

УПРАВЛЕНИЕ ЗНАНИЯМИ И ИННОВАЦИЯМИ В СФЕРЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Получено 24.07.2023 Доработано после рецензирования 20.09.2023 Принято 27.09.2023

УДК 331.363 JEL I1 DOI <https://doi.org/10.26425/2658-3445-2023-6-4-95-108>

Масюк Наталья Николаевна

Д-р экон. наук, проф. каф. экономики и управления
Владивостокский государственный университет, г. Владивосток, Российская Федерация
ORCID: 0000-0001-8055-8597
E-mail: masyukn@gmail.com

Куликова Оксана Михайловна

Канд. техн. наук, вед. науч. сотр.
Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Новосибирск, Российская Федерация
ORCID: 0000-0001-9082-9848
E-mail: ya.aaaaa11@yandex.ru

Усачева Елена Владимировна

Канд. мед. наук, доц. каф. пропедевтики внутренних болезней
Омский государственный медицинский университет, г. Омск, Российская Федерация
ORCID: 0000-0002-6134-1533
E-mail: elenav.usacheva@yandex.ru

Веремчук Наталья Сергеевна

Канд. физ.-мат. наук, доц. каф. цифровых технологий
Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), г. Омск, Российская Федерация
ORCID: 0000-0002-2709-9755
E-mail: n-veremchuk@rambler.ru

АННОТАЦИЯ

С целью повышения эффективности медицинской помощи и адаптации к технологиям Индустрии 4.0 возникает необходимость определения актуальных направлений развития здравоохранения. Цель исследования – выявить направления и закономерности развития инновационных технологий в сфере здравоохранения с применением методов интеллектуального анализа данных. Методология исследования построена на применении методов текстового анализа информационных сообщений. Формирование набора данных осуществлялось путем парсинга публикаций с RSS-каналов Google и базы данных PubMed за период 2018–2022 гг. Для анализа сформированных наборов данных использованы динамическая модификация модели обработки естественного языка BERTopic, библиотека Bibliometrix. Для оценки различий в структуре публикаций в ежегодном разрезе применен Т-критерий Вилкоксона. Наборы данных содержат 10 307 информационных сообщений из ведущих издательств и 4 673 научные публикации. Выделено четыре наиболее актуальных направления исследований для сферы здравоохранения: 1) адаптивное управление в сфере здравоохранения; 2) информационные технологии в здравоохранении; 3) ресурсное обеспечение медицинских организаций; 4) медицинская помощь при заболеваниях. Наиболее активно развивается направление, связанное с применением информационных технологий. Количество публикаций по данной проблематике в 2022 г. по сравнению с 2020 г. возросло на 137,42 %. Основными направлениями исследований являются разработка медицинских CRM-систем, применение информационных технологий как для развития инструментария борьбы с пандемиями, так и для методов управления качеством и бережливого производства. Результаты исследования могут быть использованы для повышения качества медицинской помощи населению Российской Федерации.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Знаниевый менеджмент, управление инновациями, медицинские организации, анализ новостей, модели обработки естественного языка, BERTopic, качество медицинской помощи, информационные технологии

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

Масюк Н.Н., Куликова О.М., Усачева Е.В., Веремчук Н.С. Управление знаниями и инновациями в сфере здравоохранения//E-Management. 2023. Т. 6, № 4. С. 95–108.



KNOWLEDGE MANAGEMENT AND INNOVATION IN HEALTHCARE

Received 24.07.2023 Revised 20.09.2023 Accepted 27.09.2023

Natalya N. Masyuk

Dr. Sci. (Econ.), Prof. at the Department of Economics and Management
Vladivostok State University, Vladivostok, Russia
ORCID: 0000-0001-8055-8597
E-mail: masyukn@gmail.com

Oksana M. Kulikova

Cand. Sci. (Engr.), Leading Researcher
Novosibirsk Research Institute of Hygiene, Novosibirsk, Russia
ORCID: 0000-0001-9082-9848
E-mail: ya.aaaaa11@yandex.ru

Elena V. Usacheva

Cand. Sci. (Med.), Assoc. Prof. at the Department of Internal Diseases' Propaedeutics
Omsk State Medical University, Omsk, Russia
ORCID: 0000-0002-6134-1533
E-mail: elenav.usacheva@yandex.ru

Natalia S. Veremchuk

Cand. Sci. (Phys. and Math.), Assoc. Prof. at the Department of Digital Technologies
The Siberian State Automobile and Highway University, Omsk, Russia
ORCID: 0000-0002-2709-9755
E-mail: n-veremchuk@rambler.ru

ABSTRACT

In order to increase the effectiveness of medical care and adapt to Industry 4.0 technologies, it becomes necessary to determine the current directions of healthcare development. The study purpose is to identify trends and development patterns of innovative technologies in the field of healthcare using data mining methods. The research methodology is based on the methods' application of information messages' text analysis. The data set was formed by parsing publications from Google RSS feeds and PubMed database for the period 2018–2022. To analyze the generated data sets, a dynamic modification of the BERTopic natural language processing model and the Bibliometrix library were used. To assess the differences in the structure of publications in the annual section, the Wilcoxon T-test was applied. The data sets contain 10,307 informational messages from leading publishers and 4,673 scientific publications. Four most relevant areas of research for the healthcare sector have been identified: 1) adaptive management in the field of healthcare; 2) information technologies in healthcare; 3) resource provision of medical organizations; 4) medical care for diseases. The most actively developing direction is related to the use of information technology. The number of publications on this issue in 2022 increased by 137.42% compared to 2020. The main areas of research are the development of medical CRM systems, the use of information technologies both for the development of tools for combating pandemics, and for methods of quality management and lean manufacturing. The study results can be used to improve the quality of medical care to the population of Russia.

KEYWORDS

Knowledge management, innovation management, medical organizations, news analysis, natural language processing models, BERTopic, quality of medical care, information technology

FOR CITATION

Masyuk N.N., Kulikova O.M., Usacheva E.V., Veremchuk N.S. (2023) Knowledge management and innovation in healthcare. *E-Management*, vol. 6, no. 4, pp. 95–108. DOI: 10.26425/2658-3445-2023-6-4-95-108



ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Одними из ключевых направлений развития мирового здравоохранения являются управление данными и развитие технологий менеджмента знаний [Масюк и др., 2022].

Современное состояние науки и техники характеризуется экстенсивным ростом объемов информации и ее трансформацией, повышением скорости обмена данными между ее пользователями [Бушуева и др., 2022]. Активная цифровизация системы здравоохранения дала толчок к появлению нового типа предприятий – высокотехнологичные медицинские организации. Их отличительной особенностью является использование инновационного оборудования в сочетании с CALS-технологиями (англ. Continuous Acquisition and Life Cycle Support – непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла изделий) [Hlin et al., 2022].

Постоянно развиваются технологии искусственного интеллекта, компьютерного зрения, а также языковые модели. За счет использования ChatGPT-3.5 (англ. Generative Pretrained Transformer – генеративный предварительно обученный трансформатор) и GPT-4 в ближайшее время произойдет революция в медицинской практике. Уже сейчас точность ранней диагностики рака молочной железы с помощью указанного инструмента составляет 88,9 % [Rao et al., 2023]. Одним из препятствий широкого распространения моделей GPT в здравоохранении является проблема сохранения конфиденциальности медицинских данных [Javaid et al., 2023].

Технологии знаниевой экономики трансформируют сферу здравоохранения: 1) сокращается время создания и выведения на рынок новых медицинских технологий, оборудования, ресурсов; 2) уменьшается время их жизненного цикла; 3) увеличивается количество стартапов в данной сфере; 4) повышаются роль информации и интенсивность информационного обмена между научно-исследовательскими институтами, медицинскими организациями, пациентами, производителями медицинской продукции [Wang, 2023; Duque, Silva, Godinho, 2023; Vamel et al., 2023]. В рамках создания инновационных технологий для медицинских организаций решаются следующие задачи [Chakraborty, Pavarasan, Edirippulige, 2021; Young, 2022]:

- выявляются «ключевые зоны» создания и внедрения инновационных технологий, но при этом необходима минимизация сроков их внедрения в медицинскую практику с учетом предъявляемых требований к безопасности использования;

- происходит развитие оказания электронной медицинской помощи;

- осуществляются бизнес-планирование, реинжиниринг и реструктуризация медицинских организаций, функционирующих в условиях нарративной и знаниевой экономики, ограниченности использования ресурсов [Масюк и др., 2023];

- появляются визуализация и психографика в результатах обработки медицинских данных;

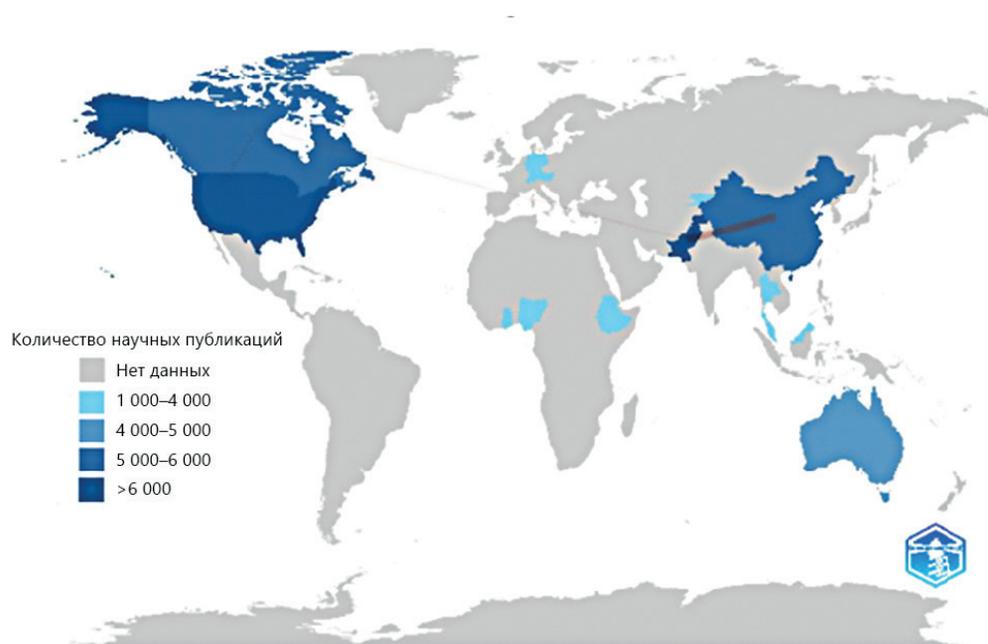
- разрабатываются правила использования современных технологий в медицинской практике.

Как показывает практика создания инноваций в сфере здравоохранения, эффективность превращения новшеств в инновации в значительной степени зависит от уровня развития и внедрения технологий управления знаниями в практику деятельности медицинских организаций, следовательно, возникает необходимость разработки таких технологий с учетом тенденций развития искусственного интеллекта [Young, 2022]. Наиболее активно развиваются технологии управления знаниями в США, Китае, Пакистане, Канаде и в ряде других стран (чем более темным цветом окрашена страна на рис. 1, тем более интенсивно в ней ведутся разработки по исследуемой проблематике).

Несмотря на значительное финансирование научных разработок в области медицины (за три квартала 2021 г. было инвестировано более 20 млрд долл. США в данную сферу только для внедрения искусственного интеллекта [Young, 2022]), возникает ряд проблем при их внедрении, связанных с наличием традиционности в сфере здравоохранения, с неадаптивностью медицинских организаций к меняющимся внешним условиям, с недостаточной компетентностью руководителей сферы здравоохранения, с непроработанным инструментарием применения искусственного интеллекта и инноваций в практику диагностики, лечения, реабилитации пациентов. Все это тормозит развитие медицинских технологий, снижает качество и доступность медицинского обслуживания населения [Lermen et al., 2023].

С целью повышения эффективности оказания медицинской помощи и адаптации медицинских организаций к технологиям Индустрии 4.0 возникает необходимость определения актуальных направлений развития – точек инновационного роста сферы здравоохранения. Современное состояние развития информационных технологий, знаниевой и нарративной экономики предполагает интенсивный рост объемов информации,

обсуждений по тем вопросам, которые сейчас актуальны, востребованы и по которым ведутся научные исследования и разработки [Rao et al., 2023]. Для инновационного мониторинга в настоящее время используются инструменты парсинга новостей из подтвержденных источников (например, ведущих экономических, технических и прочих изданий) в сочетании с предобученными моделями естественного языка, такими как GPT, BERT и др. [Bano, 2023]. При этом оказание медицинской помощи – это процесс, требующий не только активного внедрения инноваций, наличия патентной защиты, но и глубокой научной проработки, решения вопросов безопасности. Поэтому для решения данных задач необходимо анализировать публикации в ведущих журналах и других верифицированных источниках, а также труды ведущих ученых из баз цитирования, таких как ELIBRARY.ru, Scopus, WoS, PubMed, в том числе с применением библиометрических методов.



Примечание: В США за последние пять лет опубликовано 7 645 статей, в Пакистане – 6 977, в Китае – 6 781, в Канаде – 5 431, в Австралии – 4 996. Другие страны Азии, Африки, Европы опубликовали около 1 500 научных трудов по результатам исследований
Составлено авторами по материалам источника с применением библиотеки Bibliometrix языка программирования R¹/
Compiled by the authors based on source using the Bibliometrix library of the R programming language¹

Рис. 1. Распределение стран по активности изучения вопросов разработки и внедрения технологий управления знаниями в здравоохранении

Fig. 1. Distribution of countries by activity in studying the development and implementation of knowledge management technologies in healthcare

Все это определило цель и методологию настоящего исследования.

Цель исследования заключается в выявлении направлений и закономерностей развития инновационных технологий в сфере здравоохранения с применением методов интеллектуального анализа данных.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHODS

Методология исследования построена на применении методов интеллектуального анализа публикаций, размещенных на сайтах ведущих экономических и медицинских издательств, в международных базах научного цитирования (WoS, Scopus, PubMed), и включает следующие этапы:

- 1) выделение наиболее актуальных в сфере здравоохранения направлений исследований по приведенной проблематике (по данным направлениям наиболее активно публикуются материалы);
- 2) анализ научных публикаций в рамках выделенных направлений.

¹ Bibliometrix. Режим доступа: <http://127.0.0.1:6175> (дата обращения: 28.06.2023).

Формирование набора данных для первого этапа исследований проводилось с применением инструментов парсинга новостных данных с RSS-каналов Google, аккумулирующих информацию из подтвержденных источников ведущих экономических и медицинских издательств². Собирались новостные данные за период 2018–2022 гг. по ключевым словам «Управление знаниями», «Управление инновациями», «Инновации в здравоохранении», «Знаниевый менеджмент в здравоохранении», «Медицинские организации», «Здравоохранение». Очистка полученных данных проводилась путем удаления «стоп-слов» (предлогов, наречий и т.п.), цифр, специальных символов, гиперссылок.

Выделение актуальных направлений исследований в сфере здравоохранения проводилось посредством модели обработки естественного языка BERT, разработанной компанией Google в 2018 г. и применяемой для генерации, классификации, суммаризации текстов, а именно использовалась динамическая модификация такой модели – BERTopic³[Vano, 2023]. Одним из основных компонентов BERTopic является представление текстовых данных в виде мешка слов и их взвешивание с помощью алгоритма TF-IDF, ориентированного на модульность, прозрачность и человеческую оценку, что позволяет быстро генерировать ряд ключевых слов для темы, независимо от задачи кластеризации. Модель BERTopic работает по линейному конвейеру кластеризации и извлечения тем. В BERTopic содержатся различные варианты тем, из которых может быть осуществлен выбор, что определяет точность и связность получаемых результатов, сокращает количество «стоп-слов» в результирующих представлениях тем.

После формирования тем (тема с номером –1 из анализа исключается) созданы наборы ключевых слов для каждой темы, которые используются затем для интерпретации. Далее могут быть выполнены визуализация полученных результатов и подсчет количества новостей по каждой теме в каждый такт времени. В исследовании при проведении расчетов по скачанной выборке в настройках модели BERTopic установлено автоматическое выделение тем, использованы алгоритмы динамической визуализации полученных результатов. Далее темы были сгруппированы по смыслу в приоритетные направления развития инноваций и технологий знаниевого менеджмента в сфере здравоохранения, и выполнен расчет количества новостей в ежегодном разрезе по направлениям.

Для оценки значимых изменений в выделенных направлениях в ежегодном разрезе использован непараметрический Т-критерий Вилкоксона, который предназначен для сравнения двух зависимых выборок между собой по уровню выраженности какого-либо признака. С его помощью можно определить: 1) направленность изменений; 2) выраженность изменений в зависимых выборках. Если значение p меньше 0,05, то нулевая гипотеза отклоняется.

Для анализа научных публикаций в рамках выделенных направлений использована библиотека наукометрического анализа Bibliometrix языка программирования R, позволяющая проводить научное картографирование предметной области и научных исследований [Aria, Cuccurullo, 2017]. Данный инструмент является одним из наилучших способов для анализа трудов ученых, индексных вычислений и построения карт знаний. Он поддерживает скачивание данных из баз научного цитирования по ключевым словам и на основании структурированного анализа позволяет определить уровень развития заданных научных областей, а также прогнозировать будущие тенденции.

Скачивание научных публикаций по востребованным направлениям развития технологий знаниевого менеджмента и инноваций для сферы здравоохранения проводился из базы данных PubMed (в ней аккумулируются наиболее значимые публикации по медицинской направленности из международных баз цитирования WoS и Scopus) по ключевым словам, которые определены на предыдущем этапе с применением модели BERTopic. Сформирован набор данных, и с применением библиотеки Bibliometrix определены его статистические показатели. Затем построена тематическая карта, представляющая собой форму концептуальной структуры с авторскими ключевыми словами в качестве переменной и отображающая актуальность, а также уровень развития сформированных тематических групп по проблематике исследования. Тематическая карта содержит четыре квадранта: в первый (верхний правый) включаются темы, которые характеризуются высокой степенью актуальности и развития, сильной динамикой и сформированными теориями, понятийным

²News Google. Сводка новостей. Режим доступа: <https://news.google.com/?q=rss.xml> (дата обращения: 01.07.2023)

³BERTopic. Google. Режим доступа: <https://colab.research.google.com/drive/1un8ooI-7ZNIrRoK0maVkYhmNR10XGK88f?usp=sharing> (дата обращения: 01.07.2023).

аппаратом, механизмами и методами исследования (англ. motor themes – основные, ведущие темы). Во-втором квадранте (верхний левый) размещаются темы, которые имеют высокую степень проработанности, но меньшую степень актуальности, что указывает на то, что это вспомогательные темы, которые не имеют тесной связи с основными исследованиями в текущей области (англ. niche themes – нишевые темы). Третий квадрант (левый нижний) содержит темы, которые децентрализованы, имеют низкую плотность исследований и в текущем моменте не могут трансформироваться в основные ведущие темы; темы в этом квадранте будут либо возникать, либо удаляться во времени (англ. emerging or declining themes – возникающие или исчезающие темы). Четвертый квадрант (правый нижний) содержит темы, которые имеют высокую степень актуальности, но низкий уровень развития и сформированности теоретических и методологических подходов. Такие темы считаются базовыми (англ. basic themes) и обычно используются для понимания определенной области исследований.

Расчеты выполнялись с применением языка программирования Python 3.9 и R.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПРОБЛЕМАТИКЕ УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ И ИННОВАЦИЯМИ В СФЕРЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ / THE MAIN DIRECTIONS OF RESEARCH ON THE KNOWLEDGE MANAGEMENT AND INNOVATION PROBLEMS IN THE FIELD OF HEALTHCARE

За период с 2018–2022 гг. скачано 10 307 информационных сообщений с сайтов ведущих экономических и медицинских издательств Китая, США, Канады. В табл. 1 приведены выделенные темы и ключевые слова, определяющие приоритетные направления исследований по проблематике управления знаниями и инновациями в сфере здравоохранения.

Таблица 1. Выделенные темы и ключевые слова, определяющие направления исследований по проблематике управления знаниями и инновациями в сфере здравоохранения
Table 1. Selected topics and keywords defining research directions on the problems of knowledge management and innovation in the field of healthcare

Направление	Тема	Ключевые слова
Адаптивное управление в сфере здравоохранения	Ресурсное управление	Здоровье, здравоохранение, уход, страхование, миллиард, пациент, управление, знания, ресурсы, финансы
	Исследования и инновации	Здравоохранение, дизайн, здоровье, новый, уход, инновации, строительство, проекты, R&D, исследования
	Заработная плата в медицинских организациях	Деление, рабочие, рабочее время, заработная плата, дом, медицинская организация, врачи, медсестры, сотрудники лабораторий
	Качество оказания медицинской помощи	Мошенничество, адвокат, уход, общий, здоровье, претензии, страхование, штрафы, федеральный, медицинский
Информационные технологии в здравоохранении	Информационные технологии	Данные, безопасность, информация, вредоносное программное обеспечение, здравоохранение, нарушения, фишинг, DoS-атака, блокчейн, вирус
Ресурсное обеспечение медицинских организаций	Вакцины и вакцинация	Вакцина, вакцинация, Covid-19, здоровье, вакцины, вакцинированные, страна, новый, эффективность, пандемия
	Государственная поддержка	Здоровье, помощь, губернатор, новый, программа, государственная поддержка (кредит на обучение), обучение, государственный, услуги, здравоохранение, студенты
	Производство фармацевтической продукции	Компания, миллион, здравоохранение, миллиард, доход, рост, фармакология, лекарства, рынок, производство

Окончание табл. 1

Направление	Тема	Ключевые слова
Медицинская помощь при заболеваниях	Covid-19	Covid-19, тестирование, тест, здоровье, здравоохранение, симптомы, Всемирная организация здравоохранения, эпидемиология, точность, данные
	Пандемия, вызванная вирусом Zika (Зика)	Здоровье, MFS («Врачи без границ»), вирус Zika (Зика), люди, Всемирная организация здравоохранения, гуманитарный, комары, вирус, симптомы, медицинская помощь
	Инфекции, передаваемые водным и пищевым путем	Инфекции, связанные, вода, инфекция, сторона, асептика, препараты, руки, обработка, симптомы

Составлено авторами по материалам исследования / Compiled by the authors on the research materials

С применением методов интеллектуального анализа данных выделено четыре наиболее актуальных направления развития технологий знанияевого менеджмента и управления инновациями в сфере здравоохранения (табл. 1): 1) адаптивное управление в сфере здравоохранения; 2) информационные технологии в здравоохранении; 3) ресурсное обеспечение медицинских организаций; 4) медицинская помощь при заболеваниях. В первое направление вошли темы, связанные с ресурсным управлением, с исследованиями и инновациями в области здравоохранения, с качеством оказания медицинской помощи, во-второе – темы, обеспечивающие развитие и применение информационных технологий в деятельности медицинских организаций, вопросы по защите персональных данных и противодействию вирусных атак, в третье направление были включены темы, определяющие обеспечение медицинских организаций ресурсами (кадровыми, материальными и пр.), в четвертое направление отнесены отдельные аспекты оказания медицинской помощи в нестандартных условиях – пандемиях, вызванных вирусами Covid-19, Zika и др.

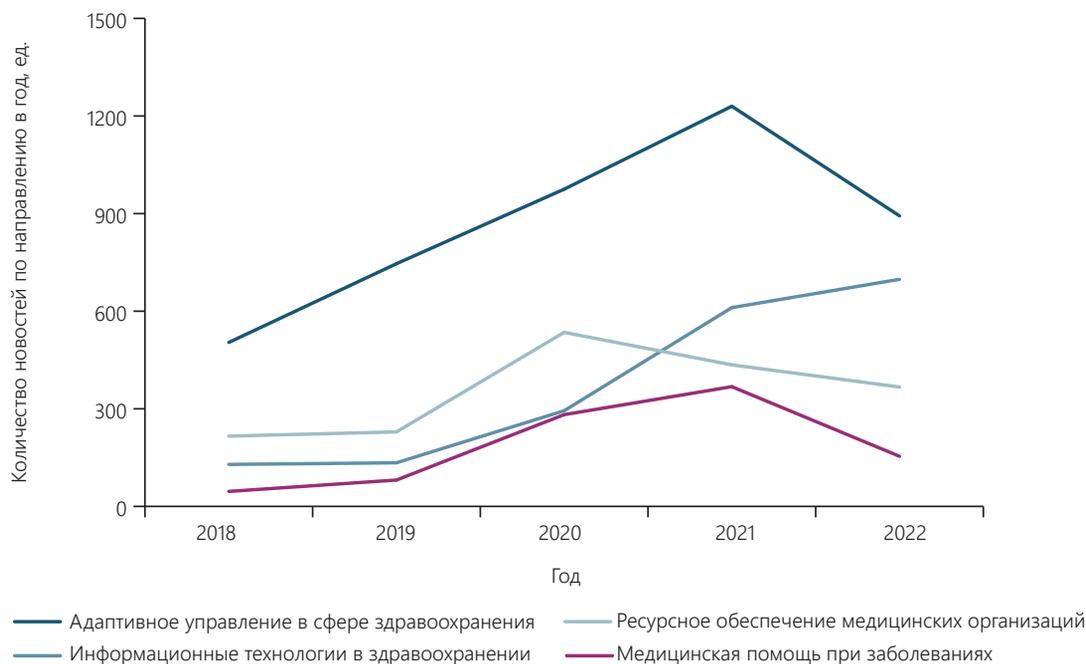
ДИНАМИКА И СТРУКТУРА НАИБОЛЕЕ АКТУАЛЬНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ЗНАНИЕВОГО МЕНЕДЖМЕНТА И УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИЯМИ В СФЕРЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ / DYNAMICS AND STRUCTURE OF THE MOST RELEVANT TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF KNOWLEDGE MANAGEMENT TECHNOLOGIES AND INNOVATION MANAGEMENT IN THE FIELD OF HEALTHCARE

На рис. 2 показана динамика изменения информационных сообщений по каждому направлению за период 2018–2022 гг.

Наиболее актуальным направлением исследований в период 2018–2020 гг. является «Адаптивное управление в сфере здравоохранения», на втором месте – «Ресурсное обеспечение медицинских организаций», а наименьшее количество информационных сообщений зафиксировано по направлениям «Информационные технологии в здравоохранении» и «Медицинская помощь при заболеваниях».

По результатам анализа выявлены значимые различия в структурах выделенных направлений в указанный период. Но, начиная с 2020 г. и позже, ежегодные различия исчезают. Отмечаются унификация и единообразие в объемах и тематике создаваемой информации по исследуемым направлениям по проблематике исследования (табл. 2). В 2021 г. актуальность направления, связанного с разработкой методов управления, снижается. Начиная с 2022 г., отмечается отрицательная тенденция. Аналогичные закономерности происходят и для направлений, связанных с технологиями оказания медицинской помощи и ресурсным обеспечением медицинских организаций. Отличными тенденциями и ростом актуальности отмечается направление, определяющее разработку и внедрение информационных технологий в практику деятельности и управления медицинскими организациями. В 2022 г. по сравнению с 2020 г. темп прироста количества новостей по данной тематике составил 137,42 %. Как отмечается в исследованиях, одной из причин этого является необходимость высокого развития информационных технологий для разработки эффективных государственных и медицинских противоэпидемических мероприятий, направленных на борьбу с Covid-19 [Shi, 2023]. Инновации, разработанные во время пандемии Covid-19, заполнили необходимые пробелы в медицинской помощи, и многие из них остаются устойчивыми в долгосрочной перспективе. Чтобы облегчить и внедрить инновации

во время пандемии новой коронавирусной инфекции, в ряде мировых медицинских организаций изменили и упростили стандарты с целью сократить время на внедрение и тестирование новых решений [Sfouq et al., 2022]. Интенсификация внедрения информационных технологий в практику деятельности медицинских организаций способствовала развитию краудсорсинговых платформ, которые относятся к моделям рассредоточенных решений, в которых идеи и задачи генерируются и оцениваются виртуальным сообществом, что позволяет быстро и глобально реагировать на неотложные потребности пациентов и поставщиков услуг. В медицинском сообществе технические специалисты, медицинские работники и непрофессионалы приняли участие в краудсорсинговых платформах и мероприятиях, таких как Crowdfight Covid-19, Mini Hack MIT Healthcare и глобальный хакатон Covid-19. Результатом этого стали система электронного оповещения при обнаружении пневмонии на рентгенограмме грудной клетки, устройства дистанционного мониторинга и технологии прогнозирования, распространяемые среди пациентов, находящихся в отделении интенсивной терапии Covid-19 [Aleanizy, Alqahtani, 2022]. Инновационным решением в сфере сочетания технологий адаптивного управления и информационных технологий в здравоохранении во время пандемии стало использование социальных сетей в качестве одного из инструментов противоэпидемических мероприятий, чтобы быстро и эффективно делиться своими знаниями, проблемами и решениями о Covid-19. Социальные сети, такие как Reddit, Twitter и Facebook (проект Meta Platforms Inc., деятельность которой в России запрещена), использовались для обмена новыми процедурными стратегиями, мерами инфекционного контроля и соображениями по лечению новой коронавирусной инфекции [Vokey, 2022]. Все это доказывает, что создание новых современных инновационных систем адаптивного управления медицинскими организациями в сочетании с достаточным уровнем развития информационных технологий и ресурсного обеспечения медицинской помощи позволит повысить качество и уровень медицинского обслуживания населения [Arji, 2023].



Составлено авторами по материалам источников с применением модели BERTopic^{4,5} / *Compiled by the authors based on the sources using the BERTopic model^{4,5}*

Рис. 2. Динамика изменения количества новостных информационных сообщений по каждому направлению за период 2018–2022 гг.

Fig. 2. Dynamics of changes in the number of news information messages in each direction for the period 2018–2022

⁴News Google. Сводка новостей. Режим доступа: <https://news.google.com/?q=rss.xml> (дата обращения: 04.07.2023).

⁵BERTopic. Google. Режим доступа: <https://colab.research.google.com/drive/1un8ool-7ZNIrOK0maVkyhmNRI0XGK88f?usp=sharing> (дата обращения: 04.07.2023)

Таблица 2. Результаты расчета непараметрического Т-критерия Вилкоксона для значений, задающих распределение новостей по направлениям и годам

Table 2. Calculation results of the nonparametric Wilcoxon T-test for values defining the distribution of news by direction and year

Годы		Расчетные статистические показатели	
		Z	p*
2018	2019	2,85	0,00
2018	2020	2,85	0,00
2018	2021	2,93	0,00
2018	2022	2,80	0,01
2019	2020	2,49	0,01
2019	2021	2,80	0,01
2019	2022	2,49	0,01
2020	2021	2,40	0,02
2020	2022	0,36	0,72
2021	2022	1,82	0,07

Примечание: *р – различия считаются значимыми при $p < 0,05$

Составлено авторами по материалам исследования / *Compiled by the authors on the research materials*

В табл. 2 приведены результаты расчета непараметрического Т-критерия Вилкоксона для значений, задающих распределение информационных сообщений по направлениям и годам.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ / INFORMATION TECHNOLOGIES IN HEALTHCARE

Исходя из вышесказанного, принято решение выполнить анализ научных публикаций за период 2020–2022 гг. по направлению, связанному с применением информационных технологий в здравоохранении. С использованием библиотеки Bibliometrix скачано 4 673 публикации по исследуемой тематике по ключевым словам данного направления, приведенного в табл. 1. В табл. 3 приведены статистические данные о сформированном наборе публикаций.

Таблица 3. Статистические данные о сформированном наборе публикаций по применению информационных технологий в здравоохранении

Table 3. Statistical data on the generated publications' set on the use of information technologies in healthcare

Показатель	Значение
Количество источников (журналы, книги и т.д.), ед.	4 673
Количество статей, ед.	4 378
Среднее цитирование на документ	20,1
Среднее цитирование в год на документ	1,28
Общее количество авторов публикаций, чел.	4 426
Количество статей с одним автором, ед.	33
Индекс сотрудничества, относительных ед.	2,1
Средний темп прироста количества публикаций в год, %	486,26

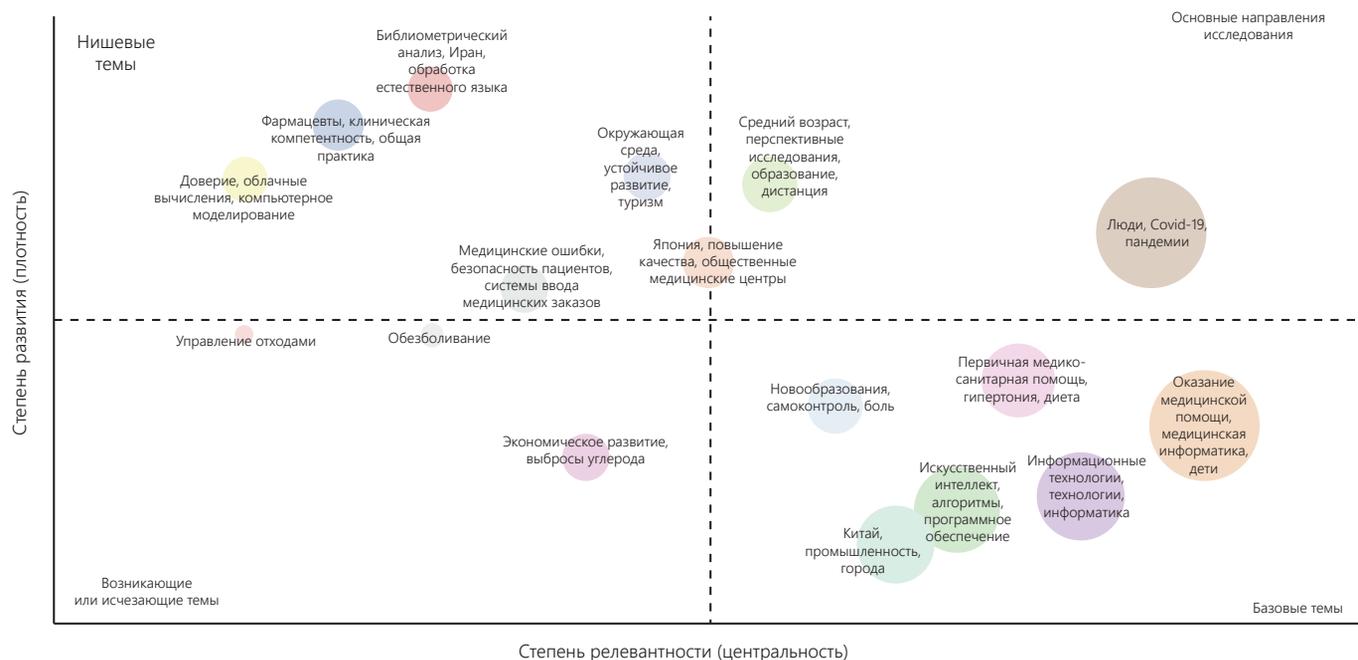
Составлено авторами по материалам источника с применением библиотеки Bibliometrix языка программирования R⁶ / *Compiled by the authors based on source using the Bibliometrix library of the R programming language⁶*

Анализ табл. 3 позволяет сделать вывод, что в исследуемый период данная тема является актуальной и активно обсуждаемой: за период 2020–2022 гг. опубликовано 4 673 научных работ, среди которых 4 378 статей, среднее количество цитирований на документ – 20,1, среднее цитирование в год на документ – 1,28,

⁶Bibliometrix. Режим доступа: <http://127.0.0.1:6175> (дата обращения: 10.07.2023).

общее количество авторов – 4 426 чел., средний темп прироста количества публикаций в год – 486,26 %, индекс сотрудничества – 2,1. Такие значения библиометрических показателей характерны для сфер науки, которые экстенсивно развиваются [Wei, Jiang, 2023]. При этом индекс сотрудничества равен 2,1, что означает, что исследования по информационным технологиям в здравоохранении в большинстве случаев ведутся большим количеством ученых, в том числе включенных в структуру междисциплинарных команд.

На рис. 3 приведена тематическая карта, построенная на основании сформированного набора публикаций.



Составлено авторами по материалам исследования с применением библиотеки Bibliometrix языка программирования R⁷/
Compiled by the authors based on source using the Bibliometrix library of the R programming language⁷

Рис. 3. Тематическая карта, построенная на основании сформированного набора публикаций
Fig. 3. Thematic map based on the generated set of publications

Основными ведущими направлениями исследований (англ. motor themes) по проблематике применения информационных технологий в здравоохранении, в том числе управления медицинскими организациями, являются темы, связанные с разработкой противоэпидемических мероприятий, а также с новой коронавирусной инфекцией, что подтверждается вышеприведенными исследованиями [Voke, 2022; Aleanizy, Alqahtani, 2022; Arji, 2023]. К такой категории следует отнести и темы, описывающие проблематику создания и применения CRM-систем управления медицинскими организациями, которые включают проведение перспективных исследований, обучение медицинского персонала, оценку эффективности медицинской помощи, приоритизацию медицинской помощи населению среднего и старшего возраста [Mbonane и др., 2023]. Это предусматривает организацию доступа граждан к качественным, эффективным, безопасным и доступным медицинским технологиям, лекарствам и вакцинам в любых условиях (в том числе нестандартных), а также создание инструментария механизмов формирования здорового образа жизни людей. Особое внимание в данных исследованиях уделяется развитию телемедицинских технологий [Aleanizy, Alqahtani, 2022]. Также основной темой исследования является применение инструментов повышения качества в медицинских организациях, в том числе инструментов бережливого производства (канбан, кайдзен и др.). В ряде исследований показано, что применение технологии «Just-in-time» при формировании ресурсов медицинских организаций эффективно в случае, если будут применяться интеллектуальные информационные системы прогнозирования спроса и работы с поставщиками [Balkhi, Alshahrani, Khan, 2022].

⁷Bibliometrix. Режим доступа: <http://127.0.0.1:6175> (дата обращения: 10.07.2023).

К нишевым направлениям относятся темы, связанные с организацией и развитием медицинского туризма; обеспечением безопасности пациентов путем снижения числа медицинских ошибок; обучением персонала медицинских организаций; применением современных информационно-коммуникационных технологий и методов имитационного моделирования к разработке инновационных технологий оказания медицинской помощи. Данные темы являются вспомогательными, сопровождающими развитие инструментария информационного и знаниевого управления медицинскими организациями в различных условиях и создающими точки инновационного роста в сфере здравоохранения.

Направления, определенные темами третьего квадранта, к которым относятся новые для сферы здравоохранения исследования способов применения информационных технологий в управлении отходами, контролем боли, декарбонизации медицинской помощи, в структуре исследований появились в последние 3–4 гг. Количество публикаций в них достаточно низкое по сравнению с другими темами. В рамках тем третьего квадранта наиболее активно исследуются аспекты трансформации деятельности процессов медицинских организаций, а также их организационных структур при снижении выбросов углекислого газа в атмосферу, при прогнозировании углеродного следа организаций сферы здравоохранения [Baddley, Rasheed, 2023]. Для снижения выбросов CO₂ в атмосферу предлагается внедрение биотехнологий в систему здравоохранения [Liao, Xiao, Wang, 2023].

К базовым темам (четвертый квадрант тематической карты рис. 3) относятся те, которые могут быть использованы для развития отдельных аспектов теории и методологии адаптивного управления в сфере здравоохранения в сочетании с методами информационных технологий и определяют следующие направления исследований, связанные с элементами оказания медицинской помощи: паллиативная помощь при онкологических заболеваниях, разработка специфических видов диетического питания, лечение детей. Стоит отдельно упомянуть две взаимопересекающиеся темы, которые связаны с применением искусственного интеллекта и исследованиями, проводимыми в Китае (рис. 3). Как показал библиографический поиск, в настоящее время Китай является лидером в области разработки технологий искусственного интеллекта, в том числе для сферы здравоохранения. Стоит особо отметить интенсификацию развития технологий компьютерного зрения и глубокого обучения в диагностике и лечении сложных заболеваний, например, сердечно-сосудистых заболеваний и заболеваний опорно-двигательного аппарата [Kaplan et al., 2024].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ \ CONCLUSION

С применением технологий искусственного интеллекта выполнен анализ закономерностей развития технологий знаниевого менеджмента и управления в сфере здравоохранения в современных условиях. Определено, что наиболее актуальными для менеджмента здравоохранения являются четыре направления, по которым идут наибольшие дискуссии, обсуждения, публикуются материалы в ведущих медицинских и экономических издательствах в сети «Интернет» (далее – Интернет). К данным направлениям относятся «Адаптивное управление в сфере здравоохранения», «Информационные технологии в управлении», «Ресурсное обеспечение медицинских организаций», «Медицинская помощь при заболеваниях». До 2020 г. такие направления значимо изменяются в ежегодном разрезе. Влияние пандемии изменило данную тенденцию. Развитие указанных направлений в настоящее время сопровождается влиянием синергетического эффекта. Значительно возросло влияние информационных технологий на трансформацию медицинских организаций и на оказание медицинской помощи. Количество публикаций по проблематике применения информационных технологий в управлении медицинскими организациями возросло на 137,42 % в 2022 г. по сравнению с 2020 г.

Библиометрический анализ научных публикаций по разработке и применению информационных технологий в сфере здравоохранения позволяет сделать вывод об интенсивном развитии данной области исследования с включением значительного количества мультидисциплинарных команд. Основными направлениями изучения в данной области являются разработка медицинских CRM-систем локального и глобального уровня, продолжение развития инструментария борьбы с пандемиями, а также внедрение методов управления качеством и бережливого производства в практику оказания медицинской помощи населению. При этом становятся актуальными вопросы управления биологическими и медицинскими отходами, внедрения в практику деятельности медицинских организаций методов «зеленой» экономики в сочетании с инструментами искусственного интеллекта и информационных технологий.

Внедрение результатов авторского исследования в практику деятельности медицинских организаций России позволит повысить качество и доступность медицинской помощи населению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бушуева М.А., Масюк Н.Н., Брагина З.В., Илюхина А.С. Превращение экономики региона в экосистему в парадигме цифрового развития. Азимут научных исследований: экономика и управление. 2022;11(3):13–18.

Масюк Н.Н., Бушуева М.А., Герасимова А.А. Концепция экосистем в экономике знаний: теоретический базис. Естественно-гуманитарные исследования. 2022;44(6):208–212.

Масюк Н.Н., Герасимова А.А., Бушуева М.А. Цифровая финансовая грамотность и цифровые финансовые компетенции в управлении знаниями. Креативная экономика. 2023;17(5):1637–1654.

Aria M., Cuccurullo C. An R-tool for comprehensive science mapping analysis. Journal of Informetrics. 2017;11(4):959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>

Aleanizy F.S., Alqahtani F.Y. Risk management and infection control preparedness of Saudi healthcare facilities to overcome the Covid-19 pandemic. IJID Regions. 2022;3:268–274. <https://doi.org/10.1016/j.ijregi.2022.04.005>

Arji G., Ahmadi H., Avazpoor P., Hemmat M. Identifying resilience strategies for disruption management in the healthcare supply chain during Covid-19 by digital innovations: A systematic literature review. Informatics in Medicine. 2023;38:101199. <https://doi.org/10.1016/j.imu.2023.101199>

Baddley J., Rasheed F.N. The Aga Khan Development Network's (AKDN) approach to supply chain carbon foot printing for healthcare providers. Cleaner Logistics and Supply Chain. 2023;7:100109. <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2023.100109>

Bamel U., Talwar S., Pereira V., Corazza L., Dhir A. Disruptive digital innovations in healthcare: Knowing the past and anticipating the future. Technovation. 2023;125:102785. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2023.102785>

Balkhi B., Alshahrani A., Khan A. Just-in-time approach in healthcare inventory management: Does it really work? Saudi Pharmaceutical Journal. 2022;30(12):1830–1835. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2022.10.013>

Bano S., Khalid S., Mansoor Tairan N., Shah H., Ali Khattak H. Summarization of scholarly articles using BERT and BiGRU: Deep learning-based extractive approach. Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences. 2023;35(9):101739. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2023.101739>

Chakraborty I., Ilavarasan P.V., Edirippulige S. Health-tech startups in healthcare service delivery: A scoping review. Social Science & Medicine. 2021;278:113949. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2021.113949>

Duque J., Silva F., Godinho A. Data Mining applied to Knowledge Management. Procedia Computer Science. 2023;219:455-461. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01.312>

Sfouq F.A., Alqahtani F.Y. Risk management and infection control preparedness of Saudi healthcare facilities to overcome the Covid-19 pandemic. IJID Regions. 2022;3:268–274. <https://doi.org/10.1016/j.ijregi.2022.04.005>

Ilin I., Levina A., Frolov K., Borremans A., Ershova A., Tick A., Averina M. Life-Cycle Contract as an Innovative Business Model for High-Tech Medical Organizations. Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity. 2022;8(4):207. <https://doi.org/10.3390/joitmc8040207>

Javaid M., Haleem A., Singh R.P. ChatGPT for healthcare services: An emerging stage for an innovative perspective, BenchCouncil Transactions on Benchmarks. Standards and Evaluations. 2023;3(1):100105. <https://doi.org/10.1016/j.tbench.2023.100105>

Kaplan A., Barkan-Slater S., Zlotnik Y., Levy-Tzedek S. Robotic technology for Parkinson's disease: Needs, attitudes and concerns of individuals with Parkinson's disease and their family members. A focus group study. International Journal of Human-Computer Studies. 2024;181:103148. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2023.103148>

Liao C., Xiao S., Wang X. Bench-to-bedside: Translational development landscape of biotechnology in healthcare. Health Sciences Review. 2023;7:100097. <https://doi.org/10.1016/j.hsr.2023.100097>

Lermen F.H., Kvitko de Moura P., Becker Bertoni V., Graciano P., Tortorella G.L. Does maturity level influence the use of Agile UX methods by digital startups? Evaluating design thinking, lean startup, and lean user experience. Information and Software Technology. 2023;154:107107. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2022.107107>

Mbonane H., Sibanda M., Godman B., Meyer J. C., Matlala M. Knowledge, attitudes and practices of healthcare professionals on the use of an electronic stock visibility and management tool in a middle-income country: Implications for access to medicines. Exploratory Research in Clinical and Social Pharmacy. 2023;9:100233. <https://doi.org/10.1016/j.resop.2023.100233>

Rao A., Kim J., Kamineni M., Pang M., Lie W., Dreyer K.J., Succi M.D. Evaluating GPT as an Adjunct for Radiologic Decision Making: GPT-4 Versus GPT-3.5 in a Breast Imaging Pilot. *Journal of the American College of Radiology*. 2023. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2023.05.003>

Shi Y., Fu J., Zeng M., Ge Y., Wang X., Xia A., Shen W., Wang J., Chen W., Jiang S., Zhai X. Information technology and artificial intelligence support in management experiences of the pediatric designated hospital during the Covid-19 epidemic in 2022 in Shanghai. *Intelligent Medicine*. 2023;3(1):16–21. <https://doi.org/10.1016/j.imed.2022.08.002>

Voke D., Perry A., Bardach Sh.H., Kapadia N.S., Barnato A.E. Innovation pathways to preserve: Rapid healthcare innovation and dissemination during the Covid-19 pandemic. *Healthcare*. 2022;10(4):100660. <https://doi.org/10.1016/j.hjdsi.2022.100660>

Wang S. Optimization health service management platform based on big data knowledge management. *Optik*. 2023;273:170412. <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2022.170412>

Wei W., Jiang Zh. A bibliometrix-based visualization analysis of international studies on conversations of people with aphasia: Present and prospects. *Heliyon*. 2023;9(6):e16839. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16839>

Young A.S. AI in healthcare startups and special challenges. *Intelligence-Based Medicine*. 2022;6:100050. <https://doi.org/10.1016/j.ibmed.2022.100050>

REFERENCES

Aleanizy F.S., Alqahtani F.Y. Risk management and infection control preparedness of Saudi healthcare facilities to overcome the Covid-19 pandemic. *IJID Regions*. 2022;3:268–274. <https://doi.org/10.1016/j.ijregi.2022.04.005>

Aria M., Cuccurullo C. An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*. 2017;11(4):959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>

Arji G., Ahmadi H., Avazpoor P., Hemmat M. Identifying resilience strategies for disruption management in the healthcare supply chain during Covid-19 by digital innovations: A systematic literature review. *Informatics in Medicine*. 2023;38:101199. <https://doi.org/10.1016/j.imu.2023.101199>

Baddley J., Rasheed F.N. The Aga Khan Development Network's (AKDN) approach to supply chain carbon foot printing for healthcare providers. *Cleaner Logistics and Supply Chain*. 2023;7:100109. <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2023.100109>

Balkhi B., Alshahrani A., Khan A. Just-in-time approach in healthcare inventory management: Does it really work? *Saudi Pharmaceutical Journal*. 2022;30(12):1830–1835. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2022.10.013>

Bamel U., Talwar S., Pereira V., Corazza L., Dhir A. Disruptive digital innovations in healthcare: Knowing the past and anticipating the future. *Technovation*. 2023;125:102785. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2023.102785>

Bano S., Khalid S., Mansoor Tairan N., Shah H., Ali Khattak H. Summarization of scholarly articles using BERT and BiGRU: Deep learning-based extractive approach. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*. 2023;35(9):101739. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2023.101739>

Bushueva M.A., Masyuk N.N., Bragina Z.V., Ilyuhina A.S. Transformation of the region's economy into an ecosystem in the paradigm of digital development. *Azimuth of scientific research: Economics and Management*. 2022;11(3):13–18. (In Russian).

Chakraborty I., Ilavarasan P.V., Edirippulige S. Health-tech startups in healthcare service delivery: A scoping review. *Social Science & Medicine*. 2021;278:113949. 0277–9536. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2021.113949>

Duque J., Silva F., Godinho A. Data Mining applied to Knowledge Management. *Procedia Computer Science*. 2023;219:455–461. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01.312>

Ilin I., Levina A., Frolov K., Borremans A., Ershova A., Tick A., Averina M. Life-Cycle Contract as an Innovative Business Model for High-Tech Medical Organizations. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. 2022;8(4):207. <https://doi.org/10.3390/joitmc8040207>

Javaid M., Haleem A., Singh R.P. ChatGPT for healthcare services: An emerging stage for an innovative perspective, BenchCouncil Transactions on Benchmarks. *Standards and Evaluations*. 2023;3(1):100105. <https://doi.org/10.1016/j.tbench.2023.100105>

Kaplan A., Barkan-Slater S., Zlotnik Y., Levy-Tzedek S. Robotic technology for Parkinson's disease: Needs, attitudes and concerns of individuals with Parkinson's disease and their family members. A focus group study. *International Journal of Human-Computer Studies*. 2024;181:103148. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2023.103148>

Lermen F.H., Kvitko de Moura P., Becker Bertoni V., Graciano P., Tortorella G.L. Does maturity level influence the use of Agile UX methods by digital startups? Evaluating design thinking, lean startup, and lean user experience. *Information and Software Technology*. 2023;154:107107. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2022.107107>

- Liao C., Xiao S., Wang X.* Bench-to-bedside: Translational development landscape of biotechnology in healthcare. *Health Sciences Review.* 2023;7:100097. <https://doi.org/10.1016/j.hsr.2023.100097>
- Masyuk N.N., Bushueva M.A., Gerasimova A.A.* The concept of ecosystems in the knowledge economy: a theoretical basis. *Natural sciences and humanities research.* 2022;44(6):208–212. (In Russian).
- Masyuk N.N., Gerasimova A.A., Bushueva M.A.* Digital financial literacy and digital financial competencies in knowledge management. *Creative economics.* 2023;17(5):1637–1654. (In Russian).
- Mbonane H., Sibanda M., Godman B., Meyer J. C., Matlala M.* Knowledge, attitudes and practices of healthcare professionals on the use of an electronic stock visibility and management tool in a middle-income country: Implications for access to medicines. *Exploratory Research in Clinical and Social Pharmacy.* 2023;9:100233. <https://doi.org/10.1016/j.rcsop.2023.100233>
- Rao A., Kim J., Kamineni M., Pang M., Lie W., Dreyer K.J., Succi M.D.* Evaluating GPT as an Adjunct for Radiologic Decision Making: GPT-4 Versus GPT-3.5 in a Breast Imaging Pilot. *Journal of the American College of Radiology.* 2023. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2023.05.003>
- Sfouq F.A., Alqahtani F.Y.* Risk management and infection control preparedness of Saudi healthcare facilities to overcome the Covid-19 pandemic. *IJID Regions.* 2022;3:268–274. <https://doi.org/10.1016/j.ijregi.2022.04.005>
- Shi Y., Fu J., Zeng M., Ge Y., Wang X., Xia A., Shen W., Wang J., Chen W., Jiang S., Zhai X.* Information technology and artificial intelligence support in management experiences of the pediatric designated hospital during the Covid-19 epidemic in 2022 in Shanghai. *Intelligent Medicine.* 2023;3(1):16–21. <https://doi.org/10.1016/j.imed.2022.08.002>
- Voke D., Perry A., Bardach Sh.H., Kapadia N.S., Barnato A.E.* Innovation pathways to preserve: Rapid healthcare innovation and dissemination during the Covid-19 pandemic. *Healthcare.* 2022;10(4):100660. <https://doi.org/10.1016/j.hjdsi.2022.100660>
- Wang S.* Optimization health service management platform based on big data knowledge management. *Optik.* 2023;273:170412. <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2022.170412>
- Wei W., Jiang Zh.* A bibliometrix-based visualization analysis of international studies on conversations of people with aphasia: Present and prospects. *Heliyon.* 2023;9(6):e16839. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16839>
- Young A.S.* AI in healthcare startups and special challenges. *Intelligence-Based Medicine.* 2022;6:100050. <https://doi.org/10.1016/j.ibmed.2022.100050>