2023. Available from: <https://www.who.int/news/item/11-12-2023-who-calls-on-governments-for-urgent-action-to-invest-in-universal-health-coverage> [cited 2024 Feb 12].
2. Current health expenditure (% of GDP): The World Bank; 2023. Available from: <https://data.worldbank.org/indicator/SH.XPD.CHEX.GD.ZS> [cited 2024 Feb 12].
3. Financing Global Health (2021). Global Health Priorities in a Time of Change: The Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME); 2023. Available from: [https://www.healthdata.org/sites/default/files/files/policy_report/FGH/2023/FGH_2021.pdf#:~:text=By%202050%2C%20global%20spending%20on,\(140.7-196.9\)%2C%20and%20DAH%2061.6%25%20\(47.5-87.5\)](https://www.healthdata.org/sites/default/files/files/policy_report/FGH/2023/FGH_2021.pdf#:~:text=By%202050%2C%20global%20spending%20on,(140.7-196.9)%2C%20and%20DAH%2061.6%25%20(47.5-87.5)) [cited 2023 Dec 29].
4. Norbeck TB. Drivers of health care costs. A Physicians Foundation white paper – second of a three-part series. *Mo Med*. 2013; 110(2): 113-8.
5. Health economics. Technical efficiency: World Health Organization. Available from: <https://www.who.int/teams/health-systems-governance-and-financing/economic-analysis/costing-and-technical-efficiency/technical-efficiency> [cited 2023 Dec 29].
6. Mbau R, Musiega A, Nyawira L et al. Analysing the Efficiency of Health Systems: A Systematic Review of the Literature. *Appl Health Econ Health Policy*. 2023; 21(2): 205-224. doi: 10.1007/s40258-022-00785-2.
7. Turner HC, Archer RA, Downey LE, Isaranuwatthai W, Chalkidou K, Jit M, Teerawattananon Y. (2021) An Introduction to the Main Types of Economic Evaluations Used for Informing Priority Setting and Resource Allocation in Healthcare: Key Features, Uses, and Limitations. *Front. Public Health*. 9: 722927. doi: 10.3389/fpubh.2021.722927.
8. Eddama O, Coast J. A systematic review of the use of economic evaluation in local decision-making. *Health Policy*. 2008; 86(2-3): 129-41. doi: 10.1016/j.healthpol.2007.11.010.
9. Kim Y, Kim Y, Lee HJ, et al. The Primary Process and Key Concepts of Economic Evaluation in Healthcare. *J Prev Med Public Health*. 2022; 55(5): 415-423. doi: 10.3961/jpmph.22.195.
10. Daccache C, Rizk R, Dahham J, Evers SMAA, Hiligsmann M, Karam R. Economic evaluation guidelines in low- and middle-income countries: a systematic review. *Int J Technol Assess Health Care*. 2021; 38(1): e1. doi: 10.1017/S0266462321000659.
11. Hendrix N, Kwete X, Bolongaita S, et al. Economic evaluations of health system strengthening activities in low-income and middle-income country settings: a methodological systematic review *BMJ Global Health*. 2022; 7: e007392.
12. WHO-CHOICE: World Health Organization; 2014. Available from: <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/who-choice-frequently-asked-questions> [cited 2023 Dec 28].
13. Cost effectiveness and strategic planning (WHO-CHOICE): World Health Organization; 2014. Available from: <https://web.archive.org/web/20140329211631/http://www.who.int/choice/cost-effectiveness/en/> [cited 2024 Feb 12].
14. WHO-CHOICE (CHOosing Interventions that are Cost Effective): Social Health Protection Network; 2017. Available from: <https://p4h.world/en/news/who-choice-choosing-interventions-that-are-cost-effective> [cited 2023 Dec 28].
15. Bertram M, Edejer T. (2021). Introduction to the Special Issue on «The World Health Organization Choosing Interventions That Are Cost-Effective (WHO-CHOICE) Update». *International Journal of Health Policy and Management*. 10. 10.34172/ijhpm.2021.105.
16. Bertram MY, Lauer JA, Stenberg K, and Edejer TTT. Methods for the Economic Evaluation of Health Care Interventions for Priority Setting in the Health System: An Update From WHO CHOICE. *Int J Health Policy Manag*. 2021; 10(11): 673-677. doi: 10.34172/ijhpm.2020.244.
17. Hutubessy RC, Baltussen RM, Torres-Edejer TT, Evans DB. Generalised cost-effectiveness analysis: an aid to decision making in health. *Appl Health Econ Health Policy*. 2002; 1(2): 89-95.
18. Eregata GT, Hailu A, Stenberg K, Johansson KA, Norheim OF, Bertram MY. Generalised cost-effectiveness analysis of 159 health interventions for the Ethiopian essential health service package. *Cost Eff Resour Alloc*. 2021; 19(1): 2. doi: 10.1186/s12962-020-00255-3.

19. Lauer JA, Röhrich K, Wirth H, Charette C, Gribble S, Murray CJ. PopMod: a longitudinal population model with two interacting disease states. *Cost Eff Resour Alloc.* 2003; 1(1): 6. doi: 10.1186/1478-7547-1-6.
20. WHO Guide to cost-effectiveness analysis 2003. Available from: https://www.iccp-portal.org/system/files/resources/p_2003_generalised_cea.pdf [cited 2024 Feb 14].
21. WHO-CHOICE: a look at the effectiveness of different health interventions: Giving What We Can; 2014. Available from: <https://www.givingwhatwecan.org/blog/who-choice-look-effectiveness-different-health-interventions> [cited 2024 Feb 15].
22. UHC Compendium. Health interventions for Universal Health Coverage: World Health Organization. Available from: <https://www.who.int/universal-health-coverage/compendium> [cited 2024 Feb 15].
23. OneHealth Tool: World Health Organization. Available from: <https://www.who.int/tools/onehealth> [cited 2024 Feb 16].
24. OneHealth Tool: A Tool to Support the Costing, Budgeting, Financing, and National Strategies Development of the Health Sector in Developing Countries, with a Focus on Integrating Planning and Strengthening Health Systems: Avenir Health; 2012. Available from: https://avenirhealth.org/Download/Spectrum/Manuals/OneHealth_technical_manual_2012_02_07.pdf [cited 2024 Feb 16].
25. OneHealth Tool (Software Download): Avenir Health; 2023. Available from: <https://avenirhealth.org/software-onehealth.php> [cited 2023 Dec 29].
26. Hasan MZ, Ahmed S, Islam Z, et al. Costs of services and funding gap of the Bangladesh National Tuberculosis Control Programme 2016-2022: An ingredient based approach. *PLoS One.* 2023; 18(6): e0286560. doi: 10.1371/journal.pone.0286560.
27. Asaaga FA, Young JC, Srinivas PN, Seshadri T, Oommen MA, et al. Co-production of knowledge as part of a OneHealth approach to better control zoonotic diseases. *PLOS Glob Public Health.* 2022; 2(3): e0000075. doi: 10.1371/journal.pgph.0000075.
28. Mwai D, Hussein S, Olago A, et al. Investment case for primary health care in low- and middle-income countries: A case study of Kenya. *PLoS One.* 2023; 18(3): e0283156. doi: 10.1371/journal.pone.0283156.
29. Cantelmo C, Takeuchi M, Stenberg K, et al. (2018). Estimating health plan costs with the OneHealth tool, Cambodia. *Bulletin of the World Health Organization.* 96(7): 462-470. doi: 10.2471/BLT.17.203737.
30. Health Technology Assessment Survey 2020/21: World Health Organization. Available from: <https://www.who.int/data/stories/health-technology-assessment-a-visual-summary> [cited 2024 Feb 16].
31. Health economics. Global Price Tags: World Health Organization. Available from: <https://www.who.int/teams/health-systems-governance-and-financing/economic-analysis/costing-and-technical-efficiency/global-price-tags> [cited 2024 Feb 16].
32. AccessMod: geographic access to health care: World Health Organization. Available from: <https://www.who.int/tools/accessmod-geographic-access-to-health-care> [cited 2024 Feb 19].
33. Supporting Universal Health Coverage by modelling physical accessibility to health care: AccessMod 5. Available from: <https://www.accessmod.org/> [cited 2024 Feb 19].
34. Questions and answers. WHO-CHOICE: World Health Organization. Available from: <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/who-choice-frequently-asked-questions> [cited 2024 Feb 20].
35. The global health observatory: World Health Organization. Available from: <https://www.who.int/data/gho> [cited 2024 Feb 20].
36. Ralaidovy AH, Lauer JA, Pretorius C, Briët OJ, Patouillard E. Priority Setting in HIV, Tuberculosis, and Malaria – New Cost-Effectiveness Results From WHO-CHOICE. *Int J Health Policy Manag.* 2021; 10(11): 678-696. doi: 10.34172/ijhpm.2020.251.
37. Stenberg K, Watts R, Bertram MY, Engesveen K, Maliqi B, Say L, Hutubessy R. Cost-Effectiveness of Interventions to Improve Maternal, Newborn and Child Health Outcomes: A WHO-CHOICE Analysis for Eastern Sub-Saharan Africa and South-East Asia. *Int J Health Policy Manag.* 2021; 10(11): 706-723. doi: 10.34172/ijhpm.2021.07.

38. Bertram MY, Chisholm D, Watts R, Waqanivalu T, Prasad V, Varghese C. Cost-Effectiveness of Population Level and Individual Level Interventions to Combat Non-communicable Disease in Eastern Sub-Saharan Africa and South East Asia: A WHO-CHOICE Analysis. 2021; 10(11): 724-733. doi: 10.34172/ijhpm.2021.37.
39. What is GEAR and How to use GEAR?: GEAR. Available from: <https://gear4health.com/about> [cited 2023 Dec 27].
40. Van Dorst PWM, van der Pol S, Salami O, Dittrich S, Olliaro P, Postma M, Boersma C, van Asselt ADI. Evaluations of training and education interventions for improved infectious disease management in low-income and middle-income countries: a systematic literature review. *BMJ Open*. 2022; 12(2): e053832. doi: 10.1136/bmjopen-2021-053832.
41. Jeffery M, Chi YL, Stewart M. iDSI Health Technology Assessment Toolkit [version 1; not peer reviewed]. *F1000Research*. 2018, 7: 1545 (document). doi: 10.7490/f1000research.1116126.1.
42. Guidelines Comparison GEAR. Available from: <https://gear4health.com/gear/health-economic-evaluation-guidelines> [cited 2023 Dec 27].
43. Mind maps. There is a lack of data on costing: GEAR. Available from: <https://gear4health.com/gear/mind-map/3> [cited 2023 Dec 27].
44. Adeagbo CU, Rattanavipapong W, Guinness L, Teerawattananon Y. The Development of the Guide to Economic Analysis and Research (GEAR) Online Resource for Low- and Middle-Income Countries' Health Economics Practitioners: A Commentary. *Value Health*. 2018; 21(5): 569-572. doi: 10.1016/j.jval.2017.10.003.
45. Plant-A-Tree – An Open Access Decision Tree Builder: GEAR. 2022. Available from: <https://gear4health.com/material-and-training/tool/detail/12> [cited 2024 Feb 20].
46. The Cost-Effectiveness Analysis Registry: Center for the Evaluation of Value and Risk in Health. Available from: <https://cevr.tuftsmedicalcenter.org/databases/cea-registry> [cited 2023 Dec 28].
47. Ask an expert: GEAR. Available from: <https://gear4health.com/ask-expert> [cited 2023 Dec 28].
48. Luz A, Santatiwongchai B, Pattanaphesaj J, Teerawattananon Y. Identifying priority technical and context-specific issues in improving the conduct, reporting and use of health economic evaluation in low- and middle-income countries. *Health Res Policy Syst*. 2018; 16(1): 4. doi: 10.1186/s12961-018-0280-6.
49. Daccache C, Rizk R, Dahham J, Evers SMAA, Hiligsmann M, Karam R. Economic evaluation guidelines in low- and middle-income countries: a systematic review. *International Journal of Technology Assessment in Health Care*. 2022; 38(1): e1. doi: 10.1017/S0266462321000659.

50. Culyer A, Chalkidou K, Teerawattananon Y, Santatiwongchai B. Rival perspectives in health technology assessment and other economic evaluations for investing in global and national health. Who decides? Who pays? *F1000Res*. 2018; 7: 72. doi: 10.12688/f1000research.13284.1.
51. Collaborators: DCP3. Available from: <https://www.dcp-3.org/collaborators> [cited 2023 Dec 28].
52. About Disease Control Priorities Project: DCP3. Available from: <https://web.archive.org/web/20120606081701/http://www.dcp2.org/page/main/About.html> [cited 2023 Dec 28].
53. Jamison DT, Mosley WH, Measham AR, Bobadilla JL. 1993. *Disease Control Priorities in Developing Countries*. New York: Oxford University Press. Available from: <https://www.dcp-3.org/sites/default/files/DCP1-Complete.pdf> [cited 2023 Dec 27].
54. DCP2 (Chapters). Available from: <https://www.dcp-3.org/dcp2/chapters> [cited 2023 Dec 27].
55. DCP1 & DCP2: DCP3. Available from: <https://www.dcp-3.org/dcp2> [cited 2023 Dec 27].
56. Disease Control Priorities 3: DCP3. Available from: [https://www.lshtm.ac.uk/research/centres-projects-groups/dcp3-country-translation#:~:text=The%20Disease%20Control%20Priorities%203,towards%20Universal%20Health%20Coverage%20\(UHC\)](https://www.lshtm.ac.uk/research/centres-projects-groups/dcp3-country-translation#:~:text=The%20Disease%20Control%20Priorities%203,towards%20Universal%20Health%20Coverage%20(UHC)) [cited 2023 Dec 27].
57. DCP3 Country Translation Project: DCP3. Available from: <https://www.dcp-3.org/translation> [cited 2023 Dec 27].
58. Watkins DA, Jamison DT, Mills T, et al. *Universal Health Coverage and Essential Packages of Care. DCP: Improving Health and Reducing Poverty*. 3rd edition. Washington (DC): The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank; 2017 Nov 27. Chapter 3. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK525285> [cited 2023 Dec 27].
59. Jamison DT, Alwan A, Mock CN, Nugent R, Watkins D, et al. *Universal health coverage and intersectoral action for health: key messages from Disease Control Priorities*, 3rd edition. *Lancet*. 2018; 391(10125): 1108-1120. doi: 10.1016/S0140-6736(17)32906-9.
60. Economic Evaluation Methods: DCP3. Available from: <https://www.dcp-3.org/economic-evaluations> [cited 2023 Dec 28].
61. Cost-effectiveness model app: Digital Health Outcomes. Available from: <https://digitalho.com/blog/cost-effectiveness-model-app> [cited 2024 Jan 17].
62. A Cost-Effectiveness App for the Market Access team and MSLs. Available from: https://www.modelateapps.com/en/case/cost_effectiveness_app [cited 2024 Jan 17].
63. Rcea. Available from: <https://hesim-dev.github.io/rcea> [cited 2024 Jan 17].
64. Hutubessy R, Chisholm D, Edejer T, et al. Generalized cost-effectiveness analysis for national-level priority-setting in the health sector. *Cost Eff Resour Alloc* 1, 8 (2003). doi: 10.1186/1478-7547-1-8.

ПЕРМИТИНА Т.О.,

к.т.н., доцент, ТУСУР, г. Томск, Россия, e-mail: peremitinat@mail.ru

СИМОНОВ Т.С.,

ТУСУР, г. Томск, Россия, e-mail: tim.sim4@yandex.ru

ТИШАЕВА А.Г.,

НИ ТГУ, г. Томск, Россия, e-mail: tishaevaalina@bk.ru

РАХЛЕВСКИЙ А.М.,

СПбГУ, г. Санкт-Петербург, Россия, e-mail: st110869@student.spbu.ru

АНЮТИНА М.А.,

ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России, г. Томск, Россия, e-mail: anyutina03@bk.ru

САГАЛАКОВА В.О.,

ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России, г. Томск, Россия, e-mail: sagalakovariya@mail.ru

МИШЕЧКИН Д.А.,

НИ ТГУ, г. Томск, Россия, e-mail: dkhlor@mail.ru

ШЕВЕЛЕВА Д.В.,

ТУСУР, г. Томск, Россия, e-mail: sevelevadarya08@gmail.com

ОБЗОР РУССКОЯЗЫЧНЫХ ANDROID-ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ

DOI: 10.25881/18110193_2024_2_30

Аннотация. В статье представлены результаты анализа русскоязычных Android-приложений в области психологической помощи, а также определены требования и рекомендации для разработки данных приложений. В магазине Google Play Market по определённым критериям были отобраны психологические приложения, произведён анализ их терапевтических функций и функций вовлечения, целей, тегов, количества скачиваний и средней оценки. Каждому приложению выставлены оценки эстетичности и удобства использования по пятибалльной шкале, для чего были привлечены 7 пользователей.

Установлено, что приложения имеют разнообразное функциональное наполнение. Согласно ответам респондентов, большая часть приложений имеет привлекательный и удобный дизайн.

Однако было обнаружено только одно исследование, рассматривающее опыт применения одного из данных приложений, что свидетельствует о недостаточной изученности темы в России. Также было отмечено, что адаптация опросника по методу MARS может помочь в оценке эффективности приложения на стадии разработки. Исследования и анализ рынка мобильных приложений для психологического здоровья могут быть полезны для разработчиков и специалистов в области психологии для создания более эффективных и удобных в использовании приложений.

Ключевые слова: мобильные приложения, психологическое благополучие, КППТ.

Для цитирования: Перемитина Т.О., Симонов Т.С., Тишаева А.Г., Рахлевский А.М., Анютина М.А., Сагалакова В.О., Мишечкин Д.А., Шевелева Д.В. Обзор русскоязычных Android-приложений для психологического благополучия. *Врач и информационные технологии.* 2024; 2: 30-39. doi: 10.25881/18110193_2024_2_30.

PEREMITINA T.O.,

PhD, Associate Professor, TUSUR, Tomsk, Russia, e-mail: peremitinat@mail.ru

SIMONOV T.S.,

TUSUR, Tomsk, Russia, e-mail: tim.sim4@yandex.ru

TISHAEVA A.G.,

TSU, Tomsk, Russia, e-mail: tishaevaalina@bk.ru

RAKHLEVSKIY A.M.,

SPbU, Saint-Petersburg, Russia, e-mail: st110869@student.spbu.ru

ANYUTINA M.A.,

Siberian State Medical University, Tomsk, Russia, e-mail: anyutina03@bk.ru

SAGALAKOVA V.O.,

Siberian State Medical University, Tomsk, Russia, e-mail: sagalakovariya@mail.ru

MISHECHKIN D.A.,

NR TSU, Tomsk, Russia, e-mail: dkhlor@mail.ru

SHEVELEVA D.V.,

TUSUR, Tomsk, Russia, e-mail: sevelevadarya08@gmail.com

REVIEW OF RUSSIAN-LANGUAGE ANDROID APPS FOR PSYCHOLOGICAL WELL-BEING

DOI: 10.25881/18110193_2024_2_30

Abstract. *This paper analyzes Russian-language Android applications for psychological help, defines requirements and recommendations for the development of such apps. Psychological applications have been selected from the Google Play Market according to certain criteria. Therapeutic and engagement functions, goals, tags, number of downloads, and average score of each application have been recorded for the analysis. The aesthetics and usability of each application have also been evaluated on a five-point scale by 7 user-respondents.*

We found a variety of functional content in the applications. According to the respondents, most of the applications had an attractive and user-friendly design.

However, only one study examined the experience of using one of these applications that indicates the topic is insufficiently studied in Russia. It is also emphasized that the adaptation of questionnaire using the MARS method can help evaluating the effectiveness of an application at the development stage.

Research and analysis of mobile applications for psychological well-being can be useful for developers and specialists in the psychology to build more effective and user-friendly applications.

Keywords: *mobile applications, psychological well-being, CBT.*

For citation: *Peremitina T.O., Simonov T.S., Tishaeva A.G., Rakhlevskiy A.M., Anyutina M.A., Sagalakova V.O., Mishechkin D.A., Sheveleva D.V. Review of Russian-language Android Apps for psychological well-being. Medical doctor and information technology. 2024; 2: 30-39. doi: 10.25881/18110193_2024_2_30.*

ВВЕДЕНИЕ

В период пандемии COVID-19 онлайн-консультации, в частности, и в целом сфера электронных психологических услуг получили наибольшую актуализацию. Интерес к ним сохраняется до сегодняшнего дня [1]. В связи с постоянной трансформацией общества в контексте геополитических проблем, социальной напряженности и повышения уровня цифровизации сфера электронных психологических услуг продолжает расширяться как в России, так и в мире [2].

На сегодняшний день существует множество мобильных приложений, которые предлагают пользователям следить за своим ментальным здоровьем и психологическим благополучием. Задачами специалистов, занимающихся разработкой таких приложений, являются: предоставление удобной и клиентоориентированной информационной системы для самостоятельного пользования (где под клиентом понимается, в первую очередь, пациент), максимизация полезности для клиентов с точки зрения удовлетворения их запросов к приложению, обеспечение их безопасности и конфиденциальности медицинских данных [3].

Таким образом, современные приложения поддержки ментального здоровья должны предоставлять широкий спектр возможностей для тех, кто стремится улучшить свое психологическое благополучие, учитывая приведенные ограничения (задачи) при разработке. Очевидным является тот факт, что перечисленные задачи могут быть решены только в рамках междисциплинарного подхода, при котором ученые из отраслей психологических и технических наук совместно разрабатывают приложение. В отсутствии такого подхода возникает риск разработать программное средство (ПС), которое не соответствует запросам пользователей [4].

Согласно сказанному выше, определим компоненты роли ПС в рамках психотерапии: предоставление информации о психическом состоянии пользователя, возможность обратиться за поддержкой анонимно и получить набор инструментов для использования в решении психологических проблем [5]. Указанные компоненты не заменяют полноценную терапию со специалистом, но предоставляют возможность для самостоятельного решения проблем и понимания

своего психологического состояния. Они предоставляют доступ к поддержке и информации, что может быть полезно в повседневной жизни и в периоды, когда обращение к профессионалу затруднено.

Для минимизации риска разработки неподходящих для использования приложений необходимо оценить их эффективность. Это подразумевает оценку полезности и безопасности приложения для поддержки ментального здоровья и благополучия. На данный момент опубликовано скромное количество результатов научных поисков по эффективности русскоязычных приложений для психологического здоровья, которые бы являлись рандомизированными контролируемыми исследованиями, таким образом соответствуя международному эталону [6]. Авторы данного исследования подчеркивают ценность существующей информации от пользователей приложений психологической поддержки, так как она позволяет разработчикам и исследователям найти недостатки и достоинства при разработке.

Обращаясь к международному опыту оценки эффективности приложений психологического здоровья, следует упомянуть выводы французских ученых о существовании приложений хорошего качества и об отсутствии достаточного спроса со стороны специалистов в области психологического здоровья для внедрения этих приложений в свои терапевтические практики [7]. Также в статье отмечается, что необходимы дополнительные исследования для оценки соответствия приложений психологической поддержки рекомендациям и результатам долгосрочного воздействия на пользователей.

В работе [8] исследователями предложено использовать цифровые технологии для реализации когнитивно-поведенческой терапии (КПТ) для снижения тревоги у пациентов, которые заболели COVID-19. Авторы подчеркивают, что данный подход можно распространять и после пандемии: многие пациенты не имеют доступ к психологической помощи по ряду причин, а онлайн-технологии делают психологическую поддержку доступнее. Одним из таких средств может быть мобильное приложение.

Применение исследователями метода метаанализа в [9] позволило прийти к выводу, что мобильные приложения по работе с депрессией

и тревожностью перспективны, так как они обладают клиническими преимуществами как в самостоятельной работе, так и в качестве сопровождения. На данный момент одной из наиболее подходящих моделей психотерапии для мобильных приложений является КПТ. Перспективность разработки мобильных приложений, в основе которых лежит КПТ подход, в том, что за счет структурированности и большого количества самостоятельных заданий, часть работы достаточно удобно перенести в мобильное приложение.

В другом качественном исследовании изучено восприятие информационных технологий в области здоровья студентов, которые испытывали тревожность и депрессию [10]. Авторами сформулированы следующие требования к мобильным приложениям для психического здоровья: (1) персонализация приложения в соответствии с индивидуальными потребностями; (2) обеспечение доступности приложения по низкой цене или бесплатно; (3) наличие эстетически привлекательного интерфейса, дизайна; (4) обеспечение того, чтобы приложение поддерживалось исследованиями и одобрением доверенных сторон, таких как правительство, социальные сети или друзья; (5) обеспечение удобного и простого в использовании интерфейса в приложении. Студенты университетов являются потенциальными пользователями таких приложений, так как они испытывают большую учебную нагрузку и стресс вследствие нового социального статуса. Также они чаще всего в силу возраста и цифровой адаптации являются уверенными пользователями ПС.

Выделенные требования пересекаются с выводом исследователей в статье [11] о том, что критическим для психологического приложения является персонализированный подход, который бы учитывал индивидуальные различия, потребности и предпочтения пользователей (пациентов).

Переходя к мере оценки эффективности приложений для психологической помощи, можно выделить среднюю оценку в Google play и AppStore – платформах, с помощью которых пользователи (пациенты) могут установить приложения, ознакомившись с обратной связью от других пользователей, размещенной в комментариях. Однако подчеркиваем, что данная мера

не может дать объективную оценку всего приложения.

Другим способом оценки качества и эффективности мобильных приложений является Mobile Application Rating Scale (MARS) – опросник по четырем показателям приложения: вовлечение, эстетика, функциональность, информативность. Он предназначен для специалистов и разработчиков мобильных приложений, методика апробирована, например, в работе [12]. Опросник переведен и адаптирован на другие языки – французский, немецкий, фарси, японский, испанский и т.д. [13–16], но адаптация на русский язык отсутствует. В исследовании [17] проводится оценка качества русскоязычных мобильных приложений для контроля симптомов тревоги и депрессии с использованием MARS, где информация о способе перевода и адаптации шкалы отсутствует. Согласно заключению авторов, оцененные приложения просты в использовании, функциональны, эстетически привлекательны для пользователя, однако остаются трудности с персонализацией, качеством и количеством информации, ее визуальным представлением и научным обоснованием. Дальнейшие исследования предлагается посвятить подробному анализу содержательной части таких приложений.

По данным сервиса «Яндекс Радар» [18] на начало марта 2024 года в России доля Android среди мобильных операционных систем составляет 82,6%. За год этот показатель вырос почти на 5%, что делает изучение русскоязычных Android-приложений особенно актуальным.

Указанная выше специфика позволяет определить в качестве цели данной работы проведение анализа русскоязычных Android-приложений для поддержания ментального здоровья и психологического благополучия. Результаты анализа могут быть полезными для совершенствования и разработки таких приложений.

В ходе обзора существующих русскоязычных публикаций по тематике данной работы было обнаружено авторское исследование [19], где оценивалась эффективность программы «Анти-депрессия» по сравнению с контрольной группой, которая была в листе ожидания. Заявлено, что исследование подтвердило снижение уровня депрессии, тревожности, стресса, руминаций и проблем со сном у пользователей приложения, наряду с повышением уровня сострадания

к себе, осознанности, позитивной ориентации на решение проблем, самоэффективности, субъективного восприятия благополучия и оптимизма.

Для сравнения: в ряде зарубежных обзоров [20–22] рассматриваются исследования, оценивающие эффективность психологических ПС в разнообразных контекстах для социальных групп. Указанные обзоры содержат от 10 до 25 исследований. Таким образом, можно отметить недостаточную изученность данной темы в России, по сравнению с опытом зарубежных стран.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Был проведен поиск мобильных приложений, напрямую связанных с ментальным здоровьем, в магазине Google Play по следующим ключевым словам: психология, психологическое здоровье, психологическая помощь, стресс, отслеживание настроения. Затем приложения были включены в первую группу, если они: доступны для загрузки на территории РФ (1), локализованы на русском языке (2), содержали упомянутые выше ключевые слова в тегах (3), имели более 50 тысяч скачиваний (4), имели более тысячи отзывов (5), предоставляли более одной терапевтической функции (6).

Также был проведен поиск в магазине Google Play по ключевому слову «КПТ». Из них во вторую группу включались приложения, которые: доступны для загрузки на территории РФ (1), на русском языке (2), заявляли принадлежность к КПТ в названии или описании (3), имели более тысячи скачиваний (4) и более 100 отзывов (5).

Всего с использованием такого подхода выявлено 8 приложений первой группы и 4 приложения второй группы. Приложения были загружены и протестированы с использованием смартфона Xiaomi Redmi 9A. Для каждого приложения были выделены: основная цель, терапевтические функции, функции вовлечения и дополнительные функции.

Затем для каждого приложения были даны оценки эстетичности и удобства использования. Поскольку приложения не являются узкопрофессиональными, а ориентированы на широкий круг пользователей, для получения экспертных оценок были приглашены 7 реальных пользователей подобных мобильных приложений,

которые являются специалистами по решению задач пользователя, и, в отличие от разработчиков, ориентируются не на гипотетический, а на реальный опыт [23].

Средний возраст экспертов составил 22, 57 лет, трое из них мужского пола и четверо женского, у четырёх имеется одно высшее образование и у троих незаконченное высшее. Оценка проводилась на следующих устройствах: Xiaomi Redmi 9a, POCO F3, Samsung Galaxy s21, Samsung A50, Xiaomi Redmi 12 Pro+, Samsung Galaxy s20FE. Данные о количестве скачиваний приложений, средней оценке приложения, отзывах и их количества были загружены с экранов приложений в магазине Google Play.

Полученные данные были объединены в одну таблицу, где для каждого приложения представлено количество терапевтических функций, количество функций вовлечения, средние экспертные оценки эстетичности дизайна и удобство использования, наличие заявленной психологической методики в основе работы приложения, число отзывов и тегов, рейтинг и число скачиваний в Google Play Market.

Одним из важных критериев для мобильного приложения психологической помощи является его научная обоснованность. Для этого с помощью Google Scholar был произведен поиск статей, где исследовались мобильные приложения психологической помощи.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В таблице 1 отобранные приложения сопоставлены с их рейтингом, количеством скачиваний и тегами в Google Play Market, а также заявленной целью. В названии «Дневника с вопросами для самоанализа» при этом была сохранена ошибка из Google Play. Приложения приведены в порядке их нахождения.

Функции в приложениях можно разделить на два вида: терапевтические и не терапевтические. Первые представляют собой методики и техники из существующих подходов в психологии (таблица 2). Отмечается большое количество различных дневников (настроения, эмоций, желаний), которые часто используются в КПТ. Вторые функции служат для вовлечения пользователя в процесс психотерапии, например, уведомления, напоминания, подсказки, работа с чат-ботом.

Таблица 1 — Описание включенных приложений

№	Приложение	Рейтинг Google Play	Число скачиваний	На что направлено	Теги
1	VOS: Терапия в кармане, Дневник	4,8	Более 1 млн.	Стресс, тревога, сон, ментальное здоровье	Здоровье и фитнес, психическое здоровье
2	Анти-депрессия: психолог	4,5	Более 100 тыс.	Депрессия	Здоровье и фитнес, медицина, психическое здоровье
3	Дневник эмоций и Осознанность	4,8	Более 50 тыс.	Саморазвитие, психологическое благополучие	Стиль жизни, здоровье и спорт, медитация, отслеживание настроения
4	Thera: личный дневник эмоций	4,6	Более 100 тыс.	Саморазвитие и осознанность	Стиль жизни, здоровье и спорт, отслеживание настроения
5	Mindspa Психологическая Помощь	4	Более 500 тыс.	Саморазвитие, эмоции	Здоровье и фитнес, психическое здоровье
6	Люси	3,9	Более 100 тыс.	От житейских неурядиц до поиска смысла жизни	Образование, медицина, психическое здоровье
7	Дневник с вопросами для самоан	4,7	Более 500 тыс.	Саморазвитие, ментальное здоровье, снятие тревожности	Стиль жизни, здоровье и спорт, отслеживание настроения, медитация
8	КтоЯ: Депрессия, Тревога, Сон	4,3	Более 100 тыс.	Борьба со стрессом, депрессией, страхом, фобиями, привычками	Здоровье и фитнес, психическое здоровье
9	Когнитивная терапия: КПТ	4,7	Более 10 тыс.	Стресс и депрессия	Медицина
10	Mintalitea: КПТ дневник эмоций	4,6	Более 10 тыс.	Самоанализ и благодарности	Здоровье и фитнес
11	Анти-стресс и здоровье	4,6	Более 10 тыс.	Стресс, тревога, выгорание	Здоровье и фитнес
12	MindHealth: КПТ дневник мыслей	4,9	Более 10 тыс.	Депрессия и тревога	Здоровье и фитнес

Таблица 2 — Функциональность рассмотренных приложений

№	Приложение	Терапевтические функции	Функции вовлечения
1	VOS: Терапия в кармане, Дневник	Дыхание, карта целей, испытания, аффирмации, медитация, звуки, чат, статьи, дневник настроения, статистика, цитаты	Подсказки к упражнениям, связь с Google Fit, введение
2	Анти-депрессия: психолог	Диагностика, медитации, дневник настроения, самоподдержки, благодарности и мыслей, статистика	План работы, баллы
3	Дневник эмоций и Осознанность	Дневник эмоций, медитации, курсы, дневник успеха, упражнения для ребенка, взрослого и родителя, аффирмации, психообразования, тест	Введение и вопросы в начале, онбординг, статистика, уведомления настраиваемые
4	Thera: личный дневник эмоций	Дневник желаний, эмоций, страхов, благодарности, цитаты, собственный дневник	Вопросы в начале, уведомления
5	Mindspa Психологическая Помощь	Психообразование, чат, дневник, статистика, упражнения	Чат-бот

Таблица 2 — Функциональность рассмотренных приложений (продолжение)

№	Приложение	Терапевтические функции	Функции вовлечения
6	Люси	Лекции, обучающие видео, психообразование	Вводная реклама, настраиваемые уведомления, чат-бот
7	Дневник с вопросами для самоан	Дневник эмоций, дневник настроения, истории, статистика, медитации, инсайты	Короткий опрос в начале, подсказки к дневнику, настраиваемые уведомления
8	КтоЯ: Депрессия, Тревога, Сон	Аудио-курсы, звуки природы, психообразование, медитации	Вводная реклама
9	Когнитивная терапия: КПТ	Тест Бернса, психообразование, дневник мыслей	Уведомления
10	Mintalitea: КПТ дневник эмоций	Благодарности, КПТ-дневник мыслей, поиск зависимостей, дневник благодарностей	Уведомления, список целей, планер, подсказки к дневнику мыслей, статистика
11	Анти-стресс и здоровье	Диагностика, психообразование, дневник мыслей, настроения, благодарности, самоподдержки, медитации, психообразование, статистика	Подбор психолога, план, чат с ботом, баллы
12	MindHealth: КПТ дневник мыслей	Дневник мыслей, дневник эмоций, психообразование, копинг-карточки, тесты, статистика	Помощь ИИ, уведомления, подсказки к дневнику

Таблица 3 — Средние оценки дизайна

№	Приложение	Оценка эстетичности	Оценка удобства
1	VOS: Терапия в кармане, Дневник	4,86	4,43
2	Анти-депрессия: психолог	3,57	3,71
3	Дневник эмоций и Осознанность	4,29	4,29
4	Thera: личный дневник эмоций	4,29	4,14
5	Mindspra Психологическая Помощь	3,57	3,57
6	Люси	4,29	3,86
7	Дневник с вопросами для самоан	4,43	4,29
8	КтоЯ: Депрессия, Тревога, Сон	4,00	4,14
9	Когнитивная терапия: КПТ	2,86	3,14
10	Mintalitea: КПТ дневник эмоций	4,29	4,43
11	Анти-стресс и здоровье	3,57	3,71
12	MindHealth: КПТ дневник мыслей	4,71	4,29

Большинство приложений получили средние оценки дизайна не ниже 4 (таблица 3). Лишь у одного приложения средняя оценка эстетичности получилась ниже 3. При этом разница между средней оценкой эстетичности и средней оценкой удобства для каждого конкретного приложения составила не более 0,53.

ОБСУЖДЕНИЕ

Мобильные приложения на сегодняшний день стали неотъемлемой частью нашей жизни и проникли во многие сферы. Одной из таких сфер является психология, где информационные технологии используются как в рамках терапии со специалистом, так и для самопомощи.

Поскольку ряд барьеров, в числе которых высокая стоимость консультации и трудности с подбором качественного специалиста, препятствуют обращению за профессиональной помощью, мобильные приложения для психологического благополучия рассматриваются как привлекательная альтернатива психотерапии.

Однако ментальное здоровье относится к сфере личной жизни человека, поэтому к качеству связанных с ним ПС предъявляются высокие требования. В MARS раздел D посвящен информативности оцениваемого приложения, эксперту предлагается оценить достоверность источника и доказательную базу. В ряде зарубежных исследований такие приложения рассматриваются в различных контекстах, в том числе производится оценка их качества и эффективности [21–22].

Тем временем только об одном из рассмотренных в данном исследовании приложений – «Анти-депрессии», удалось обнаружить авторское исследование эффективности использования, но оно является препринтом. Лишь 5 из 12 приложений заявляют, что основываются на КПТ. При этом 4 из 5 таких приложений не сопровождаются тегом «Психическое здоровье», поэтому они были выделены в отдельную группу при отборе. Одно приложение основывается на непризнанной наукой системно-векторной психологии. Приложения, основанные на КПТ, не пользуются у пользователей большой популярностью: скачиваний у них в среднем меньше, чем у остальных.

В целом, рассмотренные в данном исследовании приложения имеют высокий рейтинг: только у одного средняя оценка в Google Play ниже 4 из 5 баллов. Схожая ситуация сложилась с экспертными оценками дизайна.

ВЫВОДЫ

В рамках данного исследования был проведен анализ двенадцати русскоязычных Android-приложений, нацеленных на поддержание психологического благополучия.

Результаты показывают, что рассмотренные приложения пользуются популярностью у пользователей, содержат разнообразную терапевтическую функциональность. Однако заявленные разработчиками цели не были проверены ни в одной научной статье, только одно приложение имеет препринт, доказывающий эффективность. В описании продукта разработчики обещают справиться с тем или иным расстройством за время курса, однако оснований для таких утверждений нет, поскольку отсутствует подтвержденность реальными исследованиями. Необходимы объективные исследования качества и эффективности применения таких приложений по аналогии с международной практикой.

При этом на данный момент нет универсального и объективного инструмента для оценки приложений психологической помощи, адаптированного для русского языка и учитывающего локальные особенности культуры. Предполагается, что таким инструментом может стать адаптированная версия опросника MARS. Адаптация данного опросника может помочь разработчикам оценить его возможности на стадии создания приложения, а специалистам в сфере здравоохранения – подобрать оптимальное приложение для своих пациентов.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Dores RA, Geraldo A, Carvalho I, et al. The Use of New Digital Information and Communication Technologies in Psychological Counseling during the COVID-19 Pandemic. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020; 17(20): 7663. doi: 10.3390/ijerph17207663.
2. vedomosti.ru. Ведомости [доступ от 17.01.2024]. Доступ по ссылке https://www.vedomosti.ru/press_releases/2023/01/17/v-2022-godu-stressov-u-rossiyan-bilo-v-7-raz-bolshe-chem-v-2021-statistika-vsk-po-obrascheniyam-v-sluzhbu-psihologicheskoi-podderzhki. [vedomosti.ru. Vedomosti [updated 2024 January 17]. Available from: https://www.vedomosti.ru/press_releases/2023/01/17/v-2022-godu-stressov-u-rossiyan-bilo-v-7-raz-bolshe-chem-v-2021-statistika-vsk-po-obrascheniyam-v-sluzhbu-psihologicheskoi-podderzhki. (In Russ.)]

3. Martinengo L, Stona A, Griva K, et al. Self-guided Cognitive Behavioral Therapy Apps for Depression: Systematic Assessment of Features, Functionality, and Congruence With Evidence J Med Internet Res. 2021; 23(7): e27619. doi: 10.2196/27619.
4. Николаенко В.С. Негативные и позитивные риски в ИТ-проектах. // Вестник Московского университета. Серия 21. Управление (государство и общество). – 2018. – №3. – С.91-124. [Nikolaenko VS. Negative and positive risks in IT projects. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 21. Upravlenie (gosudarstvo i obshchestvo). 2018; 3: 91-124. (In Russ.)]
5. Глухова М.Е. Роль цифровых технологий в преодолении депрессии: кейс студентов Санкт-Петербурга // Журнал социологии и социальной антропологии. – 2021. – №24(2). – С.31-55. [Glukhova M. The role of digital technologies in overcoming depression: the case of students from Saint Petersburg. Zhurnal sociologii i social'noj antropologii, 2021; 24(2): 31-55. (In Russ.)] doi: 10.31119/jssa.2021.24.2.2.
6. Розанов В.А., Самерханова К.М. Мобильные приложения для поддержания психического здоровья: обзор оценок пользователей // Журнал телемедицины и электронного здравоохранения. – 2022. – №8(2). – С.7-20. [Rozanov VA, Samerkhanova KM. Mobile applications for mental health self-management: a review of customers' opinions. Rossijskij Zhurnal Telemeditsiny I Elektronogo Zdravoohraneniya. 2022; 8(2): 7-20. (In Russ.)] doi: 10.29188/2712-9217-2022-8-2-7-20.
7. Carrouel F, du Sartz de Vigneulles B, Bourgeois D, et al. Mental Health Mobile Apps in the French App Store: Assessment Study of Functionality and Quality JMIR Mhealth Uhealth. 2022; 10(10): e41282. doi: 10.2196/41282.
8. Мелёхин А.И. Дистанционная когнитивно-поведенческая психотерапия стрессового расстройства, связанного с пандемией COVID // Журнал телемедицины и электронного здравоохранения. – 2020. – №6(3). – С.3-14. [Melehin AI. Remote cognitive behavioral psychotherapy for stress disorder associated with the COVID-19 pandemic. Rossijskij Zhurnal Telemeditsiny I Elektronogo Zdravoohraneniya. 2020; 6(3): 3-14. (In Russ.)] doi: 10.29188/2542-2413-2020-6-3-3-14.
9. Lecomte T, Potvin S, Corbière M, et al. Mobile Apps for Mental Health Issues: Meta-Review of Meta-Analyses JMIR Mhealth Uhealth. 2020; 8(5): e17458. doi: 10.2196/17458.
10. Salamanca-Sanabria A, Jabir A, Lin X, et al. Exploring the Perceptions of mHealth Interventions for the Prevention of Common Mental Disorders in University Students in Singapore: Qualitative Study J Med Internet Res. 2023; 25: e44542. doi: 10.2196/44542.
11. Duarte-Díaz A, Perestelo-Pérez L, Gelabert E, et al. Efficacy, Safety, and Evaluation Criteria of mHealth Interventions for Depression: Systematic Review JMIR Ment Health. 2023; 10: e46877. doi: 10.2196/46877.

12. Terhorst Y, Philippi P, Sander LB, et al. Validation of the Mobile Application Rating Scale (MARS). *PLoS One*. 2020; 15(11): e0241480. doi: 10.1371/journal.pone.0241480.
13. Yamamoto K, Ito M, Sakata M, et al. Japanese Version of the Mobile App Rating Scale (MARS): Development and Validation *JMIR Mhealth Uhealth*. 2022; 10(4): e33725. doi: 10.2196/33725.
14. Messner E, Terhorst Y, Barke A, et al. The German Version of the Mobile App Rating Scale (MARS-G): Development and Validation Study *JMIR Mhealth Uhealth*. 2020; 8(3): e14479. doi: 10.2196/14479.
15. Barzegari S, Sharifi Kia A, Bardus M, et al. The Persian Version of the Mobile Application Rating Scale (MARS-Fa): Translation and Validation Study *JMIR Form Res*. 2022; 6(12): e42225. doi: 10.2196/42225.
16. Payo R, Fernandez MM, Blanco M, et al. Spanish adaptation and validation of the Mobile Application Rating Scale questionnaire, *International Journal of Medical Informatics*. 2019; 129: 95-99. doi: 10.1016/j.ijmedinf.2019.06.005.
17. Бунова А.С., Шикова Д.В. Мобильные приложения для контроля симптомов тревоги и депрессии: поиск и оценка качества // Профилактическая медицина. – 2023. – №26(10). – С.27-35. [Bunova AS, Shikova DV. Mobile applications for the control of anxiety and depression symptoms: search and quality evaluation. *The Russian Journal of Preventive Medicine*. 2023; 26(10): 27-35. (In Russ.)] doi: 10.17116/profmed20232610127.
18. radar.yandex.ru. Яндекс.Радар [доступ от 17.03.2024]. Доступ по ссылке <https://radar.yandex.ru/mobile>. [radar.yandex.ru. Yandex.Radar [updated 2024 March 17]. Available from: <https://radar.yandex.ru/mobile>. (In Russ.)]
20. Oliveira C, Pereira A, Vagos P, et al. Effectiveness of mobile app-based psychological interventions for college students: a systematic review of the literature. *Frontiers in psychology*. 2021; 12: 647606.
21. Chen B, Yang T, Xiao L, Xu C, Zhu C. Effects of Mobile Mindfulness Meditation on the Mental Health of University Students: Systematic Review and Meta-analysis. *J Med Internet Res*. 2023; 25: e39128. doi: 10.2196/39128.
22. Elkefi S, Trapani D, Ryan S. The role of digital health in supporting cancer patients' mental health and psychological well-being for a better quality of life: A systematic literature review. *International Journal of Medical Informatics*. 2023: 105065.
23. Троицкая О., Бахтина А. Компьютерная программа когнитивно-поведенческой терапии для мобильных приложений «АНТИ-ДЕПРЕССИЯ» iCognito: результаты исследования эффективности. – 2021. [Troitskaya O, Batkhina A. Komp'yuternaya programma kognitivno-povedencheskoj terapii dlya mobil'nyh prilozhenij «ANTI-DEPRESSIYA» iCognito: rezul'taty issledovaniya effektivnosti. 2021. (In Russ.)] doi: 10.31234/osf.io/j6paq.

КОТЛОВСКИЙ М.Ю.,

д.м.н., ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России, г. Москва, Россия, e-mail: kotlovskiyму@mednet.ru

АРМАШЕВСКАЯ О.В.,

к.м.н., ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России, г. Москва, Россия, e-mail: ova19@mednet.ru

СОКОЛОВСКАЯ Т.А.,

к.м.н., ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России, г. Москва, Россия, e-mail: sokol@mednet.ru

ГУСЕВ А.В.,

к.т.н., ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России, г. Москва, Россия, e-mail: agusev@webiomed.ai

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И ОБЩЕСТВЕННОЕ ЗДОРОВЬЕ»

DOI: 10.25881/18110193_2024_2_40

Аннотация. Цель исследования: изучить технологии цифрового здравоохранения, представленные в диссертационных научных исследованиях по специальности «Общественное здоровье и здравоохранение» за 2018-2022 гг.

Материалы и методы: был проведен анализ 194 диссертационных работ, размещённых на официальном сайте ВАК по специальности «Общественное здоровье и здравоохранение» (14.02.03) за 2018-2022 гг., и выделено 72 диссертации, в которых исследовалось применение цифровых технологий в здравоохранении.

Анализ полученных данных проводился с использованием интерактивной вычислительной среды Jupiter Notebook и программных библиотек Pandas (1.5.3), scikit-learn, Matplotlib и Seaborn для обработки, анализа (частотного) данных, создания структурированного датасета, построения линии тренда и графического изображения.

Результаты: за период 2018-2022 гг. в 37,1% диссертационных работ, защищенных по данной специальности, используются цифровые технологии, которые в большинстве посвящены разработке, применению информационно-аналитических систем и созданию электронных реестров. Количество научных работ снижается, хотя интересным это представляется не только организаторам здравоохранения, но и врачам-клиницистам. Активно проводились научные исследования в Центральном и Приволжском Федеральных округах, охватив все виды цифровых технологий, что определяет эти регионы драйверами в развитии цифрового здравоохранения и выделяет их для прицельного инвестирования.

Ключевые слова: цифровые технологии, цифровое здравоохранение, научные исследования, организация здравоохранения и общественное здоровье.

Для цитирования: Котловский М.Ю., Армашевская О.В., Соколовская Т.А., Гусев А.В. Разработка и применение цифровых технологий в научных исследованиях по специальности «Организация здравоохранения и общественное здоровье». Врач и информационные технологии. 2024; 2: 40-51. doi: 10.25881/18110193_2024_2_40.

KOTLOVSKIY M.YU.,

DSc, Russian Research Institute of Health (RIH), Moscow, Russia, e-mail: kotlovskiyму@mednet.ru

ARMASHEVSKAYA O.V.,

PhD, Russian Research Institute of Health (RIH), Moscow, Russia, e-mail: ova19@ mednet.ru

SOKOLOVSKAYA T.A.,

PhD, Russian Research Institute of Health (RIH), Moscow, Russia, e-mail: sokol@mednet.ru

GUSEV A.V.,

PhD, Russian Research Institute of Health (RIH), Moscow, Russia, e-mail: agusev@webiomed.ai

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN SCIENTIFIC RESEARCH IN THE SPECIALTY «HEALTH CARE ORGANIZATION AND PUBLIC HEALTH»

DOI: 10.25881/18110193_2024_2_40

Abstract. Aim: to study digital health technologies presented in dissertation research in the specialty "Public Health and Healthcare" for 2018-2022.

Materials and methods: We found 194 dissertations posted on the official website of the Higher Attestation Commission in the specialty "Public Health and Healthcare" (02/14/03) for 2018-2022. We identified 72 dissertations which studied the use of digital technologies in healthcare.

The analysis of the obtained data was carried out using the interactive computing environment Jupiter Notebook and the software libraries Pandas (1.5.3), scikit-learn, Matplotlib and Seaborn for processing, analyzing (frequency) data, creating a structured dataset, constructing a trend line and graphical images.

Results: During 2018-2022, 37.1% of dissertations defended in this specialty used digital technologies, and were aimed at the development, use of information and analytical systems and the creation of electronic registers. The number of scientific works in this area is decreasing, although they are of interest not only to health care organizers, but also to doctors. Scientific research was most active in the Central and Volga Federal Districts, covering all types of digital technologies, which defines these districts as drivers in the development of digital health care and singles them out for targeted investment.

Keywords: digital technologies, digital health, scientific research, healthcare organization and public health.

For citation: Kotlovskiy M.Yu., Armashevskaya O.V., Sokolovskaya T.A., Gusev A.V. Development and application of digital technologies in scientific research in the specialty «Health care organization and public health». Medical doctor and information technology. 2024; 2: 40-51. doi: 10.25881/18110193_2024_2_40.

ВВЕДЕНИЕ

Мировой опыт разработки и применения информационных технологий свидетельствует об их большом потенциале для решения медико-социальных проблем общества [1–3]. Прогресс в области информационных технологий внес значительные изменения в деятельность медицинских организаций, охватив практически все стороны оказания медицинской помощи, включая управление ресурсами, лечебный процесс, развитие новых способов коммуникации в онлайн пространстве. Все это приводит к увеличению доступности медицинской помощи и росту удовлетворенности населения [4, 5].

В последние годы цифровое здравоохранение развивается ускоренными темпами. В настоящее время нет сомнений в том, что цифровые технологии в будущем будут играть ключевую роль в обеспечении всеобщего охвата населения услугами здравоохранения и способствовать максимальному повышению эффективности, доступности и рентабельности медицинских услуг. Уже сегодня данные технологии являются одним из ключевых детерминантов здоровья. Вместе с тем на фоне тяжелых последствий пандемии COVID-19 стали особенно очевидны различия в потенциале стран к цифровой трансформации систем здравоохранения. Для решения стоящих в связи с этим стратегических задач в Европе был разработан Региональный план действий в области цифрового здравоохранения для Европейского региона ВОЗ на 2023–2030 гг. [6, 7].

В Российской Федерации, начиная с 2017 г., совершенствуется нормативная база, посвященная информационным технологиям. Так, в Федеральном законе 242-ФЗ от 29.07.2017 г. «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья» предусмотрено использование телемедицинских технологий (ТМТ) для выписки электронных рецептов, получения электронных копий медицинских документов, использование информационно-коммуникационных технологий в процессе реабилитации, при проведении консультаций и консилиумов, организации высокотехнологичной помощи населению, для дистанционного наблюдения за пациентами. Приказом Минздрава России от 30.11.2017 г.

№ 965н установлен Порядок оказания медицинской помощи с применением телемедицинских технологий [8–11].

Основаниями определения разработки стратегического направления в области цифровой трансформации здравоохранения стали:

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 26 декабря 2017 г. N 1640 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие здравоохранения»».
2. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. N 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».
3. Указ Президента Российской Федерации от 6 июня 2019 г. N 254 «О Стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 года».
4. Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. N 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года».

В соответствии с Распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 апреля 2024 г. N 959-р Минздраву России совместно с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти и Федеральным фондом обязательного медицинского страхования необходимо выполнить ряд стратегических задач в области цифровой трансформации здравоохранения, основываясь на сборе и обработке больших данных, и содействия в достижении национальных целей в режиме инцидент-менеджмента. Планируется создание условия для разработки таргетированных программ и внедрения технологий персонифицированной медицины в процесс управления общественным здоровьем, создание и внедрение специализированных платформенных решений, активное применение и развитие технологий искусственного интеллекта.

В связи с выбором данных направлений цифровой трансформации авторами было проведено исследование, цель которого заключалась в изучении технологий цифрового здравоохранения, представленных в диссертационных научных исследованиях по специальности «Общественное здоровье и здравоохранение» за 2018–2022 гг.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для формирования материалов исследования был использован официальный сайт ВАК, на котором осуществлялся поиск диссертационных работ на соискание ученой степени кандидата или доктора медицинских наук [12]. Критериями включения была специальность «Общественное здоровье и здравоохранение» (14.02.03). Работа должна была быть выполнена в 2018–2022 гг. В отобранных работах изучалась тема и цель диссертационной работы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, положения, выносимые на защиту и внедрение результатов исследования. В диссертационной

работе должна была производиться разработка и (или) изучение применения цифровых инструментов. В противном случае работа исключалась из материалов исследования (рисунок 1).

Анализ полученных данных проводился с использованием интерактивной вычислительной среды Jupiter Notebook (6.5.2) [13]. Для обработки и анализа (частотного) данных и создания структурированного датасета (обработанная и структурированная информация в табличном виде) использовалась программная библиотека Pandas (1.5.3), содержащая высокопроизводительные структуры данных и инструменты для их анализа [14]. При построении линии тренда

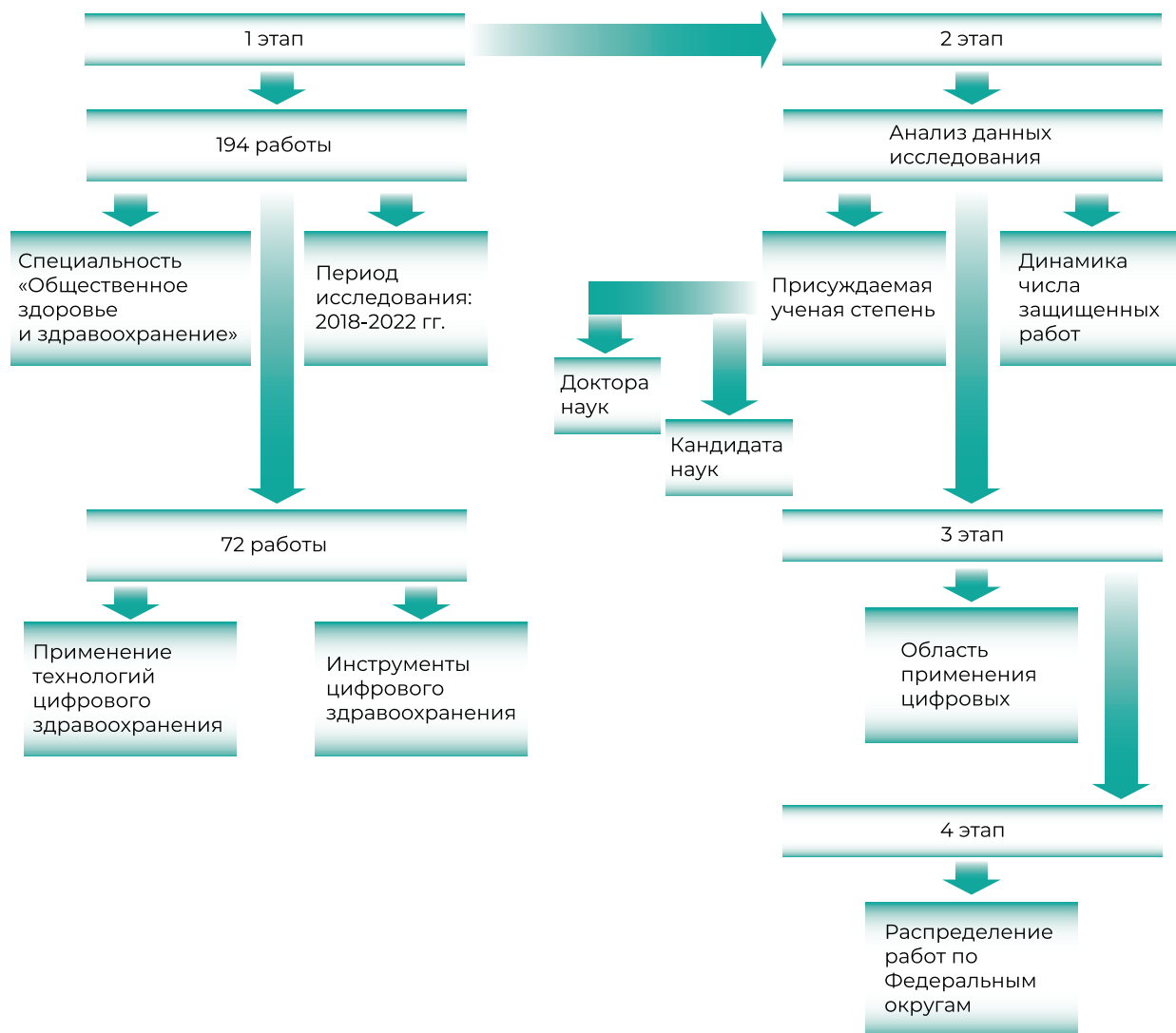


Рисунок 1 — Этапы исследования.

Таблица 1 — Ведущие учреждения, на базе которых организаторы здравоохранения проводили диссертационные исследования, посвященные и включающие технологии цифрового здравоохранения

№	Сокращенное наименование организаций	Количество диссертаций
1	ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России	11
2	ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России	8
3	ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет)	7
4	ФГБНУ «Национальный НИИ общественного здоровья имени Н.А. Семашко»	6
5	ФГБОУ ВО ИГМА Минздрава России	6

применялась программная библиотека scikit-learn (1.0.2) [15]. Построение графиков и диаграмм производилось с использованием программных библиотек Matplotlib и Seaborn [16, 17].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом данного исследования стали 72 диссертационные работы. В основном это были диссертации, защищенные по одной научной специальности, и только 3 работы были представлены двумя специальностями, две из которых «Травматология и ортопедия» (14.01.15) и одна – «Онкология» (14.01.12).

Исследования проводились на базе 31 учреждения. В таблице 1 представлены 5 лидирующих по числу работ учреждений.

В большинстве случаев (93,06%, $n = 67$) у диссертанта был один научный руководитель или консультант.

Из выбранных исследований 21 работа (29,17%) была защищена с присвоением ученой степени «доктора медицинских наук», а 51 работа (70,83%) – с присвоением ученой степени «кандидата медицинских наук».

Было отмечено, что за исследуемый пятилетний период общее количество научных исследований с применением цифровых технологий по анализируемой специальности увеличивалось и достигло своего максимума в 2019 году (рисунок 2), затем отмечено выраженное снижение их числа в последующие 2020 и 2021 гг. При этом общее количество защищенных диссертационных работ уменьшилось более чем в 2 раза, и к последнему году исследования отрицательный тренд закончился, число выполненных работ осталось неизменным относительно значения предыдущего года.

Фиксируется неуклонное снижение числа защищенных кандидатских диссертаций, в которых изучались организационные подходы к технологиям цифрового здравоохранения, что аналогично отрицательному тренду общего числа работ (рисунок 3).

В отношении докторских диссертаций было отмечено, что период роста их числа в 2019 г., сменился снижением в 2020 и 2021 г., однако, к 2022 число данных работ незначительно увеличилось, но уровень, наблюдаемый в начале исследования, достигнут не был. Линия тренда была отрицательной, но ее крутизна была менее выраженной, чем в случае с кандидатскими работами.

Стоит отметить, что данное снижение наблюдалось на фоне общего ежегодного снижения числа защищенных диссертационных работ по исследуемой специальности. Если в 2018 году было зафиксировано 61 подобное диссертационное исследование, то уже в 2019 году их стало 43, а в 2020 году – 28. Увеличение их числа до 33 произошло в 2021 году, которое затем сменилось снижением в 2022 году до 29. Таким образом, в течение исследуемого периода число защищенных работ по специальности «Общественное здоровье и здравоохранение» уменьшалось волнообразно более чем в 2 раза.

Дополнительно было выявлено изменение доли диссертационных работ по информационным технологиям среди всех исследований по данной специальности за пятилетний период. Если в 2019 г. был отмечен значительный рост доли таких работ среди всех научных исследований, и их число превысило половину, то последующие два года отмечалось выраженное снижение данной доли (рисунок 4). Минимальные значения были зафиксированы в 2021 г., и,

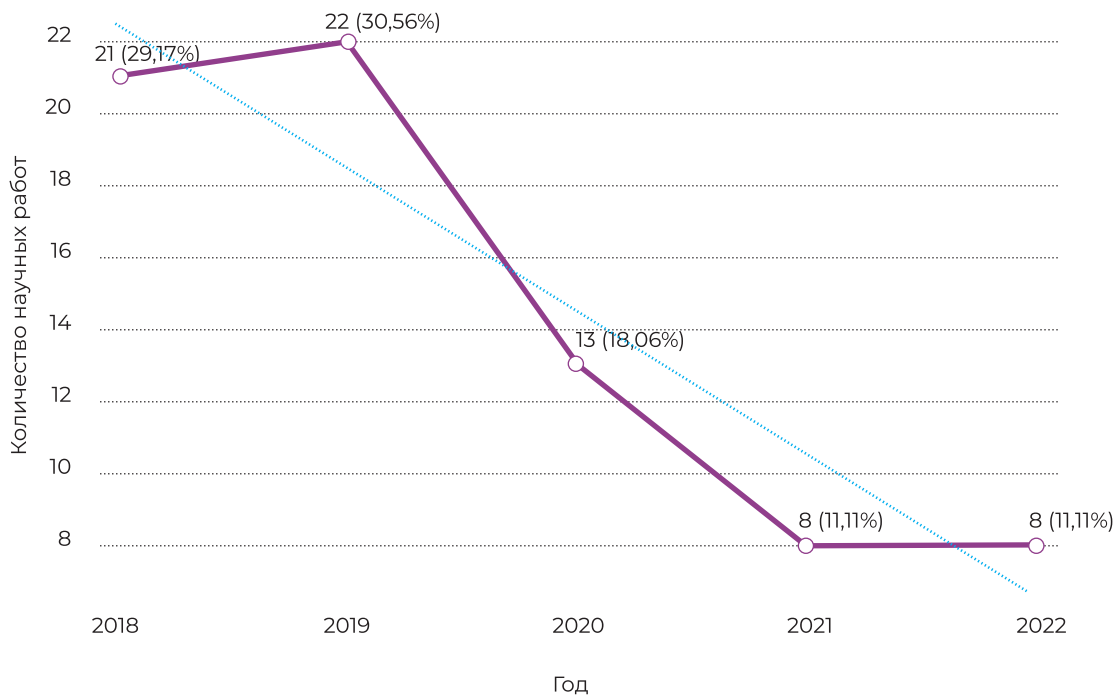


Рисунок 2 — Динамика числа научных работ, посвященных организации применения цифровых технологий в здравоохранении, за 2018–2022 гг.

Примечание: здесь и далее пунктирной линией обозначено направление тренда.

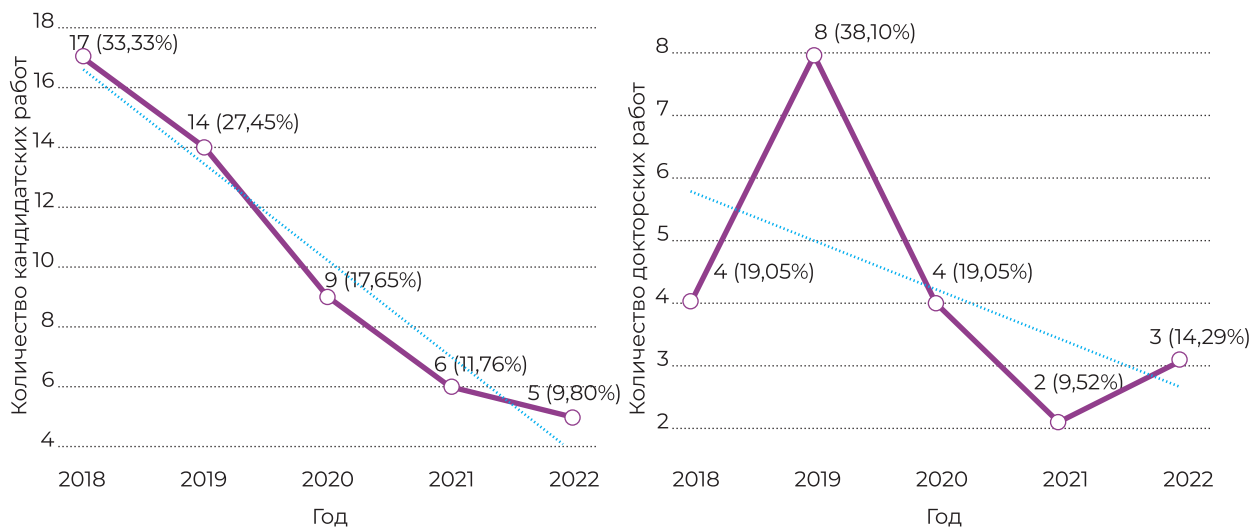


Рисунок 3 — Динамика числа кандидатских и докторских научных работ, посвященных организации применения цифровых технологий в здравоохранении, за 2018–2022 гг.

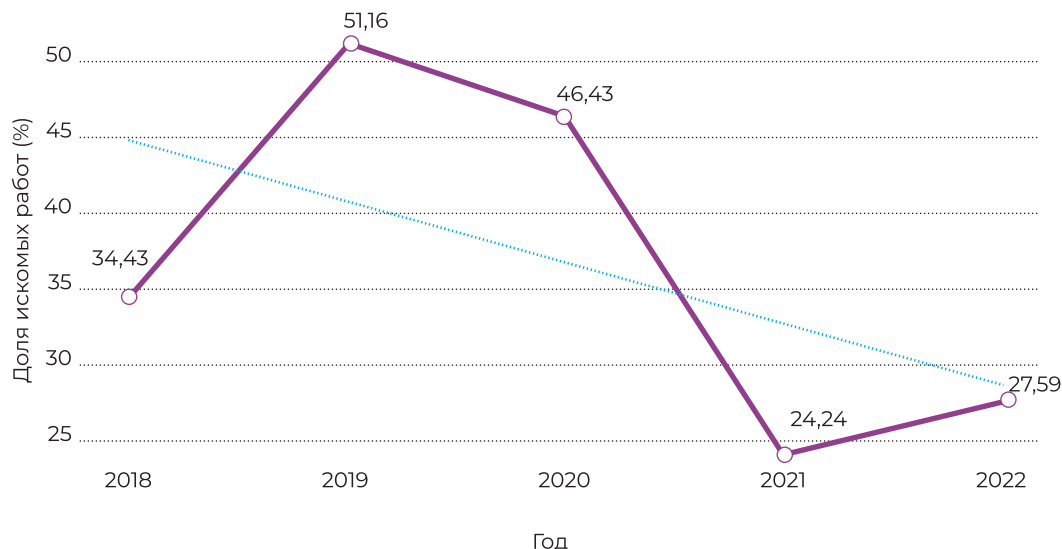


Рисунок 4 — Доля научных исследований по цифровым технологиям среди всех диссертационных работ по специальности «Общественное здоровье и здравоохранение» относительно каждого года исследуемого периода (в процентах).

несмотря на зафиксированное в последний год увеличение данной доли, процентное содержание искомых работ в конце периода наблюдения было меньше, чем в его начале. Линия тренда имела не выраженный, но все же отрицательный уклон.

При изучении распределения защищенных диссертационных работ за 2018–2022 гг. по Федеральным округам РФ установлено, что исследования цифровых технологий в сфере организации здравоохранения проводились в шести из восьми Федеральных округов. За анализируемый период наблюдения работы выполнялись в Центральном (ЦФО), Приволжском (ПФО), Сибирском (СФО), Северо-Западном (СЗФО), Южном (ЮФО) и Уральском (УФО) Федеральных округах. Не были обнаружены работы по исследуемой специальности, проводимые в Дальневосточном и Северо-Кавказском Федеральных округах. При этом установлено, что максимально были активны исследователи в области организации здравоохранения в Центральном Федеральном округе, где количество диссертационных работ стремилось к 50%, от их общего числа. В то же время минимальная активность была зафиксирована в Уральском Федеральном округе (рисунок 5).

Цифровые технологии в соответствии с их применением были классифицированы по 4 группам [6]:

1. Телездоровоохранение (телемедицинские технологии);
2. Инструменты работы с большими данными (электронный реестр/регистр/база данных);
3. Углубленная аналитика (системы поддержки принятия решений, алгоритмы, математические и имитационные модели);
4. Инструменты обеспечения доступа к данным и обмена ими (информационные системы и электронные сервисы) (рисунок 6).

Первое место по численности заняли диссертации, направленные на изучение инструментов углубленной аналитики, – 37 исследований, которые составили более половины всех работ. В данную группу вошли девять докторских и двадцать семь кандидатских диссертаций. Часть из них была посвящена совершенствованию организации медицинской помощи в субъектах Российской Федерации по различным профилям и организации межсекторального противодействия рискам снижения эффективности здоровьесбережения населения мегаполисов. Нормативное обеспечение деятельности врачей по оказанию первичной

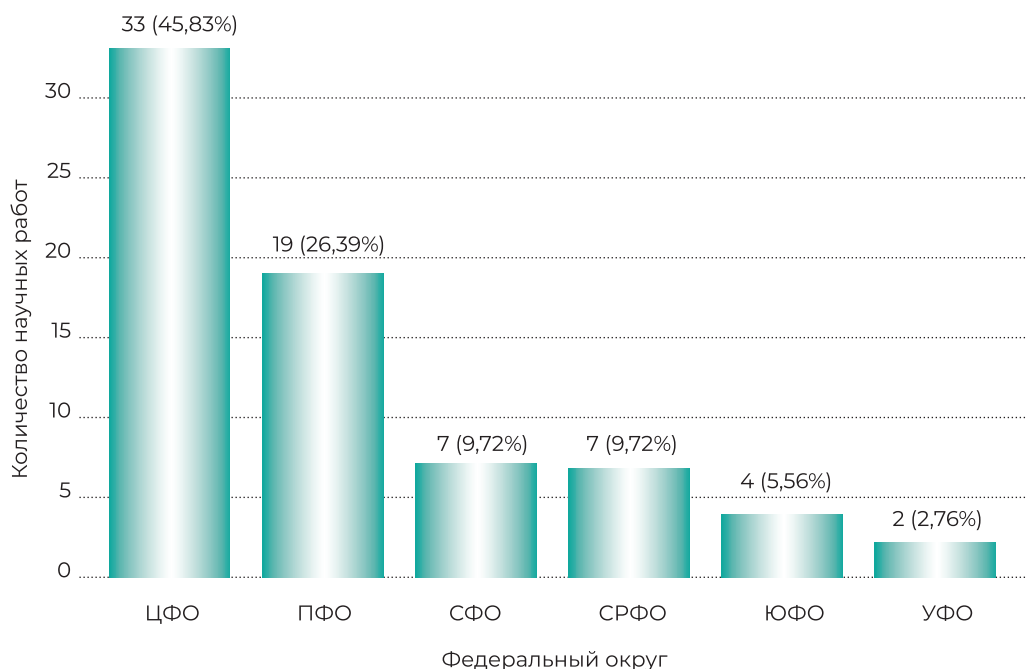


Рисунок 5 — Доля научных исследований в Федеральных округах Российской Федерации (в процентах).

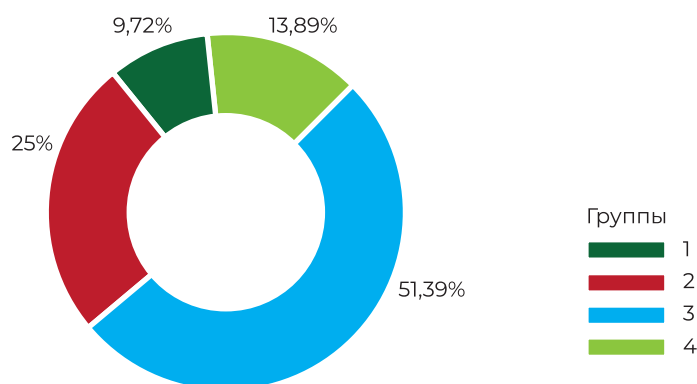


Рисунок 6 — Доли групп цифровых технологий, исследуемых в диссертационных работах (в процентах).

медико-санитарной помощи и врачей функциональной диагностики было представлено в двух диссертационных исследованиях. Остальные работы научно обосновали технологии оптимизации межсекторального взаимодействия по охране здоровья населения, программы системного мониторинга и снижения масштаба совокупного ущерба от потребления алкоголя в приарктических регионах, а также комплекс мер по совершенствованию помощи при

внегоспитальной остановке сердца. Данные исследования проводились на базе 15 научных организаций.

В СЗФО две кандидатские диссертации из этой группы защищены по двум специальностям: 14.02.03 – «Общественное здоровье и здравоохранение» и 14.01.15 – «Травматология и ортопедия», что подтверждает важность исследований и внедрение цифровых технологий в практическое здравоохранение.

На втором месте шли исследования, посвященные применению в здравоохранении инструментов работы с большими данными ($n = 18$). В данную группу вошли восемь докторских и десять кандидатских диссертаций. Докторские работы были посвящены информационному обеспечению специализированной медицинской помощи, управлению научно-исследовательской деятельностью медицинских работников на основе наукометрического подхода, совершенствованию системы организации медицинской помощи детям с онкологическими заболеваниями, организационно-управленческим технологиям подготовки резерва, оптимизации деятельности и сохранению здоровья медицинских сестер в отделениях функциональной диагностики, совершенствованию медицинской помощи с учетом факторной обусловленности здоровья. Данные исследования проводились на базе 13 научных организаций.

На третьем месте шло изучение инструментов обеспечения доступа к данным и обмена ими ($n = 10$). Работы по данной теме были относительно немногочисленными. Докторских диссертаций среди них было две, одна из которых способствовала совершенствованию организации ранней диагностики социально-значимого заболевания ВИЧ-инфекции среди иностранных граждан, автор другой работы создал универсальный онлайн сервис для формирования обратной связи с пациентом, применимый для оценки эффективности любых организационных моделей и проектов. Данные исследования проводились на базе 7 организаций.

На последнем месте, по численности, были работы, в которых изучалось применение телездравоохранения ($n = 7$). Телемедицинские технологии – информационные технологии, обеспечивающие дистанционное взаимодействие медицинских работников между собой, с пациентами и (или) их законными представителями, идентификацию и аутентификацию указанных лиц, документирование совершаемых ими действий при проведении консилиумов, консультаций, дистанционного медицинского наблюдения за состоянием здоровья пациента (п. 22 введен Федеральным законом от 29.07.2017 № 242-ФЗ, ст.3). Данные исследования проводились на базе 6 научных организаций.

Среди научных исследований с использованием телемедицинских технологий представлено две докторские диссертации, научно обосновавшие важнейшие направления здравоохранения – охрану здоровья матери и ребенка и оказание медицинской помощи при инфекционных заболеваниях в амбулаторных условиях в период пандемии.

При анализе распределения групп исследований по Федеральным округам РФ было отмечено, что научные исследования в области телездравоохранения (телемедицинские технологии) организаторами здравоохранения проводились на территории трех Федеральных округов (ЦФО, ПФО, СЗФО) (рисунок 7). По числу проведенных диссертационных исследований в данном случае лидировал ЦФО. При этом в ЦФО к концу анализируемого периода было отмечено снижение числа диссертационных работ данной группы по сравнению с исходными значениями, аналогичная тенденция наблюдалась в двух других Федеральных округах.

В свою очередь инструменты работы с большими данными исследовались организаторами здравоохранения в четырех Федеральных округах (ЦФО, ПФО, СФО и ЮФО). Основным объемом диссертационных исследований проводился на территории ЦФО, и отмечен тренд на снижение числа защищаемых по данной тематике работ. В остальных Федеральных округах диссертационные работы данной группы были единичными на протяжении всего периода наблюдения.

Применение инструментов углубленной аналитики организаторами здравоохранения разрабатывались в пяти Федеральных округах (ЦФО, ПФО, СФО, СЗФО и ЮФО). При этом наибольший объем исследований в равной степени был проведен на территории ЦФО и ПФО, где к концу периода наблюдения фиксируется снижение защищаемых научных работ по данному направлению. В остальных округах подобные исследования были немногочисленны.

Распределение диссертационных исследований, проведенных организаторами здравоохранения, посвященных применению цифровых технологий по годам и группам представлено в таблице 2.

В тоже время инструменты обеспечения доступа к данным и обмена ими изучались в шести Федеральных округах (ЦФО, ПФО, СФО, СЗФО,

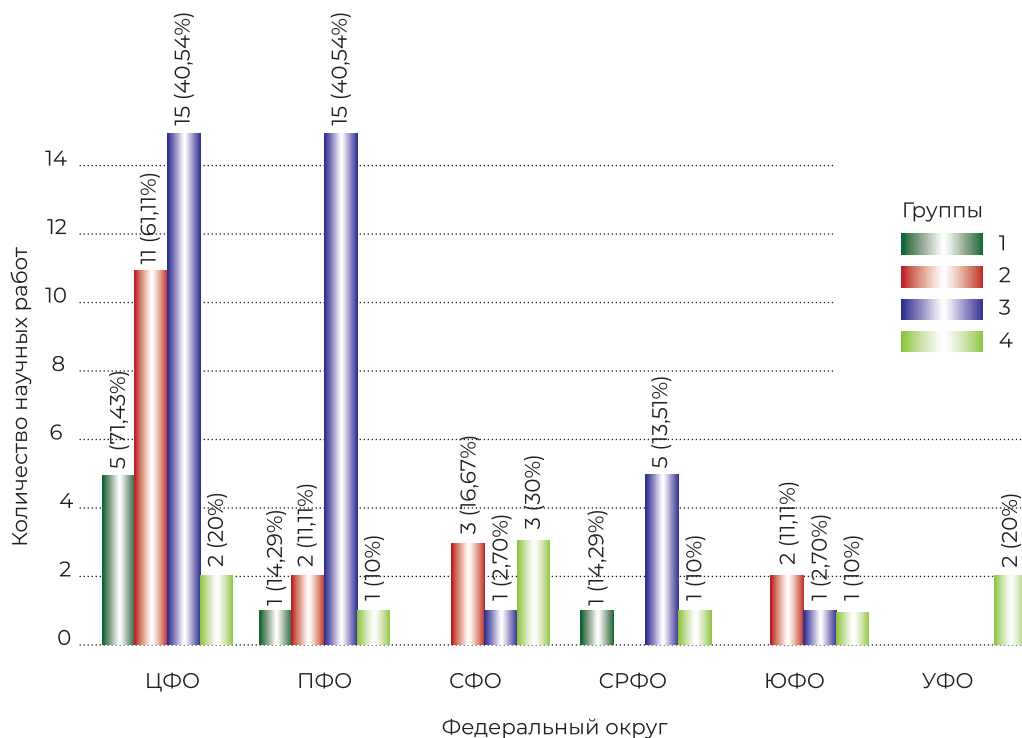


Рисунок 7 — Доля научных исследований различных групп в Федеральных округах Российской Федерации.

Таблица 2 — Распределение диссертационных исследований, проведенных организаторами здравоохранения, посвященных применению цифровых технологий по годам

Группа	Федеральный округ	Год исследования				
		2018	2019	2020	2021	2022
1	ЦФО	2	2	-	-	1
	ПФО	-	1	-	-	-
	СЗФО	-	-	1	-	-
2	ЦФО	5	2	1	2	1
	ПФО	-	1	1	-	-
	СФО	1	-	1	1	-
3	ЮФО	1	-	-	-	1
	ЦФО	6	4	2	-	3
	ПФО	5	3	4	1	2
	СФО	-	-	-	1	-
	СЗФО	-	4	1	-	-
4	ЮФО	-	-	-	1	-
	ЦФО	-	2	-	-	-
	ПФО	-	1	-	-	-
	СФО	1	-	1	1	-
	СЗФО	-	-	1	-	-
	ЮФО	-	1	-	-	-
УФО	-	1	-	1	-	

ЮФО и УФО). В данном случае лидировал СФО. Не было установлено работ данной группы в последний год наблюдения. Во всех Федеральных округах работы данного типа были отмечены в единичных количествах, эпизодически.

ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенный анализ диссертационных работ по специальности «Общественное здоровье и здравоохранение» за 2018–2022 гг. на предмет применения цифровых технологий при организации оказания медицинской помощи выявил в целом по Российской Федерации интерес не только организаторов здравоохранения, но и врачей клиницистов, в частности специалистов по профилю «Травматология и ортопедия», что подтверждает важность этих исследований и внедрение их в практическое здравоохранение.

Изучение разработанных и внедренных цифровых технологий, предложенных в диссертационных работах, которые были уже апробированы и эффективны в течении нескольких лет исследования, позволяет тиражировать опыт и применять их в субъектах Российской Федерации, а также усовершенствовать и повысить эффективность внедрения цифрового здравоохранения с учетом региональных особенностей.

Вместе с этим выявленный тренд на снижение количества таких работ более чем в два раза за пятилетие и низкая доля докторских диссертаций – менее пятой части среди всех защищенных научно-исследовательских работ, свидетельствуют о снижении участия научных коллективов и исследователей в развитии отрасли цифрового здравоохранения в России, что может быть одним из существенных сдерживающих факторов.

Более широкое распространение цифровых технологий и цифровая трансформация отрасли требует вовлеченности не только регулятора, разработчиков и организаторов здравоохранения, но и, безусловно, ученых и исследователей. Также необходима разработка постоянно обновляющейся информационной программы для сотрудников,

подготовленной с учетом оценки цифровой зрелости медицинской организации.

Создание российской базы данных цифровых технологий при организации оказания медицинской помощи с ежегодным обновлением будет целесообразно не только для мониторинга деятельности по цифровой трансформации отрасли, но также обеспечит возможность ознакомления широкой аудитории исследователей и специалистов здравоохранения с современными разработками в области цифровых технологий для изучения опыта и внедрения в субъектах Российской Федерации, что особенно актуально для Северо-Кавказского и Дальневосточного Федерального округов, где отсутствуют защищенные организациями здравоохранения диссертационные работы с применением цифровых технологий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследования за период 2018–2022 гг. показали, что более трети (37,1%) научных исследований от общего числа, защищенных по данной специальности, в той или иной мере используют их, однако фиксируется тренд на снижение количества таких работ к 2022 году как в целом по стране, так и в Федеральных округах-лидерах по проведению данных диссертационных исследований.

Большинство научных работ были посвящены разработке, применению информационно-аналитических систем и созданию электронных реестров.

Наиболее активно проводились научные исследования в ЦФО и ПФО, охватив все виды цифровых технологий, что определяет эти регионы драйверами в развитии цифрового здравоохранения и выделяет их для прицельного инвестирования.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Gómez RJ, Rodríguez-Serrano A, Loeb S, Yuen-Chun TJ, et al. Telemedicine and smart working: Spanish adaptation of the European Association of Urology recommendations. *Actas Urol Esp (Engl Ed)*. 2020; 44(10): 644-652. doi: 10.1016/j.acuro.2020.08.010.
2. Takaoka K. AI Implementation Science for Social Issues: Pit-falls and Tips. *J Epidemiol*. 2022; 32(4): 155-162. doi: 10.2188/jea.JE20210278.

3. Ndayishimiye C, Lopes H, Middleton J. A systematic scoping review of digital health technologies during COVID-19: a new normal in primary health care delivery. *Health Technol (Berl)*. 2023; 13(2): 273-284. doi: 10.1007/s12553-023-00725-7.
4. Щебетков А.М., Зедаина А.В. Тенденции применения информационных технологий в медицине // Устойчивое развитие науки и образования. – 2020. – №6(45) – С.102-107. [Shchebetkov AM, Zedaina AV. Tendentsii primeneniya in-formatsionnykh tekhnologii v meditsine // Ustoichivoe razvitie nauki i obrazovaniya. 2020; 6(45): 102-107. (In Russ.)]
5. Бузин В.Н., Михайлова Ю.В., Бузина Т.С. и др. Российское здравоохранение глазами населения: динамика удовлетворенности за последние 14 лет (2006–2019): обзор социологических исследований // Профилактическая медицина. – 2020. – №3(23). – С.42-47. [Buzin VN, Mikhailova YUV, Buzina TS, et al. Rossiiskoe zdravookhranenie glazami naseleniya: dinamika udovletvorennosti za poslednie 14 let (2006–2019): obzor sotsiologicheskikh issledovaniy. Profilakticheskaya meditsina. 2020; 3(23): 42-47. (In Russ.)]
6. Системная работа для обеспечения поддержки и внедрения изменений: цифровое здравоохранение в Европейском регионе ВОЗ 2023 г. Копенгаген: Европейское региональное бюро ВОЗ, 2023. – 142 с. [Sistemnaya rabota dlya obespecheniya podderzhki i vnedreniya izmenenii: tsifrovoe zdravookhranenie v Evropeiskom regione VOZ 2023 g. Kopingagen: Evropeiskoe regional'noe byuro VOZ, 2023. 142 p. (In Russ.)]
7. Governing Health Futures 2030 Commission. Policy brief: The digital determinants of health. Geneva; 2021. Geneva: Lancet and Financial Times Commission; 2021 ([https:// governinghealthfutures2030.org/pdf/ policy-briefs/DigitalDeterminants.pdf](https://governinghealthfutures2030.org/pdf/policy-briefs/DigitalDeterminants.pdf)).
8. Федеральный закон от 29.07.2017 №242-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья». [Federal'nyi zakon ot 29.07.2017 №242-FZ «O vnesenii iz-menenii v ot-del'nye zakonodatel'nye akty Rossiiskoi Federatsii po voprosam primeneniya informatsionnykh tekhnologii v sfere okhrany zdorov'ya» (In Russ.)] Доступно по: [http://www.consultant.ru/ document/ cons_doc_LAW_159671/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_159671/) (дата обращения: 21.09.2023).
9. Приказ Минздрава России от 30.11.2017 №965н «Об утверждении порядка организации и оказания медицинской помощи с применением телемедицинских технологий» [Prikaz Minzdrava Rossii ot 30.11.2017 №965n «Ob utver-zhdenii poryadka organizatsii i okazaniya meditsinskoi pomoshchi s prime-neniem telemeditsinskikh tekhnologii» (In Russ.)] Доступно по: [http://www.consultant.ru/ document/cons_doc_LAW_159671/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_159671/) (дата обращения: 21.09.2023).
10. Леванов В.М., Перевезенцев Е.А., Переведенцев О.В. Информатизация и телемедицина как инструменты бережливого здравоохранения // Актуальные проблемы управления здоровьем населения: тематический сборник научных трудов по результатам II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Нижний Новгород (февраль 2019 г.). ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России. Под общ. ред. И.А. Камаева, В.М. Леванова. Том II. Выпуск XII. – Нижний Новгород: Приволжский исследовательский медицинский университет. –2019. – С.259-263. [Levanov VM, Perevezentsev EA, Perevedentsev OV. In-formatizatsiya i telemeditsina kak instrumenty berezhlivogo zdravo-okhraneniya. Aktual'nye problemy upravleniya zdorov'em naseleniya: tematicheskii sbornik nauchnykh trudov po rezul'tatam II Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. Nizhnii Novgorod (fevral' 2019 g.). FGBOU VO «Privolzhs-kii issledovatel'skii meditsinskii universitet» Minzdrava Rossii; Pod obsh. red. I.A. Kamaeva, V.M. Levanova. Tom II. Vypusk XII. Nizhnii Novgorod: Privolzhs-kii issledovatel'skii meditsinskii universitet. 2019: 259-263. (In Russ.)]
11. Федеральный закон от 27.07.2006 №149-ФЗ (ред. от 02.11.2023) «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» [Federal'nyi zakon ot 27.07.2006 №149-FZ (red. ot 02.11.2023) «Ob informatsii, informatsionnykh tekhnologiyakh i o zashchite informatsii» (In Russ.)] Доступно по: [http://www.consultant.ru/ document/cons_doc_LAW_159671/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_159671/) (дата обращения: 21.09.2023.)
12. Сайт ВАК. Доступен по: [https:// vak.minobrnauki.gov.ru /adverts_list#tab =_tab:advert~](https://vak.minobrnauki.gov.ru/adverts_list#tab=_tab:advert~) (дата обращения: 18.02.2024)
13. Jupyter Notebook. Available at: <https://docs.jupyter.org/en/latest/>. Accessed 18.02.2024.
14. Pandas. Available at: <https://pandas.pydata.org/docs/>. Accessed 18.02.2024.
15. Scikit-learn. Documentation. Available at: <https://scikit-learn.org/stable/index.html>. Accessed 18.02.2024
16. Matplotlib. Available at: <https://matplotlib.org/> Accessed 18.02.2024.
17. Seaborn. Available at: [https:// seaborn.pydata.org/ tutorial/introduction.html](https://seaborn.pydata.org/tutorial/introduction.html). Accessed 18.02.2024.

КАЗАНФАРОВА М.А.,

к.м.н., Фонд международного медицинского кластера, Москва, Россия, e-mail: m.kazanfarova@mimc.global

ВЕЛДАНОВА М.В.,

д.м.н., профессор, Центр развития здравоохранения Школы управления СКОЛКОВО, Москва, Россия, e-mail: Marina_Veldanova@skolkovo.ru

ПРИРОДОВА О.Ф.,

к.м.н., ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова, Москва, Россия, e-mail: prirodova_of@rsmu.ru

АРДАШИРОВА Н.С.,

не трудоустроена, e-mail: ardashirova.n@yandex.ru

ЖУЛИНА Ю.С.,

ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия, e-mail: u.s.zhulina@mail.ru

ЧИСТЯКОВА С.Ю.,

МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия, e-mail: sevastyana98cu@yandex.ru

ЦИФРОВЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ В ПРАКТИКЕ МЕДИЦИНСКОГО ПЕРСОНАЛА: РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРОСА 18 000 ВРАЧЕЙ И МЕДСЕСТЕР НА ПОРТАЛЕ НЕПРЕРЫВНОГО МЕДИЦИНСКОГО И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

DOI: 10.25881/18110193_2024_2_52

Аннотация. Цифровые технологии с каждым годом играют все большую роль в медицине. Однако цифровые навыки медицинских работников остаются основным ограничивающим фактором для внедрения все более продвинутых технологических решений. В данном исследовании представлены данные опроса, проведенного на портале Непрерывного медицинского и фармацевтического образования, в котором приняли участие более 18 тысяч медицинских работников. Были выделены и проанализированы группы согласно уровню цифровых компетенций. Было выявлено, что в медицинских учреждениях, где созданы условия для развития цифровых компетенций медицинских работников, уровень данных компетенций выше, что отражено и во владении медицинскими информационными системами, и в использовании телемедицинских технологий.

Ключевые слова: цифровые компетенции, медицинское образование, искусственный интеллект, мягкие навыки, телемедицина, информационная безопасность.

Для цитирования: Казанфарова М.А., Велданова М.В., Природова О.Ф., Ардаширова Н.С., Жулина Ю.С., Чистякова С.Ю. Цифровые компетенции в практике медицинского персонала: результаты опроса 18 000 врачей и медсестер на портале непрерывного медицинского и фармацевтического образования. Врач и информационные технологии. 2024; 2: 52-67. doi: 10.25881/18110193_2024_2_52.

KAZANFAROVA M.A.,

PhD, International Medical Cluster Foundation, Moscow, Russia, e-mail: m.kazanfarova@mimc.global

VELDANOVA M.V.,

DSc, Prof., Healthcare Development Center, School of Management SKOLKOVO, Moscow, Russia, e-mail: Marina_Veldanova@skolkovo.ru

PRIODNOVA O.F.,

PhD, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia, e-mail: prirodova_of@rsmu.ru

ARDASHIROVA N.S.,

unemployed, e-mail: ardashirova.n@yandex.ru

ZHULINA YU.S.,

First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov, Ministry of Health of Russia (Sechenov University), Moscow, Russia, e-mail: u.s.zhulina@mail.ru

CHISTYAKOVA S.YU.,

Moscow State University, Moscow, Russia, e-mail: sevastyana98cu@yandex.ru

DIGITAL COMPETENCIES IN MEDICAL PRACTICE: RESULTS OF A SURVEY OF 18 000 PHYSICIANS AND NURSES ON THE CONTINUOUS MEDICAL AND PHARMACEUTICAL EDUCATION PORTAL

DOI: 10.25881/18110193_2024_2_52

Abstract. *The role of digital technologies in medicine is getting bigger each year. However, digital skills of healthcare professionals remain a primary limiting factor in the adoption of more advanced technological solutions. This research presents survey data conducted on the Continuous Medical and Pharmaceutical Education portal, involving over 18 000 healthcare professionals. Groups were identified and analyzed based on their level of digital competencies. We found that in healthcare institutions where conditions for the development of digital competencies among medical professionals exist, the level of these competencies is higher, as reflected in their proficiency with medical information systems and the utilization of telemedicine technologies.*

Keywords: *digital competencies, medical education, artificial intelligence, soft skills; telemedicine, information security.*

For citation: *Kazanfarova M.A., Veldanova M.V., Prirodnova O.F., Ardashirova N.S., Zhulina Y.S., Chistyakova S.Yu. Digital competencies in medical practice: results of a survey of 18 000 physicians and nurses on the continuous medical and pharmaceutical education portal. Medical doctor and information technology. 2024; 2: 52-67. doi: 10.25881/18110193_2024_2_52.*

ВВЕДЕНИЕ

Цифровые компетенции приобретают все большее значение в медицинской сфере. Различные медицинские технологии внедряются в повседневную практику и требуют быстрого освоения со стороны медицинского сообщества.

В ключевом обзоре Jidkov и соавторов было выделено 6 ключевых цифровых компетенций медицинских работников:

- 1) управление информацией и безопасность персональных данных;
- 2) использование цифровых систем и клиническая безопасность;
- 3) цифровая коммуникация;
- 4) управление информацией и медицинскими знаниями;
- 5) ориентированность на пациента;
- 6) быстрая адаптация к цифровым инновациям в здравоохранении [1].

Освоение цифровых компетенций не происходит одномоментно, и в этом списке они расположены в порядке их важности и актуальности для повседневной работы: сначала врач учится работать в медицинской информационной системе (МИС), получает знания о том, как обращаться с цифровыми персональными данными пациентов, как обеспечить их безопасность, дальше учится использовать «продвинутые» функции МИС, проводить телемедицинские консультации. Однако работа врача – это во многом работа с информацией, и скорость накопления медицинской информации в последнее десятилетие выводит на первый план не накопление знаний как таковых, а умение быстро искать, анализировать и обобщать новую информацию, надстраивая ее на крепкий фундамент базовых знаний.

В среде пациентов растет запрос на более доступную и наглядную систему оказания медицинской помощи. От медицинского сообщества ждут предоставления понятной информации, удобной коммуникации, создания и быстрого внедрения цифровых технологий для диагностики и лечения.

Цифровые технологии развиваются как никогда быстро, и то, что казалось невозможным еще совсем недавно, становится нашей реальностью сегодня. Различные системы поддержки принятия решений врача, диагностические инструменты на основе искусственного интеллекта

вошли в практику врачей по всему миру [2]. Те врачи, которые быстро и эффективно внедряют этот инструмент в свою работу, смогут работать эффективнее и качественнее.

В то же время на примере многих стран мы видим, что существует проблема освоения врачами цифровых компетенций.

Согласно отчету Stanford Medicine Trend Report 2020 «The Rise of the Data-Driven Physician» почти половина врачей (47,0%) и три четверти студентов-медиков (73,0%) говорят о том, что они ищут дополнительные образовательные курсы или мероприятия, которые бы лучше подготовили их к инновациям в здравоохранении. Между тем образовательные программы в сфере цифровых компетенций, хоть и существуют, но не являются обязательными, и зачастую обучение цифровым навыкам происходит только за счет личной мотивации, структурированное и полное обучение проводится редко [1, 3].

В нашей стране также существует проблема трудности внедрения цифровых технологий в медицинскую практику. На примере внедрения Единого цифрового контура (ЕЦК) 75,1% медицинских работников отмечают увеличение рабочей нагрузки после внедрения элементов ЕЦК в работу, 61,8% респондентов отмечают, что ЕЦК скорее усложняет работу с документами пациентов [4]. Существует гипотеза, что преодолеть эту проблему можно за счет развития цифровых навыков медицинских работников.

Целью данного исследования является определение взаимосвязи цифровых компетенций медицинских работников и их повседневной работы с цифровыми технологиями. Исследование проводилось в формате опроса и фокусировалось в первую очередь на первых четырех цифровых компетенциях, без которых дальнейшее развитие затруднительно. Исследование охватило широкую выборку врачей, и авторский коллектив надеется, что выводы этого исследования лягут в основу для дальнейшего развития цифровизации здравоохранения в нашей стране.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для сбора данных был создан опрос, сбор ответов на который осуществлялся на портале

непрерывного медицинского и фармацевтического образования (edu.rosminzdrav.ru, далее - Портал). Любой медицинский работник, зарегистрированный на Портале, мог пройти опрос. Заполнение опросника было добровольным, обрабатывалось в анонимном и обезличенном порядке, отдельное согласие на обработку персональных данных участники не подписывали. Опросник находился на Портале в течение 10 дней с 21 октября по 1 ноября 2023 года.

Опросник (приложение 1) состоял из 35 вопросов, разделенных на 5 блоков: «о себе», «использование МИС», «безопасность персональных данных», «навыки поиска и анализа медицинской информации», «обучение с помощью цифровых технологий». В данном исследовании проанализирована часть результатов опросника, касающаяся использования МИС и безопасности персональных данных, что включает в себя и использование телемедицинских технологий.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Описание выборки.

Опросник заполнили 18 036 респондента, среди них 9094 (50,4%) врача и 8942 (49,6%) медицинских сестры. Среди опрошенных было 15217 (84,4%) женщин и 2819 (15,6%) мужчин. Средний возраст опрошенных составлял 46 лет (для врачей – 47±16 лет, для медицинских сестер – 44±10 лет). Средний медицинский стаж составлял 23 года (22±13 лет для врачей, 23±32 года для медицинских сестер). Выборка соответствует данным Минздрава и опыту зарубежных коллег [5, 6], что подавляющее большинство медицинских работников – женщины: среди врачей их более 70%, а среди среднего медицинского персонала около 95%. Кроме того, выборка соответствует данным Росстата за 2021 и 2022 годы: средний возраст медицинских работников составляет 44 года. Доля респондентов с высшим образованием в выборке отличается от статистического, при котором доля медицинских работников с высшим образованием составляет 36% в 2022 году [7], что наиболее вероятно связано с преобладанием врачей в качестве регулярных пользователей портала НМО.

При анализе основной деятельности респондентов было выявлено, что 46,3% работают на поликлиническом приеме, 40,2% – в стационаре,

и 13,5% выполняют административную работу.

Разделение когорты на группы по уровню владения цифровыми навыками.

Медицинский персонал был разделен на кластеры по степени владения цифровыми навыками.

Высокая степень владения цифровыми навыками определялась для тех медицинских работников, которые по данным опроса «часто» или «иногда» используют продвинутые функции МИС и «всегда» или «иногда» используют интернет-ресурсы на приеме.

Способность использования продвинутых функций МИС – шаблонов, образцов, облегчает повседневную работу, но требует глубокого погружения в работу системы, чтобы разобраться, как реализованы эти функции. Использование интернет-ресурсов в повседневной работе мы считаем важным элементом цифровых компетенций медицинских работников, так как быстрый поиск и анализ информации в современном мире – источник верных рекомендаций, которые медицинский работник может дать пациенту, и он требует умения использовать цифровые технологии.

Низкая степень владения цифровыми навыками определялась в случае, если медицинский работник заполнял электронную медицинскую карту (ЭМК) с помощью коллег, или в случае, если на вопрос об использовании интернет-ресурсов на приеме был выбран ответ «никогда».

В прочих случаях степень цифровой грамотности определялась как средняя.

При разделении исследуемой когорты на группы было выявлено, что низкая степень владения цифровыми навыками отмечалась у 2858 (15,8%) медицинских работников, средняя – у 6838 (38,0%) и высокая – у 8341 (46,2%). Основное влияние на цифровые навыки оказывал уровень образования (у респондентов с высшим образованием более высокий процент владения цифровыми навыками на высоком уровне) и стиль работы – большинство медицинских работников с низким уровнем цифровых навыков работали в стационаре, а почти половина респондентов с высоким и средним уровнем работали на поликлиническом приеме.

Демографические характеристики медицинских работников представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Демографические характеристики медицинских работников, распределенных по группам согласно уровню владения цифровыми навыками

Укажите уровень своего профессионального образования:			
	Низкий уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Высшее медицинское образование	25,6%	44,4%	63,9%
Среднее профессиональное медицинское образование	74,4%	55,6%	36,1%
Большую часть своего времени Вы:			
	Низкий уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Выполняете административную работу	10,3%	12,1%	15,9%
Работаете в стационаре	54,9%	39,9%	35,4%
Работаете на поликлиническом приеме	34,8%	48,0%	48,7%
Укажите Ваш пол:			
	Низкий уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Женский	88,3%	85,9%	81,8%
Мужской	11,7%	14,1%	18,2%
Возраст			
Низкий уровень	Средний уровень		Высокий уровень
45 (±11)	46 (±13)		46 (±14)
Стаж			
Низкий уровень	Средний уровень		Высокий уровень
22 (±40)	22 (±12)		23 (±25)

Навыки работы в медицинских информационных системах.

В соответствии с разделением на вышеуказанные группы были проанализированы навыки

взаимодействия в МИС. Анализ проводился отдельно для врачей и медицинских сестер в связи с наличием специфики работы (таблицы 2 и 3, рисунок 1).

Таблица 2 — Навыки работы в МИС у врачей в зависимости от уровня цифровых навыков

Есть ли в Вашей клинике система электронных медицинских карт?					
Низкий уровень		Средний уровень		Высокий уровень	
Да	40,5 %	Да	72,6%	Да	92,2%
Нет	55,0%	Нет	25,0%	Нет	6,4%
Воздержалось:	4,5%	Воздержалось:	2,4%	Воздержалось:	1,4%
Проводилось ли обучение по использованию МИС в Вашей организации?					
Низкий уровень		Средний уровень		Высокий уровень	
Да, в достаточном для работы объеме	10,9%	Да, в достаточном для работы объеме	27,1%	Да, в достаточном для работы объеме	41,8%
Да, но объем был недостаточен	17,7%	Да, но объем был недостаточен	31,9%	Да, но объем был недостаточен	36,6%
Нет, не проводилось	66,9%	Нет, не проводилось	39,7%	Нет, не проводилось	21,2%
Воздержалось:	4,5%	Воздержалось:	1,3%	Воздержалось:	0,4%

Таблица 2 — Навыки работы в МИС у врачей в зависимости от уровня цифровых навыков (продолжение)

Есть ли в Вашей организации ресурс, чтобы уточнить, как пользоваться МИС?					
Низкий уровень		Средний уровень		Высокий уровень	
Да, и этими материалами легко пользоваться	11,4%	Да, и этими материалами легко пользоваться	29,5%	Да, и этими материалами легко пользоваться	46,8%
Да, но эти материалы не в доступе или ими сложно пользоваться	20,9%	Да, но эти материалы не в доступе или ими сложно пользоваться	30,2%	Да, но эти материалы не в доступе или ими сложно пользоваться	31,8%
Нет	62,6%	Нет	38,1%	Нет	21%
Воздержалось:	5,1%	Воздержалось:	2,2%	Воздержалось:	0,4%
Пожалуйста, расскажите, в каком виде у Вас хранится обучающая информация по работе в МИС:					
Низкий уровень		Средний уровень		Высокий уровень	
в виде инструкций или презентаций на сетевом диске	19,6%	в виде инструкций или презентаций на сетевом диске	31,1%	в виде инструкций или презентаций на сетевом диске	44,9%
в виде обучающих видео	6,4%	в виде обучающих видео	12,1%	в виде обучающих видео	15,4%
в виде распечатанных инструкций	35,7%	в виде распечатанных инструкций	35,2%	в виде распечатанных инструкций	29,5%
Воздержалось:	38,3%	Воздержалось:	21,6%	Воздержалось:	10,2%
Есть ли в Вашей организации коллеги, которые не могут разобраться с использованием электронной медицинской карты?					
Низкий уровень		Средний уровень		Высокий уровень	
Да	57,9%	Да	55,9%	Да	51,5%
Нет	29,0%	Нет	38,8%	Нет	47,3%
Воздержалось:	13,1%	Воздержалось:	5,3%	Воздержалось:	1,2%
Выписываете ли Вы рецепты в МИС?					
Низкий уровень		Средний уровень		Высокий уровень	
Да, иногда	3,5%	Да, иногда	14,2%	Да, иногда	21,3%
Да, только так	4,7%	Да, только так	13,6%	Да, только так	24,3%
Нет, пишу от руки	72,2%	Нет, пишу от руки	60,9%	Нет, пишу от руки	46,5%
Воздержалось:	19,6%	Воздержалось:	11,3%	Воздержалось:	7,9%
Есть ли в Вашей организации правила о том, что рецепты должны быть выписаны в МИС?					
Низкий уровень		Средний уровень		Высокий уровень	
Да	15,9%	Да	31,2%	Да	42,5%
Нет	65,9%	Нет	56,9%	Нет	49,3%
Воздержалось:	18,2%	Воздержалось:	11,9%	Воздержалось:	8,2%
Вы заполняете электронную медицинскую карту самостоятельно?					
Низкий уровень		Средний уровень		Высокий уровень	
Да, самостоятельно	20,0%	Да, самостоятельно	55,1%	Да, самостоятельно	88,6%
Не заполняю электронную медицинскую карту	69,6%	Не заполняю электронную медицинскую карту	31,6%	Не заполняю электронную медицинскую карту	11,1%
Нет, с помощью коллег	4,2%	Нет, с помощью коллег	10,8%	Нет, с помощью коллег	0,0%
Воздержалось:	6,2%	Воздержалось:	2,5%	Воздержалось:	0,3%

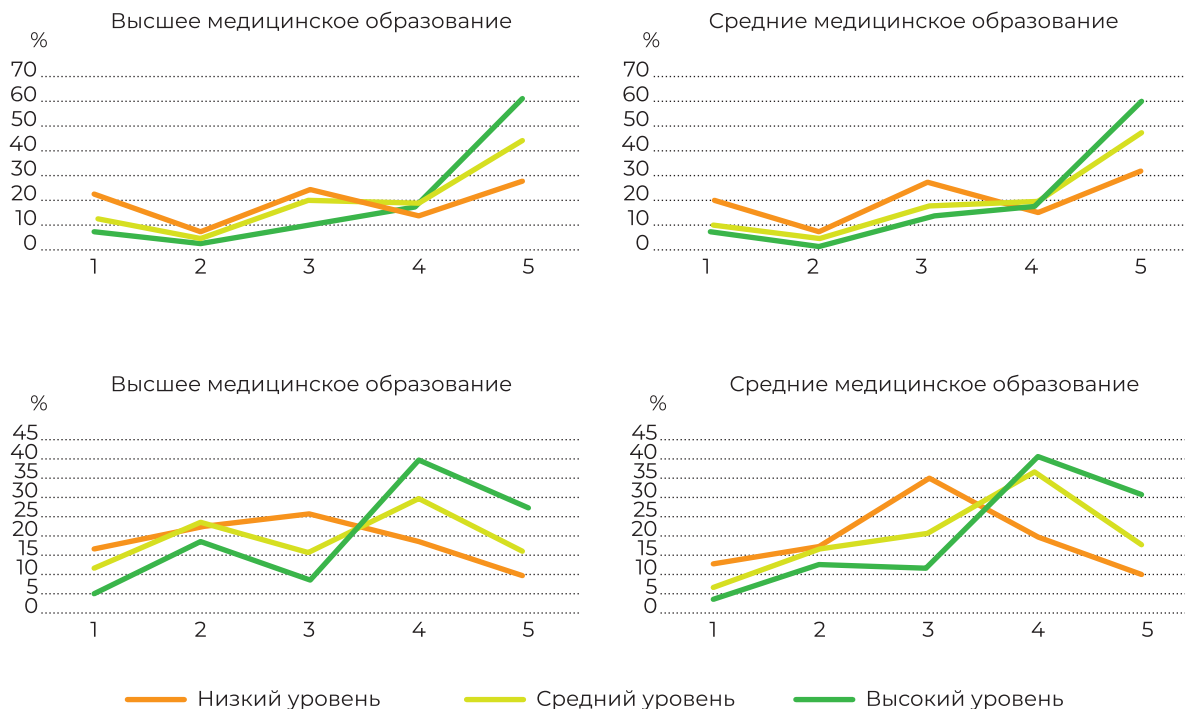


Рисунок 1 — Ответы на вопросы «Оцените, насколько обязательным Вы считаете использование электронных медицинских карт в повседневной работе, где 1 – совершенно необязательно, 5 – совершенно обязательно» и «Оцените, насколько на Ваш взгляд использование МИС влияет на Вашу работу, где 1 – сильно затрудняет работу, 2 – скорее затрудняет, 3 – не влияет, 4 – скорее облегчает, 5 – сильно облегчает» у респондентов с высшим и средним медицинским образованием, соответственно.

Согласно полученным данным низким уровнем владения цифровыми навыками обладают в основном врачи, которые работают в клиниках, где не используется система по работе с электронными медицинскими картами (55,0%). При этом в таких организациях, как правило, не предусмотрено проведение обучающих мероприятий, так как лишь 10,9% врачей с низким уровнем цифровых компетенций заявили о том, что обучение проводилось и было доступно и понятно. В иных случаях обучение либо не проводилось вообще, либо было недостаточно по объему. При этом 62,7% врачей из когорты с низким уровнем цифровых навыков заявили, что в их организации отсутствуют ресурсы для самостоятельного изучения, к которым можно было бы обратиться в случае возникновения вопросов.

72,6% респондентов среднего уровня цифровых компетенций работают в клиниках, в

которых имеется система электронных медицинских карт, однако возрастает процент опрошенных, прошедших специализированное обучение или имеющих доступ к ресурсам, позволяющим уточнить алгоритм пользования МИС.

При этом более 50% опрошенных (57,9%, 55,9%, 51,5% для каждой из трех групп соответственно) отмечают, что в коллективе, где они работают, есть коллеги, которые не обладают навыками работы и не пользуются электронными картами.

Специалисты с высоким уровнем владения цифровыми навыками и навыками работы в МИС в 92,2% случаев работают в организациях, где есть система электронных медицинских карт, при этом 61,9% опрошенных считает, что такая практика обязательна, так как облегчает работу. Лишь 21,2% респондентов уточняют, что на базе их организации обучение не проводилось,

Таблица 3 — Использование МИС медицинскими сестрами в зависимости от уровня цифровых навыков

Есть ли в Вашей клинике система электронных медицинских карт?					
Низкий уровень		Средний уровень		Высокий уровень	
Да	46,5%	Да	75,9%	Да	86,9%
Нет	50,80%	Нет	22,5%	Нет	11,5%
Воздержалось:	2,7%	Воздержалось:	1,6%	Воздержалось:	1,6%
Проводилось ли обучение по использованию МИС в Вашей организации?					
Низкий уровень		Средний уровень		Высокий уровень	
Да, в достаточном для работы объеме	11,7%	Да, в достаточном для работы объеме	33,0%	Да, в достаточном для работы объеме	46,3%
Да, но объем был недостаточен	16,9%	Да, но объем был недостаточен	32,2%	Да, но объем был недостаточен	33,8%
Нет, не проводилось	67,8%	Нет, не проводилось	33,6%	Нет, не проводилось	19,5%
Воздержалось:	3,6%	Воздержалось:	1,2%	Воздержалось:	0,4%
Есть ли в Вашей организации ресурс, чтобы уточнить, как пользоваться МИС?					
Низкий уровень		Средний уровень		Высокий уровень	
Да, и этими материалами легко пользоваться	11,4%	Да, и этими материалами легко пользоваться	36,7%	Да, и этими материалами легко пользоваться	56,0%
Да, но эти материалы не в доступе или ими сложно пользоваться	23,2%	Да, но эти материалы не в доступе или ими сложно пользоваться	29,1%	Да, но эти материалы не в доступе или ими сложно пользоваться	25,1%
Нет	60,0%	Нет	32,4%	Нет	18,2%
Воздержалось:	5,4%	Воздержалось:	1,8%	Воздержалось:	0,7%
Пожалуйста, расскажите, в каком виде у Вас хранится обучающая информация по работе в МИС:					
Низкий уровень		Средний уровень		Высокий уровень	
в виде инструкций или презентаций на сетевом диске	13,1%	в виде инструкций или презентаций на сетевом диске	22,4%	в виде инструкций или презентаций на сетевом диске	29,8%
в виде обучающих видео	7,2%	в виде обучающих видео	12,4%	в виде обучающих видео	17,5%
в виде распечатанных инструкций	48,3%	в виде распечатанных инструкций	50,6%	в виде распечатанных инструкций	46,7%
Воздержалось:	31,4%	Воздержалось:	14,6%	Воздержалось:	6,0%
Есть ли в Вашей организации коллеги, которые не могут разобраться с использованием электронной медицинской карты?					
Низкий уровень		Средний уровень		Высокий уровень	
Да	62,4%	Да	57,1%	Да	53,2%
Нет	25,1%	Нет	39,3%	Нет	45,6%
Воздержалось:	12,5%	Воздержалось:	3,6%	Воздержалось:	1,2%
Вы заполняете электронную медицинскую карту самостоятельно?					
Низкий уровень		Средний уровень		Высокий уровень	
Да, самостоятельно	8,5%	Да, самостоятельно	37,9%	Да, самостоятельно	62,5%
Не заполняю электронную медицинскую карту	83,3%	Не заполняю электронную медицинскую карту	50,1%	Не заполняю электронную медицинскую карту	37,2%
Нет, с помощью коллег	3,0%	Нет, с помощью коллег	10,3%	Нет, с помощью коллег	0,0%
Воздержалось:	5,2%	Воздержалось:	1,7%	Воздержалось:	0,3%

78,4% опрошенных прошли обучение, но лишь 41,8% удовлетворены объемом и полнотой проведенных мероприятий. Высокий уровень владения объясняется в том числе тем, что имеются справочные ресурсы, чаще всего в виде презентаций или инструкций на общем сетевом диске организации.

Интересно, что в каждой группе из общего числа опрошенных большинство специалистов не выписывают рецепты в МИС и предпочитают делать это «от руки». Процент ответов в группе с низким уровнем навыков составил 72,2%, со средним 60,9%, с высоким 46,5%.

Как при опросе специалистов с высшим образованием, так и со средним, высоким уровнем цифровых навыков обладают сотрудники, работающие в организациях, где внедрена МИС (86,9% против 46,5% у медсестер с низкими цифровыми навыками), проводится специализированное обучение или имеется доступ к ресурсам, которые объясняют алгоритмы работы и доступны для использования при возникновении тех или иных вопросов.

Большая часть сотрудников со средним профессиональным образованием независимо от уровня владения цифровыми компетенциями считает, что использование МИС либо не влияет на рабочий процесс, либо облегчает работу

частично (более 50% респондентов со средним медицинским образованием в каждой группе).

ТЕЛЕМЕДИЦИНА И ЦИФРОВЫЕ НАВЫКИ

Согласно статье 2, пункту 22 Федерального закона от 21.11.2011 N 323-ФЗ (ред. от 25.12.2023) «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» для безопасного общения с пациентами необходимо использовать защищенные каналы связи, позволяющие реализовывать идентификацию и аутентификацию участников, поскольку консультация предполагает работу с персональными данными. В целом, мессенджеры социальных сетей тоже могут быть использованы для телемедицинских консультаций при возможности обеспечить специализированный защищенный канал связи с возможностью идентификации и интеграции с ЕГИСЗ, что пока не является функционалом мессенджеров и электронной почты.

Было проанализировано отношение врачей к телемедицинским консультациям, их грамотность в этом вопросе и частота взаимодействия с телемедициной (таблица 4). Как правило, во всех трех группах (68,8%, 58,0%, 45,7% опрошенных в каждой группе, соответственно) врачи предпочитают не использовать для общения с пациентами личную электронную почту, личные социальные сети.

Таблица 4 — Телемедицинские консультации в практике врачей в зависимости от уровня цифровых навыков

Как часто Вы взаимодействуете с пациентами в дистанционном формате (например, по телефону, в мессенджерах или видеосвязи)?					
Низкий уровень		Средний уровень		Высокий уровень	
На ежедневной основе	9,4%	На ежедневной основе	16,5%	На ежедневной основе	26,9%
На еженедельной основе	9,7%	На еженедельной основе	16,4%	На еженедельной основе	22,6%
Не чаще раза в месяц	10,4%	Не чаще раза в месяц	14,9%	Не чаще раза в месяц	15,4%
Не чаще, чем раз в полгода	8,1%	Не чаще, чем раз в полгода	7,8%	Не чаще, чем раз в полгода	6,0%
Никогда	57,9%	Никогда	42,2%	Никогда	28,3%
Воздержалось	4,5%	Воздержалось	2,2%	Воздержалось	0,8%
Как часто вы используете личную электронную почту или мессенджеры для общения с пациентами?					
Низкий уровень		Средний уровень		Высокий уровень	
Всегда использую	7,3%	Всегда использую	10,9%	Всегда использую	17,6%
Иногда использую	19,8%	Иногда использую	29,2%	Иногда использую	36,0%
Никогда не использую	68,8%	Никогда не использую	58,0%	Никогда не использую	45,7%
Воздержалось	4,1%	Воздержалось	1,9%	Воздержалось	0,7%

Таблица 4 — Телемедицинские консультации в практике врачей в зависимости от уровня цифровых навыков (продолжение)

Что Вы понимаете под телемедицинской консультацией?					
Низкий уровень		Средний уровень		Высокий уровень	
Видео онлайн-консультация	14,1%	Видео онлайн-консультация	11,4%	Видео онлайн-консультация	10,7%
Затрудняюсь ответить	23,9%	Затрудняюсь ответить	14,4%	Затрудняюсь ответить	7,7%
Консультация в формате видеозвонка или чата с врачом в рамках специальной системы для телемедицинских консультаций, используемой в клинике	44,5%	Консультация в формате видеозвонка или чата с врачом в рамках специальной системы для телемедицинских консультаций, используемой в клинике	57,1%	Консультация в формате видеозвонка или чата с врачом в рамках специальной системы для телемедицинских консультаций, используемой в клинике	63,2%
Любое дистанционное взаимодействие с пациентом	13,0%	Любое дистанционное взаимодействие с пациентом	15,4%	Любое дистанционное взаимодействие с пациентом	17,7%
Воздержалось	4,5%	Воздержалось	1,7%	Воздержалось	0,7%
Есть ли в Вашей организации защищенные каналы связи для телемедицинских консультаций?					
Низкий уровень		Средний уровень		Высокий уровень	
Да	22,8%	Да	40,8%	Да	56,4%
Нет	63,9%	Нет	50,3%	Нет	37,8%
Воздержалось	13,3%	Воздержалось	8,9%	Воздержалось	5,8%
Как часто проводится в Вашей организации обучение по защите персональных данных пациентов?					
Низкий уровень		Средний уровень		Высокий уровень	
Не проводилось	57,7%	Не проводилось	45,8%	Не проводилось	33,2%
Проводилось однократно	18,2%	Проводилось однократно	25,1%	Проводилось однократно	26,8%
Проводится на регулярной основе	17,4%	Проводится на регулярной основе	25,9%	Проводится на регулярной основе	38,7%
Воздержалось	6,7%	Воздержалось	3,2%	Воздержалось	1,3%

В первую очередь это может быть связано с безопасностью и обеспечением границ общения в рамках взаимодействия "Врач-пациент", так как использование личных аккаунтов не может гарантировать безопасность персональных данных пациентов, исключает какой-либо контроль назначений врача, предрасполагает к увеличению рабочего дня врача. В том числе по этим причинам во всех трех группах большинство опрошенных признает телемедицинской консультацией лишь тот формат общения, который оказан в рамках специальной системы для телемедицинских консультаций, используемой в клинике.

Специалисты с низким уровнем цифровых компетенций чаще всего работают в клиниках, где не организованы специальные защищенные

каналы для оказания консультаций, в то время как большинство специалистов с высоким уровнем, наоборот, сотрудничают с клиниками, которые владеют такими каналами. Особое внимание в таких учреждениях уделено защите персональных данных пациентов, так как проводится специализированное обучение.

ОТВЕТЫ НА ОТКРЫТЫЕ ВОПРОСЫ

Открытый вопрос: «Добавьте от себя Ваше мнение о цифровых навыках, которых Вам не хватает в Вашей работе»

В данном вопросе большинство медицинских работников указали не собственно навыки, которых им не хватает, а преимущественно затруднения, которые они испытывают при работе с ПК и МИС.

И врачи, и медсестры, имеющие средние или высокие цифровые навыки, упоминали, что для них актуально более уверенное пользование МИС, в том числе использование расширенных функций, и понимание, как исправить ошибки, которые выдает система. Частым запросом было обучение работе в программе MS Excel.

Врачи и медицинские сестры с высоким уровнем цифровых навыков выражали желание обучиться статистическому анализу данных.

Также от врачей с высокими и средними цифровыми навыками было получено много пожеланий о том, как автоматизировать рутинную работу с помощью МИС: выписывание справок, формирование учетной документации. Врачи предложили следующие идеи для сокращения их рутинной деятельности:

- наличие встроенных в МИС калькуляторов риска, клинических шкал;
- наличие шаблонов, которые обеспечивают заполнение необходимого минимума медицинской документации по конкретной нозологии;
- автоматическая выгрузка анализов и данных исследований в МИС;
- автоматическое формирование специализированных форм (088/у и других);
- учет расходного материала для лабораторий и аптек в МИС;
- интеграция данных стационарного и поликлинического звена;
- голосовой набор текста;
- доступ к клиническим рекомендациям по конкретным нозологиям из МИС;
- наличие интуитивно понятного пользовательского интерфейса.

Во многих ответах медицинские работники со средним и высшим медицинским образованием, а также разным уровнем цифровых навыков отмечали, что их работа осложняется плохим функционированием используемой МИС, отсутствием постоянной обратной связи с разработчиками и полноценного обучения.

Многим медицинским сестрам со средним и высоким уровнем цифровых навыков не хватает понятных и доступных инструкций по использованию МИС на рабочем месте.

Как врачи, так и медицинские сестры с любым уровнем цифровых навыков отмечали быстрый набор текста среди актуальных цифровых навыков в данной строке для ответа.

Тем не менее большинство ответов в данном вопросе от врачей и медицинских сестер с высоким и средним уровнем цифровых навыков заключалось в том, что их деятельности мешают перебои в работе сети интернет или полное отсутствие интернета на рабочем месте, а также устаревшая техника, медленная загрузка программ. Медицинские работники отмечают перебои в работе МИС, установленной в их учреждениях, неудобство ее использования, несоответствие стандартам ведения медицинской документации. По-видимому, это составляет существенную проблему, поскольку около 70% ответов медицинских работников были связаны именно с вышеуказанными вопросами.

Большинство медицинских работников с низким уровнем цифровых навыков, ответивших на данный открытый вопрос, указали, что в их работе цифровые навыки не требуются, им трудно осваивать эти навыки (в силу возраста или нехватки времени), или что они не чувствуют нехватку в цифровых навыках.

ОБСУЖДЕНИЕ

Большая часть статей по измерению цифровых компетенций в медицине посвящена изучению пациентов, их уровня цифровой грамотности и его влияния на течение заболеваний. При этом во многих работах подчёркивают важность развитых цифровых компетенций, хотя практически отсутствуют исследования, изучающие уровень компетенций медицинских работников.

Уровень владения цифровыми навыками медицинских работников во многом определяется повседневной необходимостью в их владении и культурой организации. Он ниже в тех медицинских учреждениях, где не используют МИС, и повышается там, где и медицинские работники, и руководство заинтересованы в росте цифровых компетенций. Такая тенденция касается и врачей, и медицинских сестер.

В данном исследовании авторы считают важным показать взаимозависимость усилий медицинской организации по внедрению МИС и телемедицины, обучению сотрудников, созданию условий для качественной и эффективной работы и овладению цифровыми навыками в том виде, в котором они могут быть оценены в формате опросника. Такая оценка цифровых компетенций является субъективной и суррогатной,

так как настоящее тестирование цифровых навыков на такой выборке провести невозможно, но в том числе зависит от условий, в которых работает медицинский персонал, что мы и хотели продемонстрировать в данной статье. В нашем исследовании 21% медицинских работников не имели МИС на рабочем месте, однако мы считаем важным привести их в общей статистике, поскольку они также имеют определенный уровень цифровых компетенций и личное отношение к цифровизации. Безусловно, цифровые компетенции – это широкий спектр навыков и умений, в нашем исследовании присутствовало несколько разделов (приложение 1), но в данной статье проанализирована только та часть, которая относится к использованию МИС и телемедицинских коммуникаций.

Зарубежные коллеги тоже согласны, что раскрытие всего потенциала электронного здравоохранения возможно только тогда, когда все участники здравоохранения (медицинские работники, руководство) полны решимости принять и внедрить информационные и коммуникационные технологии. Медицинским работникам нужна мотивация и желание приобретать опыт цифровизации в своем профессиональном контексте. Коллегиальная и организационная поддержка представляется важным фактором формирования положительного опыта цифровизации среди медицинских работников. Организациям здравоохранения следует уделять внимание социальной среде на рабочем месте и создавать позитивную атмосферу, если они хотят улучшить реакцию на цифровизацию. Успешное внедрение новых технологий требует организационной и коллегиальной поддержки [8]. Принятие цифровой культуры и развитие цифровых навыков или компетенций специалистов для поддержки цифровой трансформации в секторе здравоохранения имеет основополагающее значение для достижения этой цели, поскольку низкая компетентность в области цифрового здравоохранения является распространенным воспринимаемым барьером на пути внедрения услуг электронного здравоохранения [6].

Исследования показывают, что уровень цифровой грамотности в базовых вопросах среди медицинских работников достаточно высокий, причём нередко собственная оценка своих

компетенций была выше, чем показатели тестирования [9, 10]. Врачи и медицинские сестры активно используют компьютеры в своей работе для ведения медицинской документации, назначения рецептов, доступа к информации о пациентах, поиска в интернете общей клинической информации, обучения пациентов и общения с ними, демонстрируя готовность использовать цифровые инструменты в своей работе [11, 12]. Причём в одном из исследований не было получено различий между врачами, студентами и средним медицинским персоналом [13].

Анализ данных, собранных среди работников здравоохранения, показал, что осведомленность, знания и отношение к компьютерам в целом высоки, но навыки работы с компьютером могут быть различными в зависимости от специальности и опыта работы [18].

Литературные данные демонстрировали взаимосвязь уровня компьютерной грамотности и возраста, уровня образования. Молодые специалисты и те, кто получил высшее образование, обладают более высокими навыками работы с компьютером [10, 12, 15]. Несмотря на общий высокий уровень цифровой грамотности, часть медицинских работников отмечала проблемы при использовании электронных ресурсов медицинской информации, поэтому важно предоставить соответствующее обучение и образование для успешной интеграции электронного здравоохранения [16]. Данные результаты соответствуют полученным нами данным.

Интересный аспект отметили Kritsotakis G. et al., что цифровая грамотность медсестер в области электронного здравоохранения имеет положительную корреляцию с активным участием в больничных делах и с хорошими коллегиальными отношениями с врачами [17].

В целом данные исследований подтверждают важность развития цифровых компетенций медицинских работников для успешного внедрения и использования современных технологий в медицинской практике.

Таким образом, для улучшения цифровых компетенций медицинских работников необходимо создать среду, которая обеспечит это развитие: если в клинике используется МИС, проводятся обучающие мероприятия, есть понятные и простые в использовании инструкции, то сотрудникам, так или иначе, придется обучиться

использовать МИС, и со временем этот инструмент станет для них удобным и простым.

Медицинские работники, обладающие высоким уровнем цифровых навыков, чаще оценивают МИС как удобный инструмент, облегчающий им работу, что согласуется с результатами исследования Angeline Kuek, в котором большинство опрошенных медицинских работников обладали высоким уровнем компетенций. У них наблюдался высокий уровень доверия к технологиям и уверенность в пользе от применения технологий, особенно у более молодых специалистов [18]. Примечательно то, что в группе медицинских работников с низкими цифровыми компетенциями самый низкий процент тех, у кого в медицинских учреждениях использование МИС обязательно, и при этом количество медицинских работников, которые считают, что МИС затрудняет работу, в этой категории в 2–4 раза больше. То есть исходно многие медицинские работники предвзято относятся к внедрению МИС, но в момент, когда они обучаются всему функционалу, их удовлетворенность становится гораздо выше.

Компонентами для развития цифровых навыков медицинских работников можно считать:

- внедрение МИС в практику медицинского учреждения;
- обязательное качественное (возможно, неоднократное) обучение;
- поддержка техническими специалистами на всех этапах;
- обратная связь с разработчиками МИС, чтобы быстро исправлять имеющиеся ошибки.

Для разработчиков МИС и другого программного обеспечения для медицинских учреждений необходима проактивность в организации качественного обучения пользователей особенностям и возможностям своего продукта. Без этого компонента даже очень продуманные решения для облегчения и повышения качества работы врачей не будут применяться, поскольку для разработчиков зачастую неочевиден низкий уровень цифровых компетенций медицинских работников.

Отдельно требует комментария следующий момент: врачи с высоким и средним уровнем цифровых навыков чаще имеют в своих клиниках условия для телемедицинских консультаций, проходили обучение по защите персональных

данных, однако чаще пользуются мессенджерами и электронной почтой для связи с пациентами. Требуется дальнейшего изучения вопрос, в каком контексте происходит контакт между врачом и пациентом, поскольку велика вероятность обмена персональными данными пациентов по незащищенным каналам связи. Необходим анализ того, насколько имеющиеся системы телемедицинского консультирования удовлетворяют потребностям врача и пациента, удобны и доступны в использовании.

Преимущество исследования состоит в том, что в опросе приняли участие большое количество медицинских работников (более 18 тысяч).

Ограничениями исследования является смещение выборки в сторону более инициативных врачей и медицинских сестер (в опросе принимали участие только медицинские работники, которые добровольно заполнили опрос на портале НМО), с чем можно связать то, что доля медицинских сестер в выборке составила 50%, а не 64%, представленных в генеральной совокупности. Кроме того, отсутствие объективного тестирования цифровых навыков и суррогатное разделение на кластеры владения цифровыми компетенциями также снижают уровень репрезентативности выборки для генеральной совокупности врачей и медицинских сестер. Опыт итальянских коллег показал несоответствие между собственной оценкой работников здравоохранения своего уровня цифровой компетентности и между реальным уровнем из-за склонности врачей и медицинских сестер оценивать свой уровень выше, чем он есть при тестировании [6].

Цифровые компетенции – сложно измеряемый объект, поскольку состоит из большого количества субкомпетенций, а существующие измерительные инструменты пока не способны отразить эту сложность, о чём свидетельствуют систематический обзор Anne Mainz [19]. В большинстве исследований используются опросники, но они позволяют лишь узнать, как сам человек оценивает свои компетенции, что определяется не только его личностью, ценностями, но и средой. То есть врач, работающий в медицинском учреждении, где принято заполнять карты от руки, не испытывает необходимости в развитии своих цифровых компетенций, по сравнению с врачом, который работает в инновационном учреждении со сложным диагностическим оборудованием.

После анализа открытых вопросов авторы также хотят внести комментарий о том, что зачастую «цифровые навыки» в контексте данного исследования следует заменить на «цифровые возможности», поскольку множество медицинских работников указали, что у них отсутствует доступ к компьютеру и интернету в ходе их работы, поэтому использовать интернет в процессе своей деятельности у них нет возможности. Такие медицинские работники были отнесены в группу с низким уровнем цифровых навыков, но, по сути, это всего лишь особенности их рабочего места.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сам процесс цифровизации тех или иных технологий в медицине сейчас имеет одно из ведущих значений как в организационной системе здравоохранения, так и в практической деятельности врачей непосредственно на их рабочем месте. Однако для успешного и эффективного внедрения всех доступных решений необходимо внимательно

относится к решению ряда сопутствующих задач: обеспечение комфорта и простоты использования цифровых технологий и медицинских информационных систем, безопасности при работе как для самих врачей, так и для пациентов, и формирование возможностей для прохождения обучения в случае возникновения трудностей при использовании. На данный момент процессы внедрения телемедицинских консультаций в рутинную практику врача имеют в своей организации ряд нюансов, но при этом не везде разработаны стандарты и введен ряд мер, которые компенсируют возможные проблемы при оказании телемедицинских услуг, в том числе законодательно. Поэтому для дальнейшего прогресса необходимо сделать реформирование как с точки зрения работы с кадрами, так и с ракурса общения с пациентами.

Источники финансирования. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов и дополнительных источников финансирования.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Jidkov L, Alexander M, Bark P, et al. Health informatics competencies in postgraduate medical education and training in the UK: a mixed methods study. *BMJ Open*. 2019; 9(3): e025460. doi: 10.1136/bmjopen-2018-025460.
2. Senbekov M, Saliev T, Bukeyeva Z, et al. The Recent Progress and Applications of Digital Technologies in Healthcare: A Review. *Int J Telemed Appl*. 2020; 2020: 1-18. doi: 10.1155/2020/8830200.
3. European Health Parliament. Committee on digital skills for health professionals 2016 Available from: <https://www.healthparliament.eu/wp-content/uploads/2017/09/Digital-skills-for-health-professionals.pdf>. [cited 23.05.2024.]
4. GxP News. Available from: <https://gxpnews.net/2022/04/vracham-ne-nravitsya-czifrovizacziya/>. [cited 18.05.2022.]
5. Женская профессия: среди врачей только 30% мужчин, а медбратьев лишь 5%. Доступно по: <https://rg.ru/2024/03/09/reg-szfo/zhenskaia-professiia-sredi-medicinskih-rabotnikov-lish-30-muzhchin-i-5-medbratov.html>. Ссылка активна на 23.05.2024. [Women's profession: among doctors, only 30% are men, and only 5% of nurses. Available from: <https://rg.ru/2024/03/09/reg-szfo/zhenskaia-professiia-sredi-medicinskih-rabotnikov-lish-30-muzhchin-i-5-medbratov.html>. [cited 23.05.2024.] (In Russ).]
6. Reixach E, et al. Measuring the digital skills of Catalan health care professionals as a key step towards a strategic training plan: Digital Competence Test validation study. *Journal of Medical Internet Research*, 2022, 24(11): e38347. doi: 10.2196/38347.
7. Здравоохранение в России 2023. Статистический сборник. Доступно по: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Zdravoohran-2023.pdf>. Ссылка активна на 23.05.2024. [Health care in Russia 2023. Statistical collection. Available from: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Zdravoohran-2023.pdf>. [cited 23.05.2024.] (In Russ).]
8. Konttila J, et al. Healthcare professionals' competence in digitalisation: A systematic review. *Journal of Clinical Nursing*. 2019; 28(5-6): 745-761. doi: 10.1111/jocn.14710.
9. Kleib M, Nagle L. Development of the Canadian nurse informatics competency assessment scale and evaluation of Alberta's registered Nurses' self-perceived informatics competencies. *CIN: Computers, Informatics, Nursing*. 2018; 36(7): 350-358. doi: 10.1097/CIN.0000000000000435.
10. Shiferaw KB, Mehari EA. Internet use and eHealth literacy among health-care professionals in a resource limited setting: a cross-sectional survey. *Advances in Medical Education and Practice*. 2019; 563-570. doi: 10.2147/AMEP.S205414.

11. Kujala S, et al. Health Professionals' Expanding eHealth Competences for Supporting Patients' Self-Management. MIE. 2018; 181-185.
12. Duffy FF, et al. Psychiatrists' comfort using computers and other electronic devices in clinical practice. Psychiatric Quarterly. 2016; 87: 571-584. doi: 10.1007/s11126-015-9410-2.
13. Thapa S, et al. Willingness to use digital health tools in patient care among health care professionals and students at a university hospital in Saudi Arabia: Quantitative cross-sectional survey. JMIR Medical Education. 2021; 7(1): e18590. doi: 10.2196/18590.
14. Gaumer GL, Patterson B, Lee K. Use of information technology by advanced practice nurses. CIN: Computers, Informatics, Nursing. 2007; 25(6): 344-352. doi: 10.1097/01.NCN.0000299656.59519.06.
15. Campbell CJ, McDowell DE. Computer literacy of nurses in a community hospital: where are we today? The Journal of Continuing Education in Nursing. 2011; 42(8): 365-370. doi: 10.3928/00220124-20110215-01.
16. Tesfa GA, Kalayou MH, Zemene W. Electronic health-information resource utilization and its associated factors among health professionals in Amhara regional state teaching hospitals, Ethiopia. Advances in Medical Education and Practice. 2021; 195-202. doi: 10.2147/AMEP.S289212.
17. Kritsotakis G, et al. Nurses' eHealth literacy and associations with the nursing practice environment. International Nursing Review. 2021; 68(3): 365-371. doi: 10.1111/inr.12650.
18. Kuek A, Hakkennes S. Healthcare staff digital literacy levels and their attitudes towards information systems. Health Informatics Journal. 2020; 26(1): 592-612. doi: 10.1177/1460458219839613.
19. Mainz A, et al. Measuring the Digital Competence of Health Professionals: Scoping Review. JMIR Medical Education. 2024; 10(1): e55737. doi:10.2196/55737.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ОПРОСНИК ДЛЯ ВРАЧЕЙ И СРЕДНЕГО МЕДИЦИНСКОГО ПЕРСОНАЛА

БЛОК 1. О себе

1. **Укажите регион, где Вы работаете**
(множественный выбор или свободный ответ)
2. **Большую часть своего времени Вы работаете:**
 - а) на поликлиническом приеме
 - б) в стационаре
 - в) выполняю административную работу
3. **Укажите Ваш возраст:**
4. **Укажите Ваш пол**
 - а) женщина
 - б) мужчина
5. **Медицинский стаж:**
6. **Укажите Вашу должность (или максимально близкую к ней)**
 - а) руководитель клиники или его непосредственные подчиненные
 - б) руководитель подразделения клиники
 - в) научный сотрудник
 - г) врач
 - д) медицинская сестра
 - е) старшая медицинская сестра

БЛОК 2. Использование МИС

1. **Есть ли в Вашей клинике система электронных медицинских карт?**
 - а) да
 - б) нет
2. **Оцените, насколько обязательным Вы считаете использование электронных медицинских карт в повседневной работе**, где 1 – совершенно необязательно, 5 – совершенно обязательно.
3. **Оцените, насколько, на Ваш взгляд, использование медицинской информационной системы (МИС) облегчает Вашу работу**, где 1 – сильно затрудняет работу, 5 – сильно облегчает.
4. **Проводилось ли обучение по использованию МИС в Вашей организации?**
 - а) да, в достаточном для работы объеме
 - б) да, но объем был недостаточен
 - в) нет, не проводилось

5. Есть ли в Вашей организации ресурс, чтобы уточнить, как пользоваться МИС?

- а) да, и этими материалами легко пользоваться
- б) да, но эти материалы не в доступе или ими сложно пользоваться
- в) нет

6. Пожалуйста, расскажите, в каком виде у вас хранится информация обучающая информация/инструкция по работе с МИС в вашей организации

- а) в виде распечатанных инструкций
- б) в виде обучающих видео
- в) в виде инструкций или презентаций на сетевом диске

7. Вы заполняете электронную медицинскую карту самостоятельно?

- а) да, самостоятельно
- б) нет, с помощью коллег
- в) не заполняю электронную медицинскую карту

8. Есть ли в Вашей организации коллеги, которые не могут разобраться с использованием ЭМК?

- а) да
- б) нет

9. Используете ли Вы «продвинутые» функции МИС – готовые шаблоны, образцы, которые бы облегчали Вашу работу?

- а) часто
- б) иногда
- в) никогда

10. Выписываете ли Вы рецепты в МИС?

- а) да, только так
- б) да, иногда
- в) нет, пишу от руки

11. Есть ли в Вашей организации правила о том, что рецепты должны быть выписаны в МИС?

- а) да
- б) нет

БЛОК 3. Безопасность персональных данных

1. Как часто Вы взаимодействуете с пациентами в дистанционном формате (например, по телефону, в мессенджерах или видеосвязи)?

- а) на ежедневной основе

- б) на еженедельной основе
- в) не чаще раза в месяц
- г) не чаще, чем раз в полгода
- д) никогда

2. Как часто вы используете личную электронную почту или мессенджеры для общения с пациентами?

- а) всегда использую
- б) иногда использую
- в) никогда не использую

3. Что Вы понимаете под телемедицинской консультацией?

- а) любое дистанционное взаимодействие с пациентом
- б) видео онлайн-консультация
- в) консультация в формате видео, звонка или чата с врачом в рамках специальной системы для телемедицинских консультаций, используемой в клинике
- г) затрудняюсь ответить

4. Есть ли в Вашей организации защищенные каналы связи для телемедицинских консультаций (специальные программы, которые обеспечивают безопасную передачу медицинских данных)?

- а) да
- б) нет

5. Как часто проводится ли в Вашей организации обучение о защите персональных данных пациентов?

- а) проводится на регулярной основе
- б) проводилось однократно
- в) не проводилось

БЛОК 4. Навыки поиска и анализа медицинской информации

1. Как часто Вы используете интернет-ресурсы на приеме или во время работы в стационаре?

- а) на ежедневной основе
- б) на еженедельной основе
- в) не чаще раза в месяц
- г) не чаще, чем раз в полгода
- д) никогда

2. Если да, то какие? (выберите один или несколько вариантов)

- а) русскоязычные базы медицинских данных и клинических рекомендаций (Клинические рекомендации Минздрава)
- б) англоязычные базы медицинских данных и клинических рекомендаций (UpToDate, и схожие базы)
- в) портал НМО
- г) инструкции к препаратам
- д) базы данных статей (PubMed, Гугл Академия, Киберленинка)
- е) сайты зарубежных клиник с качественной информацией (NHS, Mayo Clinic)
- ж) не пользуюсь интернетом на приеме и во время работы в стационаре
- з) другое (вписать)

3. Владеете ли Вы английским языком, достаточным для анализа англоязычных публикаций

- а) да
- б) нет, но использую автоматический переводчик
- в) нет, не использую англоязычные публикации

4. Если сталкиваетесь со сложным и нетипичным клиническим случаем, каким образом Вы действуете?

- а) ищу информацию в клинических рекомендациях, монографиях, официальных методических рекомендациях Минздрава
- б) ищу похожие случаи в научных статьях
- в) консультируюсь с коллегами
- г) направляю к более опытному коллеге

5. Какие ресурсы Вы используете для отслеживания новостей в медицине?

- а) чаще использую популярные онлайн ресурсы (например, Врачи.РФ, Мир Врача, MedScapе, Vademecum)
- б) чаще использую научные источники (новостные ленты наиболее интересующих меня научных журналов и профессиональных сообществ)
- в) в одинаковой степени использую и популярные, и научные источники
- г) не отслеживаю

БЛОК 5. Обучение с помощью цифровых технологий

1. Проходили ли Вы обучение в онлайн-формате?

- а) да
- б) нет

2. Если да, то какой обучение Вы бы предпочитаете – очное или дистанционное?

- а) очное
- б) дистанционное (онлайн)

3. Если предпочитаете очное обучение, какие плюсы Вы видите в нем?

- а) понятность процесса обучения
- б) личный контакт с преподавателем
- в) возможность отработки мануальных навыков
- г) предпочитаю онлайн-обучение

4. Если предпочитаете дистанционное (онлайн) обучение, какие плюсы Вы видите в нем?

- а) удобство: можно обучаться из дома или на рабочем месте, нет необходимости перемещаться
- б) возможность посмотреть лекцию в записи и по несколько раз
- в) более низкая стоимость обучения
- г) предпочитаю очное обучение

5. Какие трудности у Вас возникают в процессе дистанционного обучения?

- а) технические трудности (например, перебои со связью)
- б) недостаток личных технических навыков (сложно разобраться с программами для обучения,)
- в) снижение концентрации внимания при онлайн-обучении
- г) сложности при совмещении обучения с работой

6. Добавьте от себя Ваше мнение о цифровых навыках, которых Вам не хватает в Вашей работе:

7. Какие цифровые навыки вы считаете необходимыми в вашей работе? (множественный выбор)

- а) уверенное пользование компьютером
- б) быстрый набор текста
- в) умение работать с МИС
- г) умение пользоваться приложениями, разработанными для медработников
- д) навык статистической обработки данных
- е) навык поиска и анализа медицинской информации
- ж) использование программ для дистанционного обучения

з) другое (Ваш ответ)

8. Как бы Вы представляли идеальное обучение по цифровым навыкам?

- а) в формате курса по универсальным цифровым навыкам
- б) обучение один на один с более опытным коллегой или техническим специалистом
- в) наличие доступных видео материалов или текстов, к которым можно обратиться в любое время
- г) мне нет необходимости проходить обучение по цифровым навыкам
- д) другое (ваш ответ)

ЕЛФИМОВА А.Р.,

ГНЦ РФ ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» Минздрава России, г. Москва, Россия,
e-mail: ainetdinova.alina@endocrincentr.ru

ЕРЕМКИНА А.К.,

к.м.н., ГНЦ РФ ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» Минздрава России, г. Москва, Россия,
e-mail: eremkina.anna@endocrincentr.ru

РЕБРОВА О.Ю.,

д.м.н., ГНЦ РФ ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» Минздрава России, г. Москва, Россия; ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, г. Москва, Россия, e-mail: o.yu.rebrova@gmail.com

КОВАЛЕВА Е.В.,

к.м.н., ГНЦ РФ ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» Минздрава России, г. Москва, Россия,
e-mail: kovaleva.elena@endocrincentr.ru

МОКРЫШЕВА Н.Г.,

д.м.н., профессор, член-корр. РАН, ГНЦ РФ ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» Минздрава России, г. Москва, Россия, e-mail: mokrisheva.natalia@endocrincentr.ru

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СНИЖЕНИЯ РАСЧЕТНОЙ СКОРОСТИ КЛУБОЧКОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ЧЕРЕЗ 12 МЕСЯЦЕВ ПОСЛЕ ПАРАТИРЕОИДЭКТОМИИ У ПАЦИЕНТОВ С ПЕРВИЧНЫМ ГИПЕРПАРАТИРЕОЗОМ

DOI: 10.25881/18110193_2024_2_68

Аннотация. Актуальность. Первичный гиперпаратиреоз (ПГПТ) – эндокринное заболевание, характеризующееся избыточной продукцией паратгормона (ПТГ) и повышенным или верхненормальным уровнем кальция крови, обусловленного первичной патологией околощитовидных желез (ОЩЖ). «Классическим» осложнением ПГПТ является снижение фильтрационной функции почек. Паратиреоидэктомия (ПТЭ) снижает риски дальнейшего ухудшения фильтрационной функции, однако в ряде случаев этого не достигается.

Цель. Разработать математическую модель для прогнозирования ухудшения расчетной скорости клубочковой фильтрации (рСКФ) через 12 месяцев после ПТЭ у пациентов с ПГПТ, выполнить её программную реализацию.

Материалы и методы. Ретроспективное исследование включало 140 пациентов с ПГПТ, которым была проведена ПТЭ в 1993–2010 и 2018–2020 гг. в ГНЦ ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» Минздрава России. Анализировались пол, возраст, показатели фосфорно-кальциевого, пуринового, липидного, углеводного обменов, наличие осложнений ПГПТ, прием терапии по поводу ПГПТ, гистологическое исследование удаленной ткани ОЩЖ, развитие послеоперационной гипокальциемии и транзиторного гипопаратиреоза, терапия послеоперационной гипокальциемии. Для построения математической модели использовали метод случайный лес.

Результаты. Для прогнозирования снижения рСКФ построена модель, использующая 24 предиктора: пол, возраст, индекс массы тела, ПТГ, кальций ионизированный, щелочная фосфатаза, фосфор, мочевины, рСКФ, общий холестерин, диастолическое артериальное давление, $SD(T-кр.) < -2,5 / SD(Z-кр.) < -2,0$, ХБП, длительность нефролитолиза, прием блокаторов рецепторов ангиотензина-II и ангиотензинпревращающего фермента, предопера-

ционный прием колекальциферола и цинакальцета, гиперплазия/аденома ОЩЖ, послеоперационная гипокальциемия, доза альфакальцидола и препаратов кальция, послеоперационный прием колекальциферола. Полученная модель (<http://194.87.111.169/cfr>) прогнозирует снижение рСКФ у пациентов с ПГПТ после ПТЭ с вероятностью 56,8–86,3% и исключает с вероятностью 85,6–97,7%.

Выводы. Разработана математическая модель для прогнозирования снижения рСКФ через 12 мес. после ПТЭ у пациентов с ПГПТ, общая точность которой составила 88%, 95% ДИ(79%; 93%). Модель программно реализована в виде калькулятора, который может использоваться в рутинной клинической практике.

Ключевые слова: первичный гиперпаратиреоз, скорость клубочковой фильтрации, паратиреоидэктомия, моделирование.

Для цитирования: Елфимова А.Р., Еремкина А.К., Реброва О.Ю., Ковалева Е.В., Мокрышева Н.Г.. Математическая модель для прогнозирования снижения расчетной скорости клубочковой фильтрации через 12 месяцев после паратиреоидэктомии у пациентов с первичным гиперпаратиреозом. *Врач и информационные технологии.* 2024; 2: 68-81. doi: 10.25881/18110193_2024_2_68.

ELFIMOVA A.R.,

Endocrinology Research Centre, Moscow, Russia,
e-mail: ainetdinova.alina@endocrincentr.ru

EREMKINA A.K.,

PhD, Endocrinology Research Centre, Moscow, Russia,
e-mail: eremkina.anna@endocrincentr.ru

REBROVA O.YU.,

DSc, Endocrinology Research Centre, Moscow, Russia; Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «N.i. Pirogov Russian National Research Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia, e-mail: o.yu.rebrova@gmail.com

KOVALEVA E.V.,

PhD, Endocrinology Research Centre, Moscow, Russia,
e-mail: kovaleva.elena@endocrincentr.ru

MOKRYSHEVA N.G.,

DSc, professor, Corresponding Member of the RAS, Endocrinology Research Centre, Moscow, Russia,
e-mail: mokrisheva.natalia@endocrincentr.ru

A MATHEMATICAL MODEL FOR PREDICTING THE DECLINE IN ESTIMATED GLOMERULAR FILTRATION RATE AT 12 MONTHS AFTER PARATHYROIDECTOMY IN PATIENTS WITH PRIMARY HYPERPARATHYROIDISM

DOI: 10.25881/18110193_2024_2_68

Abstract. *Background.* Primary hyperparathyroidism (PHPT) is an endocrine disease characterized by excessive production of parathyroid hormone (PTH) and elevated or high-normal blood calcium levels caused by primary pathology of the parathyroid glands. The "classic" complication of PHPT is a decrease in the kidneys filtration function. Parathyroidectomy (PTE) reduces the risks of further deterioration in filtration function; however, in some cases, this is not achieved.

Aim. To develop a mathematical model to predict the decline in estimated glomerular filtration rate (eGFR) 12 months after PTE in patients with PHPT, and implement it as a software.

Methods. Retrospective study included 140 patients with PHPT who underwent PTE in 1993–2010 and 2018–2020 at the National Medical Research Center of Endocrinology. Analyzed variables included sex, age, indicators of calcium-phosphorus, purine, lipid, and carbohydrate metabolism, presence of PHPT complications, treatment for PHPT, histological examination of removed parathyroid tissue, development of postoperative hypocalcemia and transient hypoparathyroidism, therapy for postoperative hypocalcemia. The random forest method was used to build the mathematical model.

Results. To predict the decline in eGFR, a model using 24 predictors was built: sex, age, body mass index, PTH, ionized calcium, alkaline phosphatase, phosphorus, urea, eGFR, total cholesterol, diastolic blood pressure, $SD(T\text{-score}) < -2.5 / SD(Z\text{-score}) < -2.0$, CKD, duration of nephrolithiasis, use of angiotensin II receptor blockers and angiotensin-converting

enzyme inhibitors, preoperative use of cholecalciferol and cinacalcet, parathyroid hyperplasia/adenoma, postoperative hypocalcemia, dose of alfacalcidol and calcium supplements, postoperative use of cholecalciferol. The resulting model (<http://194.87.111.169/cfr>) predicts a decline in eGFR in patients with PHPT after PTE with a probability of 56.8–86.3% and excludes – with a probability of 85.6–97.7%.

Conclusion. A mathematical model to predict the decline in eGFR 12 months after PTE in patients with PHPT was developed, with an overall accuracy of 88%, 95% CI (79%; 93%). The model was implemented as a calculator that can be used in routine clinical practice.

Keywords: primary hyperparathyroidism, glomerular filtration rate, parathyroidectomy, modeling.

For citation: Elfimova A.R., Eremkina A.K., Rebrova O.Yu., Kovaleva E.V., Mokrysheva N.G. A mathematical model for predicting the decline in estimated glomerular filtration rate at 12 months after parathyroidectomy in patients with primary hyperparathyroidism. *Medical doctor and information technology.* 2024; 2: 68-81. doi: 10.25881/18110193_2024_2_68.

ВВЕДЕНИЕ

Первичный гиперпаратиреоз (ПГПТ) представляет собой эндокринное заболевание, которое характеризуется избыточной продукцией паратиреоидного гормона (ПТГ) в сочетании с повышенным или верхненормальным уровнем кальция в крови, обусловлено первичной патологией околощитовидных желез (ОЩЖ) [1]. Симптомная форма ПГПТ может проявляться полиорганными нарушениями различной тяжести, что, в свою очередь, может ухудшать качество жизни и приводить к инвалидизации [2, 3].

Одним из «классических» осложнений ПГПТ является поражение почек, в том числе снижение их фильтрационной функции. Мировые данные свидетельствуют о частоте снижения расчетной скорости клубочковой фильтрации (рСКФ) ниже 60 мл/мин/1,73 м² у 16–17% пациентов с ПГПТ [4]. Паратиреоидэктомия (ПТЭ) позволяет предотвратить дальнейшее ухудшение фильтрационной функции, однако в некоторой доле случаев происходит прогрессирование снижения рСКФ. Оценка динамики рСКФ после ПТЭ была проведена лишь в ограниченном количестве исследований.

Почечные осложнения представляют собой самостоятельные факторы риска развития сердечно-сосудистых заболеваний, инвалидизации и преждевременной смерти. Известно, что риск развития сердечно-сосудистых событий возрастает уже на ранних стадиях хронической болезни почек (ХБП) и продолжает увеличиваться по мере снижения рСКФ [5, 6]. ХБП признана одним из 17 заболеваний, значимо влияющих на показатели смертности в мире [7].

В этой связи особый интерес представляет прогнозирование ухудшения фильтрационной функции почек. Данный прогноз может иметь клиническое значение, так как даже небольшое снижение рСКФ может привести к дальнейшему прогрессированию почечной дисфункции и развитию ХБП.

ЦЕЛЬ

Разработать математическую модель для прогнозирования ухудшения рСКФ через 12 месяцев после ПТЭ у пациентов с ПГПТ, выполнить её программную реализацию.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалы

Источник случаев: стационарные отделения ГНЦ РФ ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» Минздрава России.

Периоды включения пациентов: 1993–2010 и 2018–2020 гг.

Критерии включения: установленный диагноз sporadического ПГПТ (код по МКБ-10 – E21.0), проведение ПТЭ по поводу ПГПТ.

Критерии исключения: отсутствующие данные о предоперационной и через 12 месяцев после ПТЭ сывороточной концентрации креатинина.

Способ формирования выборки — сплошной.

Проведено ретроспективное одноцентровое исследование. График исследования представлен на рисунке 1.

В рамках исследования регистрировались основные показатели, которые имеют клиническое значение при прогнозировании течения ХБП: ПТГ, общий кальций, ионизированный кальций, фосфор (измеряли за 5 суток – 3 месяца до операции и до начала антирезорбтивной лекарственной терапии и кальцимитетиков при наличии); щелочная фосфатаза (ЩФ), остеокальцин (ОК), С-концевой телопептид коллагена 1 типа (СТХ-1), 25(ОН) витамин D (25(ОН) D), общий холестерин (ХС), липопротеины низкой плотности (ЛПНП), липопротеины высокой плотности (ЛПВП), триглицериды (ТГ), мочевиная кислота, мочевиная, креатинин, минеральная плотность костей (МПК), систолическое и диастолическое артериальное давление (САД, ДАД) (измеряли за 4 суток – 3 месяца до операции). По данным предоставленных медицинских заключений регистрировались: наличие низкоэнергетических переломов (НЭП), ХБП, сахарного диабета (СД), инфаркта, инсульта, аритмии, клапанных нарушений, хронической сердечной недостаточности (ХСН) длительность нефролитиаза при его наличии, длительность снижения рСКФ менее 60мл/мин/1,73 м², факт приема перед операцией ингибиторов ангиотензинпревращающего фермента (иАПФ), блокаторов рецепторов ангиотензина-II (БРА), колекальциферола (минимум в течение одной недели перед ПТЭ), кальцимитетиков (хотя бы 1 доза, отмена препарата не более чем за 2 суток до ПТЭ), бисфосфонатов (алендроновая кислота – хотя бы 1 доза не более чем за 1 неделю до операции;

Формирование групп



*Медиана времени

Рисунок 1 — График исследования прогнозирования снижения расчетной скорости клубочковой фильтрации у пациентов с первичным гиперпаратиреозом (сокращения: ПТГ – паратиреоидный гормон, иАПФ – ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента, БРА – блокаторы рецепторов ангиотензина-II, ЩФ – щелочная фосфатаза, ОК – остеокальцин, СТХ – С-концевой телопептид коллагена I типа, 25(ОН)D – 25(ОН) витамин D, МПК – минеральная плотность кости, ХС – холестерин, ЛПНП – липопротеины низкой плотности, ЛПВП – липопротеины высокой плотности, ТГ – триглицериды, САД – систолическое артериальное давление, ДАД – диастолическое артериальное давление, СД – сахарный диабет, ХБП – хроническая болезнь почек, ХСН – хроническая сердечная недостаточность, ПТЭ – паратиреоидэктомия).

ибандроновая кислота в таблетированной форме – хотя бы 1 доза не более чем за 1 месяц до операции; ибандроновая кислота, инъекционная форма – хотя бы 1 инъекция не более чем за 3 месяца до операции; золендроновая кислота – хотя бы 1 инъекция не более чем за 12 месяцев до операции), деносумаб (хотя бы 1 инъекция в предшествующие 6 месяцев), наличие послеоперационной гипокальциемии, транзиторного гипопаратиреоза, результат гистологического исследования удаленной ткани ОЩЖ (аденома, атипичная аденома, карцинома, гиперплазия), дозы послеоперационной лекарственной терапии (альфакальцидола, препаратов кальция, колекальциферола).

Регистрируемым исходом являлось снижение рСКФ через 12 месяцев после ПТЭ. Снижение рСКФ определялось как переход в любую другую худшую стадию снижения рСКФ.

МЕТОДЫ

Измерение МПК осуществлялось с помощью рентгеновской двухэнергетической

денситометрии. Оценивались следующие отделы: шейка бедренной кости (femur neck), бедренная кость (total hip), треть лучевой кости (radius 33%), лучевая кость (radius total), поясничный отдел позвоночника (L1-L4). Снижение МПК определялось по T- и Z-критериям, которые представляют собой стандартное отклонение (SD) от среднего значения пика костной массы нормы в соответствующих по возрасту группам. T-критерий (T-кр.) для женщин в менопаузе и мужчин 50 лет и старше; Z-критерий (Z-кр.) — для женщин до менопаузы, мужчин в возрасте моложе 50 лет [8–11].

рСКФ определялась по формуле СКД-EPI с использованием уровня креатинина в сыворотке крови, возраста и пола пациента. Стадии снижения рСКФ классифицировались, согласно действующим клиническим рекомендациям [12]:

1. высокая или оптимальная рСКФ (C1 в случае наличия ХБП) – ≥ 90 мл/мин/1,73 м²,
2. незначительно сниженная рСКФ (C2 в случае наличия ХБП) – 60–89 мл/мин/1,73 м²,

3. умеренно сниженная рСКФ (ХБП С3а) – 45–59 мл/мин/1,73 м²,
4. существенно сниженная рСКФ (ХБП С3б) – 30–44 мл/мин/1,73 м²,
5. резко сниженная рСКФ (ХБП С4) – 15–29 мл/мин/1,73 м²,
6. терминальная почечная недостаточность, резко сниженная рСКФ (ХБП С5) – <15 мл/мин/1,73 м².

Оценка радикальности ПТЭ была проведена в соответствии с клиническими рекомендациями 2020 г.: уровень интраоперационного ПТГ должен нормализоваться или снизиться на 50% и более от исходного значения через 15 минут после удаления опухоли ОЩЖ [2]. ПТЭ у всех пациентов была выполнена в отделе хирургии ГНЦ РФ ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» Минздрава России.

Этическая экспертиза

Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом ГНЦ РФ ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» Минздрава России (протокол №12 от 17.07.2019).

Статистический анализ

Статистический анализ проведен в программном пакете Statistica 13 (TIBCO Inc., США) и на языке программирования Python 3.11. Для построения многомерных моделей использовали библиотеку scikit-learn 1.0.2. Описательная статистика количественных данных представлена медианами, первым и третьим квартилями в формате Me [Q₁; Q₃], качественных в виде абсолютных и относительных частот. Сравнение двух независимых групп для количественных данных выполнялось с помощью критерия Манна-Уитни (U-тест). Частоты категориальных признаков сравнивались между собой с помощью двустороннего точного критерия Фишера (ТКФ₂). Корреляционный анализ выполнялся с помощью метода ранговой корреляции Спирмена. Критический уровень статистической значимости (P₀) принят равным 0,05. При множественных сравнениях выполняли его коррекцию путем применения поправки Бонферрони.

Для построения многомерной математической модели использовали классификатор случайный лес, в котором множественные слабые модели (деревья решений) объединяются в

единую модель, обладающую обычно большей эффективностью. В полученной модели оценивали операционные характеристики – диагностическую чувствительность (ДЧ), диагностическую специфичность (ДС), прогностическую ценность положительного и отрицательного результата (ПЦПР, ПЦОР), общую точность. Кроме того, оценивали вклад каждого предиктора в прогноз, для этого в библиотеке scikit-learn 1.0.2 использовали инструмент, реализующий метод перемешивания [13]. В начале этого процесса модель обучается на тренировочном наборе данных, включая все имеющиеся признаки. Затем проводится оценка выбранной метрики на наборе данных для тестирования. Для оценки важности конкретного признака его значения в наборе данных случайным образом перемешиваются. После этого метрика оценивается вновь на тестовых данных, но уже с учетом перемешанных значений данного признака. Наконец, вычисляется разница между метрикой до и после перемешивания, что позволяет оценить вклад данного признака в прогностическую способность модели.

Поскольку в многомерном анализе возможно использование только полных наблюдений (случаев, у которых есть полный набор данных без пропусков), выполнялась подготовка данных (см. Приложение).

РЕЗУЛЬТАТЫ

В исследование включено 140 пациентов, из них 16 (11%) мужчин, возраст 57 лет [48; 62]. Среди них у 39 (28%, 95% ДИ (21%; 36%)) произошло снижение рСКФ через 12 месяцев после ПТЭ.

Сравнительный анализ

Было выполнено сравнение групп всех пациентов с ухудшением стадии рСКФ через 12 месяцев и пациентов с сохранной / улучшившейся рСКФ (таблица 1).

С учетом поправки Бонферрони (P₀ = 0,001) выявлены статистически значимые различия групп только по величине дозы альфакальцидола в послеоперационном периоде. Кроме того, получены различия на уровне статистических тенденций по концентрации ПТГ, фосфора, ЩФ, ОК, величины дозы препаратов кальция в послеоперационном периоде и частоте транзиторного гипопаратиреоза.

Таблица 1 — Сравнительный анализ пациентов с ухудшением рСКФ через 12 месяцев и пациентов с сохраненной / улучшившейся рСКФ

Параметр	Переход в худшую стадию рСКФ (n = 39)		Сохранение рСКФ или улучшение (n = 101)		P
	N	Me [Q ₁ ; Q ₃] / n (%)	N	Me [Q ₁ ; Q ₃] / n (%)	
Мужской пол	39	4 (10%)	101	12 (12%)	1,000 ²
Возраст, годы	39	56 [51; 62]	101	57 [47;63]	0,563 ¹
ИМТ, кг/м ²	39	26,7 [22,9; 29,0]	101	26,9 [23,1; 29,2]	0,891 ¹
SD (Т-кр.) < -2,5 / SD (Z-кр.) < -2,0	39	31 (80%)	101	73 (72%)	0,518 ²
ХБП	39	26 (67%)	101	73 (72%)	0,539 ²
Нефролитиаз	39	22 (56%)	101	62 (61%)	0,701 ²
рСКФ, мл/мин/1,73 м ²	39	90 [62; 96]	101	81 [67; 97]	0,895 ¹
Длительность ХБП (не СКФ), мес	39	0 [0; 6]	101	2 [0; 10]	0,237 ¹
Длительность СКФ<60, мес	38	0 [0; 0]	89	0 [0; 0]	0,742 ¹
Мочевина, ммоль/л	37	6,0 [5,0; 7,8]	95	5,2 [4,1; 7,0]	0,061 ¹
СД	39	4 (10%)	101	7 (7%)	0,500 ²
ХС, ммоль/л	32	5,8 [4,4; 6,5]	93	5,6 [4,7; 6,2]	0,611 ¹
ЛПНП, ммоль/л	29	3,2 [2,3; 4,1]	78	3,4 [2,6; 3,9]	0,554 ¹
ЛПВП, ммоль/л	25	1,4 [1,2; 1,8]	66	1,4 [1,1; 1,7]	0,393 ¹
ТГ, ммоль/л	31	1,4 [0,9; 2,0]	85	1,4 [0,9; 1,9]	0,731 ¹
Мочевая кислота, ммоль/л	27	342,3 [278,6; 450,0]	93	5,6 [4,7; 6,2]	0,388 ¹
САД	39	125 [120; 154]	101	120 [120; 140]	0,283 ¹
ДАД	39	85 [80; 90]	101	80 [80; 90]	0,018 ¹
иАПФ	39	7 (18%)	101	12 (12%)	0,410 ²
БРА	39	3 (8%)	101	17 (17%)	0,191 ²
Инфаркт	39	0 (0%)	101	1 (1%)	1,000 ²
Инсульт	39	0 (0%)	101	1 (1%)	1,000 ²
Аритмия	39	6 (15%)	101	6 (6%)	0,094 ²
Клапанные повреждения	39	3 (8%)	101	1 (1%)	0,066 ²
ХСН	39	4 (10%)	101	8 (8%)	0,738 ²
<i>Не модифицированные лабораторные показатели фосфорно-кальциевого обмена</i>					
ПТГ, пг/мл	39	407,2 [142,6; 1246,0]	101	203,0 [125,2; 418,6]	0,033 ¹
Кальций общий, ммоль/л	36	2,95 [2,62; 3,51]	99	2,91 [2,71; 3,06]	0,541 ¹
Кальций ионизированный, ммоль/л	36	1,48 [1,30; 1,66]	94	1,38 [1,28; 1,50]	0,161 ¹
Фосфор, ммоль/л	38	0,80 [0,70; 0,90]	92	0,88 [0,77; 0,96]	0,032 ¹
<i>Потенциально модифицированные лабораторные показатели фосфорно-кальциевого обмена</i>					
ЩФ, Ед/л	39	315,0 [178,9; 568,0]	86	193,2 [88,0; 293,9]	0,004 ¹
ОК, нг/мл	21	118,6 [42,8; 300,0]	79	55,9 [36,5; 159,3]	0,038 ¹
СТХ, нг/мл	19	1,5 [0,7; 2,8]	80	1,0 [0,5; 1,9]	0,337 ¹
25(ОН)D, нг/мл	15	17,75 [8,81; 26,50]	49	21,00 [16,70; 27,50]	0,128 ¹
<i>Предоперационная терапия</i>					
Колекальциферол*	39	3 (8%)	101	18 (18%)	0,188 ²
Бисфосфонаты*	39	2 (5%)	101	6 (6%)	1,000 ²
Деносумаб*	39	5 (13%)	101	7 (7%)	0,315 ²
Цинакальцет*	39	4 (10%)	101	15 (15%)	0,589 ²
<i>Гистология</i>					
Аденома	39	33 (85%)	101	81 (80%)	0,291 ²
АА	39	1 (3%)	101	3 (3%)	
Карцинома	39	2 (5%)	101	2 (2%)	
Гиперплазия	39	2 (5%)	101	15 (15%)	

Таблица 1 — Сравнительный анализ пациентов с ухудшением рСКФ через 12 месяцев и пациентов с сохранной / улучшившейся рСКФ (продолжение)

Параметр	Переход в худшую стадию рСКФ (n = 39)		Сохранение рСКФ или улучшение (n = 101)		P
	N	Me [Q ₁ ; Q ₃] / n (%)	N	Me [Q ₁ ; Q ₃] / n (%)	
<i>Послеоперационный период</i>					
Послеоперационная гипокальциемия	39	19 (49%)	101	59 (58%)	0,345 ²
Транзиторный гипопаратиреоз	18	1 (6%)	56	19 (34%)	0,030 ²
Альфакальцидол, мкг/сут*	39	1,00 [0,75; 2,00]	101	1,00 [0,00; 1,00]	0,001 ¹
Препараты кальция, мг/сут*	39	1000 [0; 3000]	101	500 [0; 1000]	0,024 ¹
Колекальциферол, МЕ/нед*	39	4000 [0; 14000]	100	2500 [0; 1400]	0,600 ¹

Примечание: * – прием лекарственных препаратов как в составе комбинированной терапии, так и в виде монотерапии; поправка Бонферрони – $P_0 = 0,05/43 = 0,001$; ¹ – U-тест; ² – ТКФ2.

Сокращения: ПТГ – паратиреоидный гормон, иАПФ – ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента, БРА – блокаторы рецепторов ангиотензина-II, ЩФ – щелочная фосфатаза, ОК – остеокальцин, СТХ – С-концевой телопептид коллагена I типа, 25(OH)D – 25(OH) витамин D, МПК – минеральная плотность кости, Т-кр. – Т-критерий, Z-кр. – Z-критерий, ХС – холестерин, ЛПНП – липопротеины низкой плотности, ЛПВП – липопротеины высокой плотности, ТГ – триглицериды, САД – систолическое артериальное давление, ДАД – диастолическое артериальное давление, СД – сахарный диабет, ХБП – хроническая болезнь почек, ХСН – хроническая сердечная недостаточность, ПТЭ – паратиреоидэктомия, АА – атипичная аденома.

Модель для прогнозирования снижения рСКФ через 12 месяцев после ПТЭ

Модель строилась по выборке, сформированной после исключения ряда признаков и заполнения пропусков (см. Приложение). С целью оценки смещения путем заполнения пропущенных данных был проведен сравнительный анализ групп пациентов до и после заполнения пропусков, по результатам которого различий не определялось. Таким образом, заполнение пропусков можно считать приемлемым.

Выборка была случайным образом разделена на обучающую и тестовую выборки в соотношении 7:3 (n = 98 и n = 42, соответственно). Выборки включали 27 (28%) и 12 (29%) случаев снижения рСКФ, соответственно. В качестве бинарного отклика использовали наличие снижения рСКФ через 12 месяцев после ПТЭ (да/нет).

При обучении модели постепенно наращивалось количество предикторов до получения приемлемого качества модели (нижние границы 95% ДИ больше 50%). Лучшие результаты были получены на модели с 500 деревьями решений глубины 4. Матрица классификации представлена в таблице 2.

Общая точность прогнозирования на обучающей выборке составила 88%, на тестовой – 83%. При валидации результатов на тестовой

выборке пациентов был получен удовлетворительный результат – все оценки операционных характеристик попадают в рассчитанные по обучающей выборке ДИ.

Таким образом, модель прогнозирует снижение рСКФ у пациентов с ПГПТ через 12 месяцев после ПТЭ с вероятностью от 61% до 82% и исключает ее с вероятностью от 88% до 98%.

Далее был оценен вклад каждого предиктора в прогноз. Предикторы, проранжированные по величине вклада, представлены на рисунке 2.

Программная реализация математической модели была осуществлена в виде калькулятора и доступна по ссылке <http://194.87.111.169/cfr>.

ОБСУЖДЕНИЕ

ПГПТ выступает в качестве мощного повреждающего фактора на структуру и функцию почек. Поэтому его устранение должно предотвратить дальнейшее ухудшение и даже способствовать улучшению функции почек, однако так происходит не во всех случаях. По нашим данным 21–36% пациентов имеют снижение рСКФ через 12 мес после ПТЭ.

Повышение ПТГ сопровождается выраженной активацией остеокластов, что способствует разрушению костной ткани и более активному выходу кальция в кровь, что в свою очередь опосредует высокую кальциевую нагрузку на почечные

Таблица 2 — Матрица классификации пациентов с ухудшением рСКФ через 12 месяцев (n = 39) и пациентов с сохранной / улучшившейся рСКФ (n = 101) с помощью случайного леса

		рСКФ через 12 месяцев после ПТЭ		
		Переход в худшую стадию рСКФ	Сохранение рСКФ или улучшение	
Результат модели (обучающая выборка)	Переход в худшую стадию рСКФ	23	8	ПЦПР(%) = 74,2 (56,8; 86,3)
	Сохранение рСКФ или улучшение	4	63	ПЦОР(%) = 94,0 (85,6; 97,7)
		ДЧ(%) = 85,2 (67,5; 94,1)	ДС(%) = 88,7 (79,3; 94,2)	
Результат модели (тестовая выборка)	Переход в худшую стадию рСКФ	9	4	ПЦПР(%) = 69,2
	Сохранение рСКФ или улучшение	3	26	ПЦОР(%) = 89,7
		ДЧ(%) = 75,0	ДС(%) = 86,7	

Сокращения: рСКФ – расчетная скорость клубочковой фильтрации, ПТЭ – паратиреоидэктомия, ДЧ – диагностическая чувствительность, ДС – диагностическая специфичность, ПЦПР – прогностическая ценность положительного результата, ПЦОР – прогностическая ценность отрицательного результата.

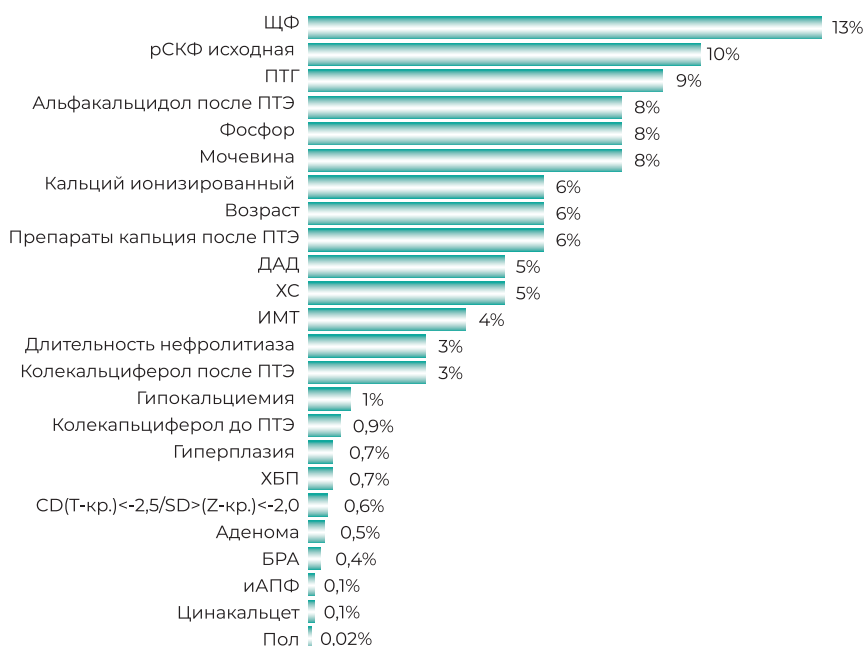


Рисунок 2 — Предикторы, проранжированные по величине вклада в прогноз модели прогнозирования снижения расчетной скорости клубочковой фильтрации у пациентов с первичным гиперпаратиреозом (сокращения: рСКФ – расчетная скорость клубочковой фильтрации, ПТГ – паратиреоидный гормон, иАПФ – ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента, БРА – блокаторы рецепторов ангиотензина-II, ЩФ – щелочная фосфатаза, ХС – холестерин, ДАД – диастолическое артериальное давление, ХБП – хроническая болезнь почек, ИМТ – индекс массы тела, ПТЭ – паратиреоидэктомия, SD – стандартное отклонение, T-кр. – T-критерий. Z-кр. – Z-критерий).

структуры. На процесс разрушения костной ткани указывает также повышенная концентрация ЩФ и ОК, которые представляют собой маркеры, указывающие на активацию костного ремоделирования [14]. Таким образом, у пациентов со сниженной рСКФ и ПГПТ наблюдаются более выраженные нарушения фосфорно-кальциевого обмена и более тяжелый гиперпаратиреоз, который может быть следствием вторичного увеличения этих маркеров. Данный факт подтверждается исследованием, проведенным Walker D. и соавт., в котором предоставлены гистоморфометрические доказательства того, что у пациентов с ПГПТ и ХБП наблюдаются значительные изменения в ремоделировании кости по сравнению с пациентами с нормальной функцией почек [15].

При изучении литературы в области многомерного моделирования для прогнозирования ухудшения рСКФ после ПТЭ при ПГПТ были обнаружены две работы, в которых использовались методы многомерной математической статистики для определения предикторов снижения рСКФ. Однако авторы данных работ не представили метрики регрессионных моделей, которые дали бы возможность оценить их эффективность.

Итальянские ученые Tassone и соавт. провели исследование, посвященное анализу изменений функции почек у пациентов с ПГПТ через 2 года после ПТЭ, разделенных на группы в зависимости от исходной рСКФ (<60 мл/мин/ $1,73$ м² и ≥ 60 мл/мин/ $1,73$ м²) [16]. Размер выборки составил 109 пациентов. Многомерный линейный регрессионный анализ показал, что статистически значимыми предикторами снижения рСКФ через 2 года являлись САД и исходная рСКФ. В нашей работе исходная рСКФ также вошла в список предикторов, оказывающих влияние на прогноз. Однако в построении модели вместо САД мы использовали ДАД, так как группы пациентов, ухудшивших и сохранивших текущий уровень рСКФ, различались только по величине ДАД. Данный показатель тоже вошел в список предикторов построенной нами модели.

Аналогичные результаты были получены Nair и соавт., исследовавших 145 пациентов с ПГПТ, из которых у 44 была ХБП С3-С5 [17]. По результатам многомерного линейного регрессионного анализа, статистически значимыми предикторами снижения рСКФ являются возраст, уровень кальция, наличие АГ и почечных осложнений,

таких как нефролитиаз, нефрокальциноз и повышенная экзогенность коркового вещества почек по данным ультразвукового исследования. Однако авторы не указывают срок прогнозирования. В нашей работе все перечисленные признаки вошли в список предикторов построенной модели, исключение составила только повышенная экзогенность коркового вещества почек, которую мы не оценивали.

Таким образом, до настоящего времени в литературе отсутствуют модели прогнозирования снижения функции почек после ПТЭ для практического применения. Разработанная нами модель является первой в данной предметной области. Пациентам с положительным прогнозом (снижение рСКФ через 12 месяцев после ПТЭ) должна быть рекомендована профилактика снижения почечной функции, включающая диету с ограниченным содержанием белка, поддержание оптимального питьевого режима, а также более частое проведение инструментальных и лабораторных исследований для оценки состояния почек. Кроме того, у таких пациентов следует избегать высоких доз альфакальцидола и препаратов кальция в течение продолжительного периода времени, так как данные параметры также характеризовались достаточным влиянием на снижение рСКФ после операции.

Метод случайного леса, с помощью которого нами была разработана модель, представляет собой эффективный алгоритм машинного обучения, объединяющий преимущества ансамблевых методов и деревьев решений. У данного метода существуют свои преимущества и недостатки. К преимуществам относятся высокая способность к обобщению по сравнению с одиночными деревьями решений [18], отсутствие требований к нормализации входных данных, способность к уменьшению размера признакового пространства. К недостаткам метода случайный лес относятся склонность к переобучению в связи с наличием сложной разделяющей поверхности [19] и сложность интерпретации модели. Для интерпретации прогноза модели следует использовать дополнительные библиотеки, например, LIME [20].

Ограничения исследования

Информация о пациентах относилась хронологически к разным периодам, что могло вызывать историческое смещение.

ВЫВОДЫ

Разработана математическая модель для прогнозирования снижения рСКФ через 12 мес. после ПТЭ у пациентов с ПГПТ, общая точность которой составила 88%, 95% ДИ(79%; 93%). Модель программно реализована в виде калькулятора, который может использоваться в рутинной клинической практике.

Источники финансирования. Статья опубликована в рамках выполнения государственного задания «Оптимизация Российского электронного реестра пациентов с первичным гиперпаратиреозом» НИОКТР 121030100032-7 при финансовой поддержке Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.

Участие авторов. Елфимова А.Р. — получение и анализ данных, интерпретация результатов, создание иллюстративного материала, написание статьи; Еремкина А.К. — разработка концепции и дизайна исследования, интерпретация результатов, редактирование текста статьи; Реброва О.Ю. — разработка концепции и дизайна исследования, интерпретация результатов, редактирование текста статьи; Ковалева Е.В. — интерпретация результатов, редактирование текста статьи; Мокрышева Н.Г. — разработка концепции и дизайна исследования, получение данных, внесение в рукопись существенных правок. Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.

Благодарности. Мартынова П.В., Скворцов К.С. — техническая реализация продукта.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Заполнение пропусков в данных

Количество пропусков в данных в общей выборке 140 пациентов:

- Общий кальций – 5 (4%),
- Мочевина – 8 (6%),
- Кальций ионизированный – 10 (7%),
- Фосфор – 10 (7%),
- Длительность рСКФ < 60мл/мин/1,73 м² – 13 (9%),
- ЩФ – 14 (10%),
- Общий ХС – 14 (10%),
- ТГ – 24 (17%),
- ЛПНП – 33 (23%),
- ОК – 40 (29%),
- СТХ – 41 (29%),
- ЛПВП – 49 (35%),
- Мочевая кислота – 50 (36%),
- Транзиторный гипопаратиреоз – 66 (47%),
- 25(ОН)D – 76 (54%).

Пропуски в количественных признаках с долей пропусков не более 10% (кальций общий, кальций ионизированный, фосфор, мочевина, ЩФ и общий ХС) заполнялись медианами по общей выборке:

- Me (кальция общего) = 2,91 ммоль/л,
- Me (мочевины) = 5,6 ммоль/л,
- Me (кальция ионизированного) = 1,38 ммоль/л,
- Me (фосфора) = 0,84 ммоль/л,
- Me (Длительность рСКФ <60мл/мин/1,73 м²) = 0 мес.,
- Me (ЩФ) = 219,9 Ед/л,
- Me (общего ХС) = 5,6 ммоль/л.

Признаки с долей пропусков более 10% были исключены из анализа в связи с невозможностью их заполнения.

Характеристика выборки после подготовки данных представлена в таблице 3.

Таблица 3 — Характеристика выборки после подготовки данных (n = 140)

Показатель	Me [Q ₁ ; Q ₃] или n (%)	
Пол	Мужской	16 (11%)
	Женский	124 (89%)
Возраст, годы	56,5 [48,0; 62,5]	
ИМТ, кг/м ²	26,9 [23,1; 29,1]	
ХБП	99 (71%)	
Нефролитиаз	84 (60%)	

Таблица 3 — Характеристика выборки после подготовки данных (n = 140) (продолжение)

Показатель	Me [Q ₁ ; Q ₃] или n (%)
Нефролитиаз (длительность)	1 [0; 10]
рСКФ, мл/мин/1,73 м ²	81,4 [62,6; 96,1]
Длительность СКФ<60, мес	0 [0; 0]
Мочевина, ммоль/л	5,6 [4,4; 7,0]
СД	11 (8%)
ХС, ммоль/л	5,6 [4,7; 6,1]
САД	125 [120; 150]
ДАД	80 [80; 90]
иАПФ	19 (14%)
БРА	20 (14%)
Инфаркт	1 (1%)
Инсульт	1 (1%)
Аритмия	12 (9%)
SD (Т-кр.) < -2,5 / SD (Z-кр.) < -2,0	104 (74%)
Клапанные повреждения	4 (3%)
ХСН	12 (9%)
<i>Не модифицированные лабораторные показатели фосфорно-кальциевого обмена</i>	
ПТГ, пг/мл	228,4 [131,6; 609,9]
Кальций общий, ммоль/л	2,9 [2,7; 3,2]
Кальций ионизированный, ммоль/л	1,4 [1,3; 1,5]
Фосфор, ммоль/л	0,8 [0,7; 0,9]
<i>Потенциально модифицированные лабораторные показатели фосфорно-кальциевого обмена</i>	
ЩФ, Ед/л	219,9 [107,5; 331,5]
<i>Предоперационная терапия</i>	
Колекальциферол*	21 (15%)
Бисфосфонаты*	8 (6%)
Деносумаб*	12 (7%)
Цинакальцет*	19 (14%)
<i>Гистология</i>	
Аденома	115 (82%)
АА	4 (3%)
Карцинома	5 (3%)
Гиперплазия	17 (12%)
<i>Послеоперационный период</i>	
Послеоперационная гипокальциемия	78 (56%)
Альфакальцидол, мкг/сут*	1,0 [0,0; 1,5]
Препараты кальция, мг/сут*	500 [0; 1500]
Колекальциферол, МЕ/нед*	2500 [0; 14000]

Примечание: * – прием лекарственных препаратов как в составе комбинированной терапии, так и в виде монотерапии. Сокращения: ПТГ – паратиреоидный гормон, иАПФ – ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента, БРА – блокаторы рецепторов ангиотензина-II, ЩФ – щелочная фосфатаза, МПК – минеральная плотность кости, Т-кр. – Т-критерий, Z-кр. – Z-критерий, ХС – холестерин, САД – систолическое артериальное давление, ДАД – диастолическое артериальное давление, СД – сахарный диабет, ХБП – хроническая болезнь почек, ХСН – хроническая сердечная недостаточность, АА – атипичная аденома, ПТЭ – паратиреоидэктомия.

Заполнение пропусков не внесло смещения в результаты: выборки до и после заполнения пропусков статистически не различались по изучаемым показателям.

Предварительно для анализируемых переменных был проведен корреляционный анализ. Сильные статистически значимые корреляции были выявлены между общим и ионизированным кальцием ($p < 0,001$, $r = 0,78$, метод ранговой

корреляции Спирмена), САД и ДАД ($p < 0,001$, $r = 0,80$, метод ранговой корреляции Спирмена). В связи с чем в дальнейший многомерный анализ были включены: ионизированный кальций, так как именно ионизированная форма кальция определяет его физиологические эффекты; ДАД, так как именно по ДАД, а не по САД, группы имели тенденцию к статистически значимым различиям.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Мокрышева Н.Г. Околощитовидные железы. – Медицинское информационное агентство, 2019. [Mokrysheva N.G. Okoloshchitovidnye zhelezy. Meditsinskoe informatsionnoe agentstvo, 2019 (In Russ.)]
2. Рубрикатор клинических рекомендаций. Первичный гиперпаратиреоз. Доступно по: http://cr.rosminzdrav.ru/schema/88_4. [Rubrikator klinicheskikh rekomendacij. Pervichnyj giperparatireoz. Available from: http://cr.rosminzdrav.ru/schema/88_4. (In Russ.)]
3. Мокрышева Н.Г., Рожинская Л.Я., Перетоккина Е.В., и др. Анализ основных эпидемиологических характеристик первичного гиперпаратиреоза в России (по данным регистра) // Проблемы эндокринологии. – 2012. – Т.58. – №5. – С.16-20. [Mokrysheva NG, Rozhinskaia LI, Peretokina EV, et al. The results of analysis of the major epidemiological characteristics of primary hyperparathyroidism in Russia based on the registry data. Problems of Endocrinology. 2012; 58(5): 16-20. (In Russ.)] doi: 10.14341/probl201258516-20.
4. Walker MD, Nickolas T, Kepley A, et al. Predictors of renal function in primary hyperparathyroidism. J Clin Endocrinol Metab. 2014; 99(5): 1885-92. doi: 10.1210/jc.2013-4192.
5. KDIGO 2020 Clinical Practice Guideline for Diabetes Management in Chronic Kidney Disease. Kidney int. 2020; 98(4S): S1-115. doi: 10.1016/j.kint.2020.06.019.
6. Levey AS, de Jong PE, Coresh J, et al. The definition, classification, and prognosis of chronic kidney disease: a KDIGO Controversies Conference report. Kidney int. 2011; 80(1): 17-28. doi: 10.1038/ki.2010.483.
7. GBD CKD. Global, regional, and national burden of chronic kidney disease, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. Lancet. 2020; 395(10225): 709-733. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30045-3.
8. Рубрикатор клинических рекомендаций. Остеопороз. Доступно по: https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/87_4. [Rubrikator klinicheskikh rekomendacij. Osteoporoz. Available from: https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/87_4. (In Russ.)]
9. Nelson HD, Haney EM, Chou R, et al. Screening for Osteoporosis: Systematic Review to Update the 2002 US Preventive Services Task Force Recommendation. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US); 2010 Jul. Report No.: 10-05145-EF-1.
10. Bonnick S. Bone Densitometry in Clinical Practice. Humana Press; 2004.
11. WHO Scientific Group Technical Report. Assessment of osteoporosis at the primary health-care level. Technical Report. 2007. Available from: https://frax.shef.ac.uk/FRAX/pdfs/WHO_Technical_Report.pdf.
12. Рубрикатор клинических рекомендаций. Хроническая болезнь почек (ХБП). Доступно по: https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/469_2. [Rubrikator klinicheskikh rekomendacij. Hronicheskaya bolezn' pochek (HBP). Available from: https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/469_2. (In Russ.)]
13. Molnar C. Interpretable Machine Learning. A Guide for Making Black Box Models Explainable. 2023.
14. Seibel MJ. Biochemical markers of bone turnover: part I: biochemistry and variability. Clin Biochem Rev. 2005; 26(4): 97-122.
15. Walker MD, Dempster DW, McMahon DJ, et al. Effect of renal function on skeletal health in primary hyperparathyroidism. J Clin Endocrinol Metab. 2012; 97(5): 1501-7. doi: 10.1210/jc.2011-3072.
16. Tassone F, Guarnieri A, Castellano E, et al. Parathyroidectomy Halts the Deterioration of Renal Function in Primary Hyperparathyroidism. J Clin Endocrinol Metab. 2015; 100(8): 3069-73. doi: 10.1210/jc.2015-2132.
17. Nair CG, Babu M, Jacob P, et al. Renal dysfunction in primary hyperparathyroidism; effect of Parathyroidectomy: A retrospective Cohort Study. Int J Surg. 2016; 36(Pt A): 383-7. doi: 10.1016/j.ijso.2016.11.009.
18. Daumé H. A Course in Machine Learning. Self-published; 2015.
19. Fallah F. Hierarchical Quadratic Random Forest Classifier. 2023. arXiv:2306.01893.
20. Marco TR, Sameer S, Carlos G. Why Should I Trust You? Explaining the Predictions of Any Classifier. 2016. arXiv:1602.04938.

ШЕСТЕРНИКОВА О.П.,

ФИЦ ИУ РАН, г. Москва, Россия,
e-mail: oshesternikova@gmail.com

ФАБРИКАНТОВА Е.Ф.,

к.т.н., ФИЦ ИУ РАН, г. Москва, Россия,
e-mail: el.fabrikantova@ya.ru

ГОЛИМБЕТ В.Е.,

д.б.н., ФГБНУ «Научный центр психического здоровья», г. Москва, Россия, e-mail: golimbet@mail.ru

ЛЕЖЕЙКО Т.В.,

к.б.н., ФГБНУ «Научный центр психического здоровья», г. Москва, Россия, e-mail: lezheiko@list.ru

РОМАНОВ Д.В.,

д.м.н., ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет)»,
ФГБНУ «Научный центр психического здоровья», г. Москва, Россия, e-mail: newt777@mail.ru

ЭМПИРИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО И ВОЛЕВОГО ДЕФИЦИТА ПРИ ШИЗОФРЕНИИ С ПРЕОБЛАДАНИЕМ НЕГАТИВНЫХ РАССТРОЙСТВ, ПОЛУЧЕННАЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА СВЯЗИ КЛИНИЧЕСКИХ И ГЕНЕТИЧЕСКИХ ДАННЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДСМ-МЕТОДА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПОДДЕРЖКИ ИССЛЕДОВАНИЙ

DOI: 10.25881/18110193_2024_2_82

Аннотация. Настоящее исследование направлено на проверку предположения экспертов о различии генетических механизмов формирования эмоционального и волевого дефицитов при шизофрении, протекающей с преобладанием негативных расстройств. Целью исследования является создание эмпирической теории этих двух явлений с помощью методики, основанной на ДСМ-методе автоматизированной поддержки исследований (ДСМ-метод АПИ). В качестве эмпирических данных используются полиморфизмы четырёх ассоциированных с шизофренией генов (BDNF, 5HTR2A, HTTLPR, ZNF804A) и клинические данные, представленные шкалой PANSS.

Применение в процессе исследования обобщенного ДСМ-метода АПИ, порождающего тернарные отношения “причина-блокатор-эффект”, позволяет более детально рассматривать взаимодействие конкретных вариантов генов для эмоционального и волевого дефицитов при негативной шизофрении. Результатом исследования является подтверждение гипотезы экспертов о различии механизмов этих клинических проявлений. Этот вывод был сделан на основе сравнения фрагментов знаний, полученных для рассматриваемых явлений.

Использованная методика может быть экстраполирована на большее количество генов. Авторы также предполагают, что применение обобщенного ДСМ-метода АПИ представляет собой перспективный подход к изучению взаимодействия генов при шизофрении.

Ключевые слова: шизофрения, дефицит эмоциональной экспрессии, волевой дефицит, генетические полиморфизмы, шкала PANSS, ДСМ-метод автоматизированной поддержки исследований.

Для цитирования: Шестерникова О.П., Фабрикантова Е.Ф., Голимбет В.Е., Лежейко Т.В., Романов Д.В. Эмпирическая теория формирования эмоционального и волевого дефицита при шизофрении с преобладанием негативных расстройств, полученная на основе анализа связи клинических и генетических данных с применением ДСМ-метода автоматизированной поддержки исследований. *Врач и информационные технологии*. 2024; 2: 82-90. doi: 10.25881/18110193_2024_2_82.

SHESTERNIKOVA O.P.,

Federal Research Center "Computer Science and Control" of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, e-mail: oshesternikova@gmail.com

FABRIKANTOVA E.F.,

PhD, Federal Research Center "Computer Science and Control" of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, e-mail: el.fabrikantova@ya.ru

GOLIMBET V.YE.,

DSc, Mental Health Research Center, Moscow, Russia, e-mail: golimbet@mail.ru

LEZHEIKO T.V.,

PhD, Mental Health Research Center, Moscow, Russia, e-mail: lezheiko@list.ru

ROMANOV D.V.,

DSc, M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University) and Mental Health Research Center, Moscow, Russia, e-mail: newt777@mail.ru

AN EMPIRICAL THEORY OF THE FORMATION OF EMOTIONAL AND VOLITIONAL DEFICITS IN SCHIZOPHRENIA WITH A PREDOMINANCE OF NEGATIVE DISORDERS, DEVELOPED AS A RESULT OF ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN CLINICAL AND GENETIC DATA WITH THE JSM METHOD FOR AUTOMATED RESEARCH SUPPORT

DOI: 10.25881/18110193_2024_2_82

Abstract. *The study attempted to test experts' assumptions about the difference in the genetic mechanisms of the formation of emotional and volitional deficits in schizophrenia with predominance of negative disorders. The aim of the study is to create empirical theory of these two phenomena using an approach based on JSM-method for automated research support (JSM-method ARS). Polymorphisms of four genes associated with schizophrenia (BDNF, 5HTR2A, HTTLPR, ZNF804A) and clinical data presented as PANSS score were used as empirical data.*

The use of generalized JSM-method ARS, which generates ternary relationships "cause-blocker-effect", allows us considering in detail the interaction of specific gene variants for emotional and volitional deficits in negative schizophrenia.

The result of the study is confirmation of the experts' hypothesis about the difference in the mechanisms of these clinical manifestations. This conclusion was based on a comparison of knowledge fragments for two phenomena.

The utilized approach can be extrapolated to a larger number of genes. We suggest that the use of the generalized JSM-method ARS is a promising approach to studying gene interactions in schizophrenia.

Keywords: *schizophrenia, diminished emotional expression, avolition, genes polymorphisms, scale PANSS, JSM-method of automated research support.*

For citation: *Shesternikova O.P., Fabrikantova E.F., Golimbet V.Ye., Lezheiko T.V., Romanov D.V. An empirical theory of the formation of emotional and volitional deficits in schizophrenia with a predominance of negative disorders, developed as a result of analysis of the relationship between clinical and genetic data with the JSM method for automated research support. Medical doctor and information technology. 2024; 2: 82-90. doi: 10.25881/18110193_2024_2_82.*

ВВЕДЕНИЕ

Шизофрения, согласно современной трактовке, является заболеванием, характеризующимся широкой вариабельностью клинических проявлений: она реализуется нарушениями в мышлении, восприятии, самосознании, когнитивных способностях, воле, эмоциях, настроении и поведении. Перечисленные симптомы принято объединять в отдельные группы – дименсии. В настоящей работе мы сфокусировались на негативных дименсиях (волевой и эмоциональный дефицит), которые включают волевые (в крайнем выражении – абулия (*avolition*)) и эмоциональные (сниженная эмоциональная экспрессия (*blunted affect or diminished emotional expression*)) ряды.

С точки зрения причин (этиологии) на современном этапе шизофрению рассматривают как мультифакторное заболевание, в основе которого лежат нарушения процесса индивидуального развития мозга. Эти нарушения обусловлены множеством генетических и средовых факторов. В качестве генетических предпосылок в настоящее время установлено 287 ассоциированных с шизофренией локусов в генах, отвечающих за синтез дофамина, регуляцию кальциевых каналов, иммунитет, структуру и функцию глутаматных рецепторов [1]. Единственного гена шизофрении не существует [2], речь идёт о генетических связях, взаимодействие которых на уровне формирующейся патологической системы приводит к возникновению генетической предрасположенности, воздействуя на которую, внешние факторы (триггеры) запускают болезнь. При этом проблема ген-ген интеракции (взаимовлияния отдельных генов в такой системе) изучена недостаточно. Это касается не только шизофрении в целом, но и отдельных дименсий заболевания, в т. ч. волевого и эмоционального дефицита.

Таким образом, поиск генов, ассоциированных с формированием отдельных дименсий шизофрении, поиск связей таких генов, опровержение или подтверждение гипотезы о различии генетических механизмов становления отдельных дименсий болезни – актуальная исследовательская задача. Её решение позволяет, во-первых, проводить дифференцированное лечение. Однако создание теории открывает большие возможности: ранняя диагностика, генная терапия, создание концепции шизофрении.

Для проведения этого исследования была разработана методика, основанная на ДСМ-методе автоматизированной поддержки исследований (ДСМ-метод АПИ). ДСМ-метод АПИ не просто создает правила классификации, а позволяет находить причинно-следственные отношения, которые могут быть положены в основу эмпирической теории (примеры задач из психиатрии приведены в [3]). Метод включает широкий набор логических и алгоритмических средств для обнаружения знаний в данных. Он относится к направлению *knowledge discovery* [4] и является логико-комбинаторным методом (нестатистическим) интеллектуального анализа данных (ИАД).

ДСМ-метод АПИ содержит различные методы, специфицирующие тип причинности. Исходя из представлений экспертов о механизмах взаимодействия генов и их влияния на возникновение шизофрении, был выбран тернарный метод.

Поскольку клинические данные, представленные в шкале PANSS, не содержат симптомы снижения воли и дефицита эмоций в явном виде, то для оценки этих симптомов был применен специальный подход с использованием композитных индексов из симптомов шкалы PANSS.

Соответственно, целью исследования было создание эмпирической теории формирования эмоционального и волевого дефицита при шизофрении, протекающей с преобладанием негативных расстройств. Данная теория получена на основе анализа связи клинических и генетических данных с помощью специально разработанной методики с применением ДСМ-метода.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

I. ДСМ-метод и интеллектуальная ДСМ-система

ДСМ-метод АПИ относится к методам символического искусственного интеллекта, в его основе лежат познавательные, правдоподобные рассуждения (индукция, аналогия, абдукция). Этот метод как метод поддержки исследований имитирует универсальное исследовательское рассуждение человека и усиление этого рассуждения за счет реализации большого перебора вариантов на компьютере (чего не может сделать человек). ДСМ-метод АПИ реализует концепцию «прозрачного» ящика: в результате порождаются знания из данных, которые являются основой для создания содержательной эмпирической

теории. В исследовании принимают участие: эксперт-исследователь, инженер по знаниям и партнерская человеко-машинная интеллектуальная система, реализующая ДСМ-метод АПИ (ИС-ДСМ).

ДСМ-метод АПИ имеет несколько условий применения: 1) наличие в данных в неявном виде зависимостей причинно-следственного типа, представляемые высказыванием «фрагмент (часть объекта) есть причина наличия (или отсутствия) рассматриваемого эффекта»; 2) возможность выделения в рассматриваемых объектах (примерах) исходного массива таких фрагментов; 3) разделение данных на две группы: группу с наличием исследуемого эффекта (положительные примеры) и группу с отсутствием исследуемого эффекта (отрицательные примеры). Причины ищутся отдельно для каждой из групп. Изучаемый эффект может иметь не одну причину (механизм), а несколько (множественность причин). Для выделения фрагмента используется операция сходства.

Типам причинности соответствуют разные генераторы гипотез о причинах, представленные различными предикатами [5, 6]. В настоящем исследовании использовался тернарный предикат в обобщенном методе [6].

Базовым компонентом ДСМ-метода АПИ является ДСМ-рассуждение, представляющее собой синтез познавательных процедур: индукции (порождаются гипотезы о причинах), аналогии (порождаются гипотезы о предсказаниях) и абдукции (происходит принятие полученных гипотез посредством объяснимости исходного массива).

На этапе индукции обобщенный метод порождает причинно-следственные отношения в виде троек «причина – множество тормозов (блокаторов) причины – эффект». Причина и тормоз являются фрагментами, общими для нескольких исходных примеров, которые называются «родителями гипотезы» (количество родителей, обозначается k).

Гипотезы, полученные обобщенным методом, можно интерпретировать как механизмы, которые «работают» при отсутствии некоторых условий, в определенном контексте.

На этапе аналогии порождаются гипотезы о предсказаниях: каждый пример из заранее заданного массива примеров для предсказания система относит либо к одной группе из групп положительных или отрицательных примеров,

либо сразу к обеим группам (фактическое противоречие), либо не может сделать предсказания (отказ от предсказания, неопределенность).

На этапе абдукции рассчитывается показатель объяснимости – доля исходного массива данных, объясняемая порождаемыми гипотезами. Хорошим для принятия порожденных гипотез считается значение выше 80%.

В проведенном исследовании рассматривались только гипотезы с минимальными причинами, т. е. такими фрагментами, которые не встречаются в других гипотезах о причине этой же группы.

ДСМ-эвристика автоматизируется посредством ИС-ДСМ, которая является компьютерной системой с определенной архитектурой: информационная среда (база фактов и база знаний, включающая порожденные гипотезы) + решатель задач + пользовательский интерфейс [5].

II. Разработанная методика и её применение

Исследователями выдвинута научная гипотеза: 1) волевой и эмоциональный дефицит связаны с генами; 2) механизмы генетической предрасположенности этих двух дименсий различны. Из базы данных (БД) больных шизофренией, создаваемой в лаборатории клинической генетики ФГБНУ Научного центра психического здоровья (НЦПЗ) (зав. лаб. – проф. В.Е. Голимбет), выбраны записи о больных шизофренией, не имеющие пропусков в данных (539 записей). Группа контроля была сформирована из записей о здоровых добровольцах, не больных шизофренией: 126 записей, также не имеющих пропусков в данных. Набор пациентов и группы контроля осуществлялся с 2018 г. по 2020 г. в рамках серии совместных проектов, проводимых сотрудниками клинических отделов и лаборатории генетики НЦПЗ. Группа больных шизофренией на момент обследования статистически значимо не отличалась от группы контроля по базовым биологическим параметрам – среднему возрасту ($33,6 \pm 12,4$ против $31,4 \pm 12,4$ лет, $p = 0,072$) и гендерному соотношению (в обеих группах преобладали женщины – 63,1% против 65,9%, соответственно, $p = 0,557$).

Каждая запись содержит данные о полиморфизмах генов, ассоциированных с шизофренией: *BDNF* (ген, кодирующий мозговой нейротрофический фактор; полиморфизм Val66Met),

5HTR2A (ген серотонинового рецептора 2а, полиморфизм rs6313 или T102C или 102C>T), *HTTLPR* (ген переносчик серотонина, полиморфизм HTTLPR-L/S), *ZNF804A* (ген цинк-пальцевого белка полиморфизм rs1344706). В записи каждый ген представлен двухбуквенным сочетанием, соответствующим двум аллелям.

В каждую запись о пациенте вошли клинические данные, представляющие собой формализованные описания симптоматики шизофрении согласно методике PANSS. Она включает подшкалы позитивных симптомов (пункты P1-P7), негативных симптомов (N1-N7), симптомов общего психопатологического синдрома шизофрении (G1-G16). В записях о здоровых людях этой информации нет.

Записи о больных шизофренией с преобладанием негативного расстройства были выделены согласно методике шкалы PANSS (275 записей).

Шкала PANSS не содержит рассматриваемые симптомы снижения воли и дефицита эмоций в явном виде, необходимом для решения задач настоящего исследования: деление пациентов на соответствующие группы было выполнено с помощью композитного индекса по разработанной методике, основанной на результатах факторного анализа [7]. По этой методике сначала были посчитаны суммы двух комбинаций симптомов из шкалы PANSS:

- для эмоционального снижения $E_{сум} = N1+N3+N6+G5+G7+G13$,
- для волевого снижения $A_{сум} = N2+N4+G16$.

Итоговый композитный индекс был рассчитан, исходя из разницы средних значений для сумм баллов по субдоменам $E_{сум} / 6 - A_{сум} / 3$. В группу с преобладанием эмоционального снижения вошли пациенты с положительным значением итогового композитного индекса, в группу с преобладанием волевого снижения – с отрицательным значением.

В итоговую БД вошли 64 записи о пациентах по типу эмоционального дефицита, 172 записи о пациентах по типу волевого снижения и 126 примеров о здоровых людях. Для этапа предсказания из каждой группы были выделены по 2 примера, которые использовались для предсказания (всего 6 примеров).

Проведенное исследование состояло из нескольких экспериментов, выполненных с помощью ИС-ДСМ, и метатеоретического исследования:

1. Эксперимент 1: сравнение группы с эмоциональным снижением (62 примера, положительные примеры исследуемого эффекта) с нормой (124 примера, отрицательные примеры исследуемого эффекта), 4 примера использовались для предсказания;
2. Эксперимент 2: сравнение группы с волевым снижением (170 примеров) с нормой (124 примера), для предсказания – 4 примера;
3. Эксперимент 3: сравнение группы с эмоциональным снижением (62 примера) с группой, которая объединяет норму и волевое снижение (294 примера), для предсказания – 6 примеров;
4. Эксперимент 4: сравнение группы с волевым снижением (170 примеров) с группой, которая объединяет норму и эмоциональное снижение (186 примеров), для предсказания – 6 примеров;
5. Метатеоретическое исследование, в которое входит сравнение полученных гипотез (фрагментов знаний) о волевом и эмоциональном снижении из пп. 1–4.

Каждый эксперимент (пп. 1–4) состоит из ДСМ-рассуждения с применением обобщенного (тернарного) метода. Общая схема проведения исследования и интерпретация результатов метатеоретического исследования приведена на Рисунке 1.

Представление гена в виде неупорядоченной пары аллелей можно свести к множеству с повторяющимися элементами, операцию сходства для каждого гена – к пересечению таких множеств, а операцию сходства на примерах – к применению сходства последовательно к каждому признаку-гену.

Пример сходства двух описаний (описания приведены в Таблице 1) генетической информации о людях представлен в Таблице 2.

Это сходство в текстовом виде можно описать так: «вариант С в гене *5HTR2A* в сочетании с вариантом LL в гене *HTTLPR* и в сочетании с вариантом AC в гене *ZNF804*». В описаниях (Таблица 1) нет общих вариантов для гена *BDNF*, поэтому в общем фрагменте этот ген отсутствует, что соответствует незаполненной клетке в таблице. Для гена *5HTR2A* в общий фрагмент вошёл один вариант, а для генов *HTTLPR* и *ZNF804* – оба варианта, так как они одинаковы в приведенных примерах.

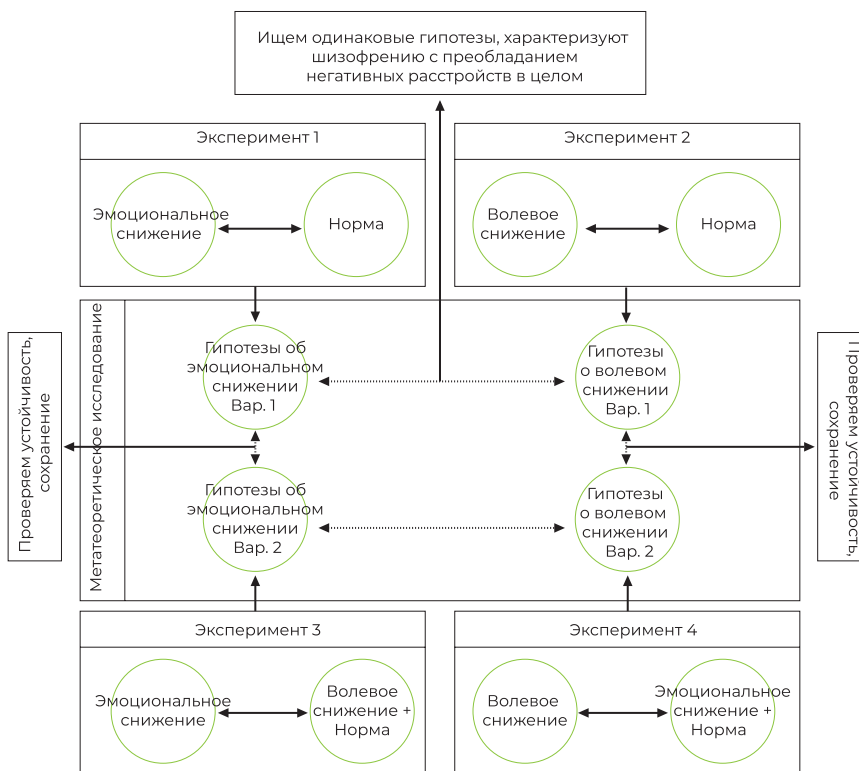


Рисунок 1 — Схема проведенного исследования и интерпретация результатов.

Таблица 1 — Пример записей с генетической информацией о людях

# п/п	<i>BDNF</i>	<i>5HTR2A</i>	<i>HTTLPR</i>	<i>ZNF804</i>
1	AA	TC	LL	AC
2	GG	CC	LL	AC

Таблица 2 — Результат сходства (общий фрагмент)

# п/п	<i>BDNF</i>	<i>5HTR2A</i>	<i>HTTLPR</i>	<i>ZNF804</i>
1 и 2		C	LL	AC

Таблица 3 — Примеры записей с генетической информацией о людях

# п/п	<i>BDNF</i>	<i>5HTR2A</i>	<i>HTTLPR</i>	<i>ZNF804</i>
1	AA	TT	SS	CC
2	GG	CC	LL	AA

Во втором примере для двух описаний генетической информации о людях (Таблица 3) сходство отсутствует, поэтому результатом будет отсутствие гипотезы.

Метаэтеоретическое исследование представляет собой работу с гипотезами: выбор минимальных гипотез, сравнение гипотез, полученных в разных экспериментах.

Предполагаемая интерпретация сравнения приведена на Рисунке 1.

Для проведения исследования использовались разработанные универсальные программные средства ИС-ДСМ.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В эксперименте 1 были получены 9 гипотез о снижении эмоций. Объясняемость составила 89%. Все заданные на предсказание примеры были предсказаны как фактические противоречия. В эксперименте 2 получены 9 гипотез о снижении воли. Объясняемость – 80%. Предсказания: 2 фактических противоречия, 1 неверное предсказание примера с волевым снижением и 1 верное предсказание примера с нормой. В эксперименте 3 получены 5 гипотез о снижении эмоций. Объясняемость – 24%. Предсказания: 4 фактических противоречия, 1 неверное предсказание примера с эмоциональным снижением и 1 верное предсказание примера с нормой. В эксперименте 4 получены 7 гипотез о снижении воли. Объясняемость – 58%. Предсказания: 4 фактических противоречия, 1 неверное предсказание примера с волевым снижением и 1 верное предсказание примера с нормой.

Все полученные гипотезы были предоставлены экспертам в табличном и текстовом виде. Примеры приведены в Таблице 4 и Таблице 5.

В метатеоретическом исследовании для экспериментов 1 и 2 были найдены 5 общих гипотез. Для эмоционального снижения – 4 уникальных гипотезы, для волевого снижения – 4. Для экспериментов 1 и 3 нет одинаковых гипотез. Для

экспериментов 2 и 4 найдены 4 одинаковые гипотезы. Две из них, имеющие наибольшие показатели *k* (количество родителей), приведены ниже (символом * помечены идентификаторы тормозов).

Текстовые расшифровки:

- для Таблицы 4. Вариант LL в гене *HTTLPR* (строка 2935, причина) приводит к снижению волевых характеристик в отсутствие сочетания варианта GG в гене *BDNF* с вариантом TT в гене *5HTR2A* с вариантом AA в гене *ZNF804* (строка *84, тормоз) или сочетания варианта GA в гене *BDNF* с вариантом CC в гене *ZNF804* (строка *231, тормоз); что верно для 66 примеров из исходного массива (38,82%)
- для Таблицы 5. Сочетание варианта TT в гене *5HTR2A* с вариантом L в гене *HTTLPR* (строка 4497, причина) приводит к снижению волевых характеристик в отсутствии сочетания варианта GA в гене *BDNF* с вариантом S в гене *HTTLPR* с вариантом AA в гене *ZNF804* (строка *157, тормоз); что верно для 19 примеров из исходного массива (11,18%).

Особенности метатеоретического анализа показаны на Рисунке 2.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТОВ И СОЗДАННАЯ ЭМПИРИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ

Гипотезы, приведенные в Таблицах 4 и 5, представляют собой пример порожденных знаний для двух рассматриваемых явлений. Сравнение этих фрагментов знаний между собой лежит в основе метатеоретического исследования.

Таблица 4 — Пример 1 гипотезы о снижении воли при шизофрении с преобладанием негативных расстройств

#	<i>BDNF</i>	<i>5HTR2A</i>	<i>HTTLPR</i>	<i>ZNF804</i>	<i>k</i>	<i>k</i> (%)
2935			LL		66	38,82%
*84	GG	TT		AA	4	3,23%
*231	GA			CC	8	6,45%

Таблица 5 — Пример 2 гипотезы о снижении воли при шизофрении с преобладанием негативных расстройств

#	<i>BDNF</i>	<i>5HTR2A</i>	<i>HTTLPR</i>	<i>ZNF804</i>	<i>k</i>	<i>k</i> (%)
4497		TT	L		19	11,18%
*157	GA		S	AA	2	1,61%

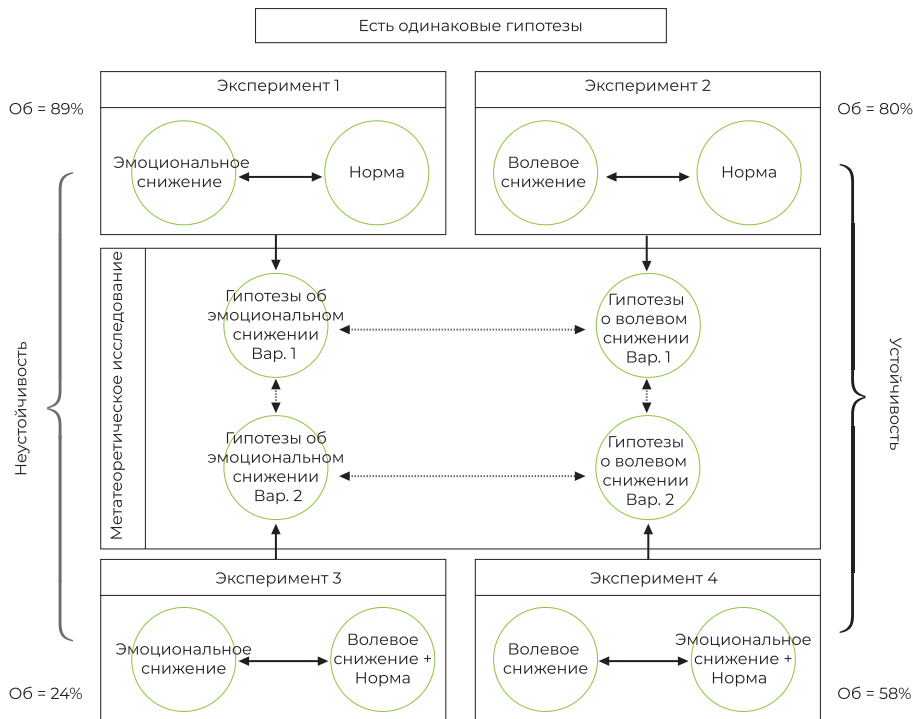


Рисунок 2 — Особенности метатеоретического анализа.

Наличие гипотез в созданной эмпирической теории свидетельствует о том, что существует связь между представленными в данных генами и рассматриваемыми негативными дименсиями. Обнаружение несовпадающих гипотез для эксперимента 1 (эмоциональное снижение VS норма) и эксперимента 2 (волевое снижение VS норма) позволяет предположить, что генетические механизмы рассматриваемых дименсий различны.

Расширение отрицательных примеров: добавление к норме примеров с волевым снижением (эксперимент 3) и добавление к норме примеров с эмоциональным снижением (эксперимент 4), привело к сокращению количества гипотез, как и ожидалось. Остались 5 гипотез о волевом снижении, которые представляются более достоверными. При этом гипотез об эмоциональном снижении не обнаружено. Это может быть объяснено тем, что механизмы эмоционального снижения или могут быть плохо представимы как отношение «причина – тормоз причины – эффект» (неподходящая модель взаимодействия генов), или связаны с другими генами, или в большей степени объясняются другими факторами (например, средовыми). Отметим, что на результат

могла повлиять большая разница в количестве положительных и отрицательных примеров в случае экспериментов с эмоциональным снижением. Низкое значение показателя объяснимости в экспериментах 3 и 4 и количества корректных предсказаний свидетельствуют о необходимости расширения генетической информации (пополнение базы фактов новыми примерами и изменение языка представления данных).

Отметим, что обычно созданием эмпирической (открытой) теории процесс получения нового знания о феномене не завершается, а полученные результаты показывают направление новых исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ДСМ-метод АПИ позволяет обнаруживать в данных причинно-следственные зависимости, которые могут стать основой эмпирической теории явления.

Решение задачи об установлении зависимости между эмоциональным и волевым дефицитом при шизофрении с преобладанием негативных расстройств от четырех генетических полиморфизмов (*BDNF* полиморфизм Val66Met, *5HTR2A*

полиморфизм rs6313, ген переносчика серотонина полиморфизм HTTLPR-L/S, ZNF804A полиморфизм rs1344706) с применением обобщенного ДСМ-метода АПИ, обнаруживающего эмпирические зависимости, которые можно интерпретировать как взаимодействие генов, является новым.

На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

1. Применение ДСМ-метода АПИ потребовало преобразования клинических данных, представленных балльной шкалой PANSS, в категориальный тип данных, соответствующий двум рассматриваемым измерениям: эмоциональному и волевому дефицитам при шизофрении с преобладанием негативных расстройств.
2. Созданная на основе четырех генов теория позволяет предположить, что генетические механизмы эмоционального и волевого дефицитов шизофрении с преобладанием негативных расстройств различны.
3. Для уточнения результатов необходимо расширение языка представления данных – добавление используемых при исследовании генов. Используемая методика может быть экстраполирована на большее количество генов.
4. Кроме того, для уточнения созданной эмпирической теории необходимо проведение

ДСМ-исследования, т.е. проверки устойчивости гипотез в последовательности расширяющихся баз фактов – обнаружение эмпирических закономерностей [4].

5. Использование обобщенного метода, представляющего тернарное отношение «причина – множество блокаторов – эффект», является адекватным поставленной задаче.
6. На основании полученных результатов можно сказать, что применение обобщенного ДСМ-метода АПИ представляется перспективным подходом для исследования феномена эпистаза (термин, используемый для общего обозначения взаимодействия между различными генами), который в последние годы стал ключевым элементом в молекулярно-генетических исследованиях психических расстройств ([8]).

Источники финансирования. Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-29-03063, проект № 19-07-01119).

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Благодарности. Авторы выражают благодарность В.К. Финну и С.М. Гусаковой за советы в подготовке работы.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- 1 Trubetskoy V, Pardiñas AF, Qi T, Panagiotaropoulou G, Awasthi S, Bigdeli TB, et al. Mapping genomic loci implicates genes and synaptic biology in schizophrenia. *Nature*. 2022; 604(7906): 502-508. doi: 10.1038/s41586-022-04434-5.
- 2 The International Schizophrenia Consortium. Common polygenic variation contributes to risk of schizophrenia and bipolar disorder. *Nature*. 2009; 460(7256): 748-752. doi: 10.1038/nature08185.
- 3 Фабрикантова Е.Ф., Романов Д.В. Применение ДСМ-метода автоматизированной поддержки исследований в области психиатрии // Научно-техническая информация. Серия 2. – 2021. – №4. – С.12-23. [Fabrikantova EF, Romanov DV. Primenenie DSM-metoda avtomatizirovannoj podderzhki issledovanij v oblasti psihiatrii. Nauchno-tehnicheskaya informaciya. Seriya 2. 2021; 4: 12-23. (In Russ.)]
- 4 Финн В.К. ДСМ-рассуждения и обнаружение знаний: амплиативные выводы, распознавание причинности и три вида полноты // Научно-техническая информация. Серия 2. – 2022. – №4. – С.4-36. [Finn VK. JSM reasoning and knowledge discovery: Ampliative reasoning, causality recognition, and three kinds of completeness. Nauchno-tehnicheskaya informaciya. Seriya 2. 2022; 4: 4-36. (In Russ.)]
- 5 Финн В.К. Искусственный интеллект: Методология, применения, философия. Изд.2-е, испр. и доп. – М.: ЛЕНАНД, 2021. – 468 с. [Finn VK. Iskustvennyj intellekt: Metodologiya, primeneniya, filosofiya. Izd.2-e, ispr. i dop. Moscow: LENAND; 2021. (In Russ.)]
- 6 Финн В.К., Шестерникова О.П. О новом варианте обобщенного ДСМ-метода // Искусственный интеллект и принятие решений. 2016. – №1. – С.57-64. [Finn VK, Shesternikova OP. A New Variant of the Generalized JSM-Method for Automatic Support of Scientific Research. Scientific and Technical Information Processing. 2016; 1: 57-64. (In Russ.)]
- 7 Fleischhacker W, Galderisi S, Laszlovszky I, et al. The efficacy of cariprazine in negative symptoms of schizophrenia: Post hoc analyses of PANSS individual items and PANSS-derived factors. *European Psychiatry*/ 2019; 58: 1-9. doi:10.1016/j.eurpsy.2019.01.015.
- 8 Gelernter J. Genetics of complex traits in psychiatry. *Biol Psychiatry*. 2015; 77(1): 36-42. doi: 10.1016/j.biopsych.2014.08.005.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

В журнал «Врач и информационные технологии» принимаются статьи и сообщения по наиболее значимым вопросам здравоохранения, информатизации и создания единого отраслевого информационного пространства. Принятые статьи публикуются бесплатно. Рукописи статей авторам не возвращаются.

1. Работы для опубликования в журнале должны быть представлены в соответствии с данными требованиями. Рукописи, оформленные не в соответствии с требованиями, к публикации не принимаются и не рассматриваются.
2. Статья должна сопровождаться:
 - направлением руководителя организации/учреждения в редакцию журнала. Письмо должно быть выполнено на официальном бланке учреждения, подписано руководителем учреждения и заверено печатью;
 - экспертным заключением организации/учреждения о возможности опубликования в открытой печати;
 - подписями всех авторов, заявленных в исследовании, и сведениями, включающими имя, отчество, фамилию, ученую степень и/или звание, и место работы;
 - сопроводительные документы должны быть в формате pdf или jpg.
3. Не допускается направление в редколлегию работ, напечатанных в других изданиях или уже отправленных в другие редакции. Объем оригинальных научных статей не должен превышать 15 страниц, с учетом вышеизложенных требований; обзорных статей — 25 страниц.
4. Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных и прочих сведений.
 - Автор несет ответственность за достоверность информации.
 - Автор, направляя рукопись в Редакцию, принимает личную ответственность за оригинальность исследования, поручает Редакции обнародовать произведение посредством его опубликования в печати.
 - Плагиатом считается умышленное присвоение авторства чужого произведения науки, мысли, искусства или изобретения. Плагиат может быть нарушением авторско-правового законодательства и патентного законодательства и в качестве таковых может повлечь за собой юридическую ответственность Автора.
 - Автор гарантирует наличие у него исключительных прав на использование переданного Редакции материала.
 - Редакция не несет ответственности перед третьими лицами за нарушение данных Автором гарантий.
5. Текст рукописи должен быть тщательно выверен и не содержать грамматических, орфографических и стилистических ошибок.
6. Текст рукописи должен быть выполнен в формате MS (*.doc, *.docx), размер кегля 14, шрифт Times New Roman, межстрочный интервал 1,5, поля обычные, выравнивание по ширине. Страницы нумеруют, начальной считается титульная страница. Необходимо удалить из текста статьи двойные пробелы. Статья должна быть представлена в электронном варианте и переслана по электронной почте: vit-j@pirogov-center.ru в виде прикрепленного файла.
7. При описании клинических наблюдений не допускается упоминание фамилий пациентов, номеров историй болезни, в том числе на рисунках.
8. Иллюстративный материал (черно-белые и цветные фотографии, рисунки, диаграммы, схемы, графики) размещают в тексте статьи в месте упоминания (jpg, разрешение не менее 300 dpi). Они должны быть четкие, контрастные. Цифровые версии иллюстраций должны быть сохранены в отдельных файлах в формате Tiff или JPEG, с разрешением не менее 300 dpi и последовательно пронумерованы. Диаграммы должны быть представлены в исходных файлах. Перед каждым рисунком, диаграммой или таблицей в тексте обязательно должна быть ссылка. Подписи к рисункам должны быть отделены от рисунков, располагаться под рисунками, содержать порядковый номер рисунка, и (вне зависимости от того, располагаются ли рисунки в тексте или на отдельных страницах) представляются на отдельных страницах в конце публикации.
9. Таблицы (вне зависимости от того, располагаются ли они в тексте или на отдельных страницах) должны быть представлены каждая на отдельной странице в конце рукописи. Таблица должна иметь порядковый номер и заголовок, кратко отражающий ее содержание. Заглавие «Таблица ...» располагается в отдельной строке и центрируется по правому краю.
10. Сокращения расшифровывают при первом упоминании в тексте. Не используются сокращения, если термин появляется в тексте менее трех раз. Не используются сокращения в аннотации, заголовках и названиях статей. В конце статьи прилагается расшифровка всех аббревиатур, встречаемых в тексте.
11. Все физические величины рекомендуется приводить в международной системе СИ. Без точек пишется: ч, мин, мл, см, мм (но мм рт. ст.), с, мг, кг, мкг (в соответствии с ГОСТ 7.12-93). С точками: мес., сут., г. (год), рис., табл. Для индексов используется верхние (кг/м²) или нижние (CH₂DS₂-VAsc) регистры. Знак мат. действий и соотношений (+, —, x, /, =, ~) отделяют от символов и чисел: p = 0,05. Знак ± пишется слитно с цифровыми обозначениями: 27,0±17,18. Знаки >, <, ≤ и ≥ пишутся слитно: p>0,05. В тексте рекомендуется заменять символы словами: более (>), менее (<), не более (≤), не менее (≥). Знак % пишется слитно с цифровым показателем: 50%; при двух и более цифрах знак % указывается один раз после чисел: от 50 до 70%: на 50 и 70%. Знак № не отделяется от числа: №3. Знак °C отделяется от числа: 13 °C. Обозначения единиц физических величин отделяется от цифр: 13 мм. Названия и символы генов выделяются курсивом: ген *KCNH2*.
12. Редакция имеет право вести переговоры с авторами по уточнению, изменению, сокращению рукописи.
13. Присланные материалы направляются для рецензирования членам редакционного совета по усмотрению редколлегии.

Более подробная информация по оформлению статьи размещена на сайте журнала <http://vit-j.ru>

АРКТИКА 2024

ЗДОРОВАЯ
ЦИФРОВИЗАЦИЯ



Организатор форума
Правительство
Ямало-Ненецкого
автономного округа

- Межрегиональный форум организаторов здравоохранения
- Ямало-Ненецкий автономный округ, г. Салехард
- 8-10 августа 2024



Следите за новостями
в официальном
канале форума



Телеграм-чат форума
Здесь вы можете задать
вопросы организаторам



Пройдите предварительную
регистрацию до 30 апреля
2024 года

