

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ

Нафиса Исламовна Юсупова¹, Майя Марсовна Гаянова²,
Марат Робертович Богданов³

^{1, 2, 3} Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа, Россия

¹ yusupova.ni@ugatu.su

² gayanova.mm@ugatu.su

³ bogdanov.mr@ugatu.su

Аннотация. Использование информационных технологий в медицинской деятельности радикально меняет постановку, способы и средства решения большинства практических задач. Переход на современные информационные технологии обеспечивает новые возможности и улучшает качество сервиса, сокращает время обследования, увеличивает точность диагностики и т. д. **Цель исследования:** извлечение информации об использовании информационных технологий для поддержки принятия решений в медицинской диагностике на основе анализа публикаций в этой области. **Материалы и методы.** Для формального представления процесса структурно-семантического анализа информации об использовании ИТ в медицине построена функциональная модель в нотации IDEF0. При проведении исследований в конкретной предметной области требуется проведение анализа известных научных результатов и практических решений, для чего используются научные публикации, размещенные в различных источниках. Существуют платформы, где собрана информация о таких данных, позволяющие определить количественные показатели публикации, их специфические характеристики и т. д. Для выявления динамики появления публикаций, сравнительного анализа результативности различных ученых и исследовательских организаций, определения публикационной активности в журнальном секторе использованы инструменты семантического анализа. Для определения особенностей публикационной активности аналитиком, в качестве которого выступает специалист по семантическому анализу, проведен дополнительный анализ. Для обработки собранной информации использованы методы статистического анализа. На текущий момент собран небольшой объем данных, в применении специализированных инструментов анализа нет необходимости, для построения диаграмм использованы инструменты Excel. **Результаты.** Выявлены ключевые характеристики публикаций по анализируемой тематике, динамика появления статей, наиболее активные авторы, научные школы и наиболее популярные журналы, в которых опубликованы результаты исследований; приведены результаты извлечения информации об исследованиях в области использования ИТ в кардиологии из наиболее востребованных публикаций активных авторов. **Заключение.** Анализ публикаций на основе данных платформы elibrary.ru является предварительным этапом изучения научных текстов по выбранной тематике исследований, в дальнейшем необходимо разработать информационную систему для поддержки исследователей скомплексированными показателями и данными на основе анализа научных текстов.

Ключевые слова: извлечение информации, слабоструктурированная информация, семантический анализ, система поддержки принятия решений, медицинская диагностика

Благодарности: Исследования выполнены при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках выполнения по Государственному заданию № FEUE-2020-0007, при поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-07-00780.

Для цитирования: Юсупова Н.И., Гаянова М.М., Богданов М.Р. Извлечение информации об использовании информационных технологий для поддержки принятия решений в медицинской диагностике // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». 2022. Т. 22, № 1. С. 14–27. doi: 10.14529/ctcr220102.

RETRIEVING INFORMATION ABOUT THE USE INFORMATION TECHNOLOGY TO SUPPORT DECISION-MAKING IN MEDICAL DIAGNOSTICS

Nafisa I. Yusupova¹, Maya M. Gayanova², Marat R. Bogdanov³

^{1, 2, 3} Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia

¹ yusupova.ni@ugatu.su

² gayanova.mm@ugatu.su

³ bogdanov.mr@ugatu.su

Abstract. The use of information technology in medical practice radically changes the formulation, methods and means of solving most practical problems. The transition to modern information technologies provides new opportunities and improves the quality of service, reduces examination time, increases diagnostic accuracy, etc. **Purpose of the study.** Extraction of information about the use of information technology for decision support in medical diagnostics based on the analysis of publications in this field. **Materials and methods.** For a formal representation of the process of structural-semantic analysis of information on the use of IT in medicine, a functional model was built in the IDEF0 notation. When conducting research in a specific subject area, an analysis of known scientific results and practical solutions is required, for which scientific publications posted in various sources are used. There are platforms where information about such data is collected, allowing to determine the quantitative indicators of the publication, their specific characteristics, etc. Semantic analysis tools were used to identify the dynamics of the appearance of publications; to make comparative analysis of the effectiveness of various scientists and research organizations; to determine publishing activity in the journal sector. To determine the features of publishing activity, an additional analysis was conducted by the analyst, who is a specialist in semantic analysis. Statistical analysis methods were used to process the collected information. Since a small amount of data has been collected, there is no need to use specialized analysis tools, and Excel tools were used to build charts. **Results.** The key characteristics of publications on the analyzed topic, the dynamics of the appearance of articles, the most active authors, scientific schools and the most popular journals in which the research results are published are identified. The results of extracting information about research in the field of IT use in cardiology from the most popular publications of active authors are presented. **Conclusion.** The analysis of publications based on the data of the eLibrary.ru platform is a preliminary stage in the study of scientific texts on a selected research topic. For the future research, it is necessary to develop an information system to support researchers with complex indicators and data based on the analysis of scientific texts.

Keywords: information extraction, semi-structured information, semantic analysis, decision support system, medical diagnostics

Acknowledgments: The research was carried out with the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation in the framework of the implementation of the State Assignment No. FEUE-2020-0007, with the support of the Russian Foundation for Basic Research in the framework of the scientific project No. 19-07-00780.

For citation: Yusupova N.I., Gayanova M.M., Bogdanov M.R. Retrieving information about the use information technology to support decision-making in medical diagnostics. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics.* 2022;22(1):14–27. (In Russ.) doi: 10.14529/ctcr220102.

Введение

Развитие информационных технологий дает возможность получать, анализировать, обрабатывать и хранить огромные массивы разнородной информации. Использование этих технологий в медицинской деятельности радикально меняет постановку, способы и средства решения большинства практических задач; переход на современные информационные технологии (ИТ) обеспечивает ряд новых возможностей и интеграцию с системами цифровой диагностики [1], что улучшает качество сервиса, сокращает время обследования, увеличивает точность диагностики, позволяет проводить удаленные консультации и т. д.

Исследованиями в области медицинской диагностики с использованием ИТ для повышения эффективности активно занимаются ученые у нас в стране [2–13] и за рубежом [14–17]. В связи с высокой исследовательской активностью в рассматриваемой области возникает вопрос, как оп-

ределить основные тренды научных исследований на основе больших объемов информации, которая является слабоструктурированной.

Данная статья посвящена методике извлечения информации об использовании информационных технологий для поддержки принятия решений в медицинской диагностике и результатам ее применения. Поскольку необходимость использования информационных технологий в медицине не вызывает сомнений, перед авторами стояла задача – выяснить, в каком состоянии находится этот вопрос.

1. Постановка задачи

Для получения информации на основании официальных данных об основных тенденциях исследований в области использования ИТ для поддержки принятия решений в медицинской диагностике необходимо решить следующие задачи:

- 1) определить динамику исследовательской деятельности в целом;
- 2) выявить лидеров (ученых, научные школы, организации) в указанных областях научных исследований;
- 3) определить наиболее интересные научные и практические результаты, полученные в последнее время.

Формальное представление процесса структурно-семантического анализа информации об использовании ИТ в медицине представлено на рис. 1 в виде функциональной модели в нотации IDEF0.

Для решения этих задач необходимо определить:

- 4) методику сбора и извлечения информации об исследовательской активности;
- 5) доступные информационные ресурсы, которые можно использовать для сбора информации;
- 6) методы обработки информации.

2. Предлагаемая методика сбора и извлечения информации.

Выбор информационных ресурсов

Анализ известных научных результатов и практических решений, которые получены и используются в научных лабораториях разных организаций, является необходимым этапом при проведении исследований в конкретной предметной области.

Для проведения такого анализа можно использовать научные публикации, которые размещены в различных источниках. Речь идет о монографиях, статьях, отчетах и других материалах, которые публикуются на электронных ресурсах.

Специально организованные платформы, где собирается информация о таких данных, позволяют определить количественные показатели публикации, их специфические характеристики, которые дают внешнее представление о результатах семантического анализа публикации в конкретной предметной области [9].

Инструменты семантического анализа позволяют провести исследование научных текстов с целью:

- выявления динамики появления публикаций в виде временных рядов с интервалом дискретизации в один год;
- сравнительного анализа результативности различных ученых и исследовательских организаций, работающих в рассматриваемой предметной области;
- определения публикационной активности в журнальном секторе.

В качестве информационной базы будем использовать научные тексты популярной научной электронной библиотеки elibrary.ru, хотя в ней сосредоточена информация только о русскоязычных текстах. Инструменты данной библиотеки выдают некоторые количественные показатели в виде распределения числа публикаций по выбранной теме в зависимости от разных параметров. Дополнительный анализ, проведенный аналитиком, в качестве которого выступает специалист по семантическому анализу, с помощью других средств позволяет определить особенности публикационной активности.

Для обработки информации можно использовать статистический анализ. Для малого объема данных достаточно использовать инструменты Excel для построения диаграмм, но для дальнейших исследований требуется разработка информационной системы для поддержки исследователей на основе анализа научных текстов.

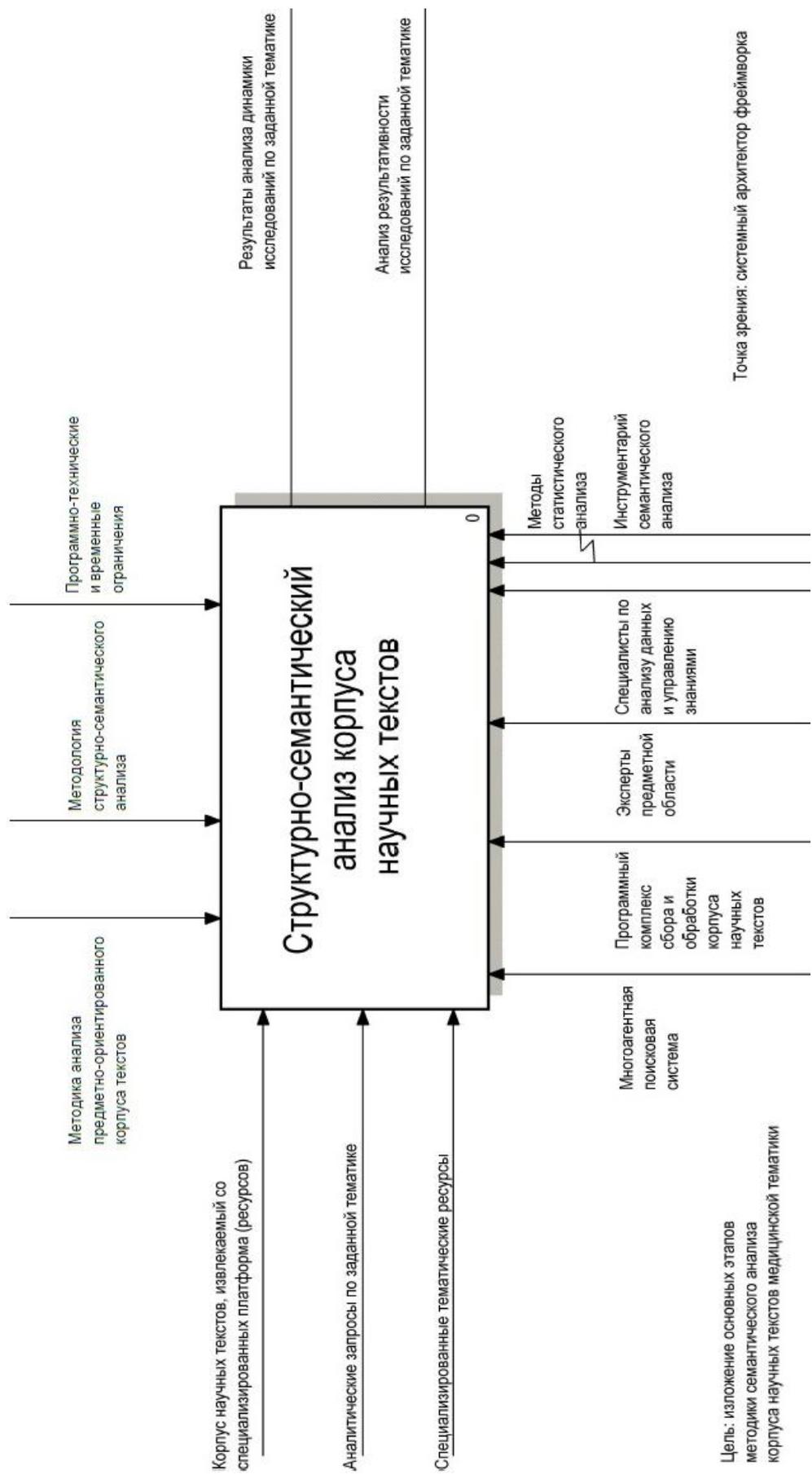


Рис. 1. Функциональная модель структурно-семантического анализа научных текстов
Fig. 1. Functional model of structural-semantic analysis of scientific texts

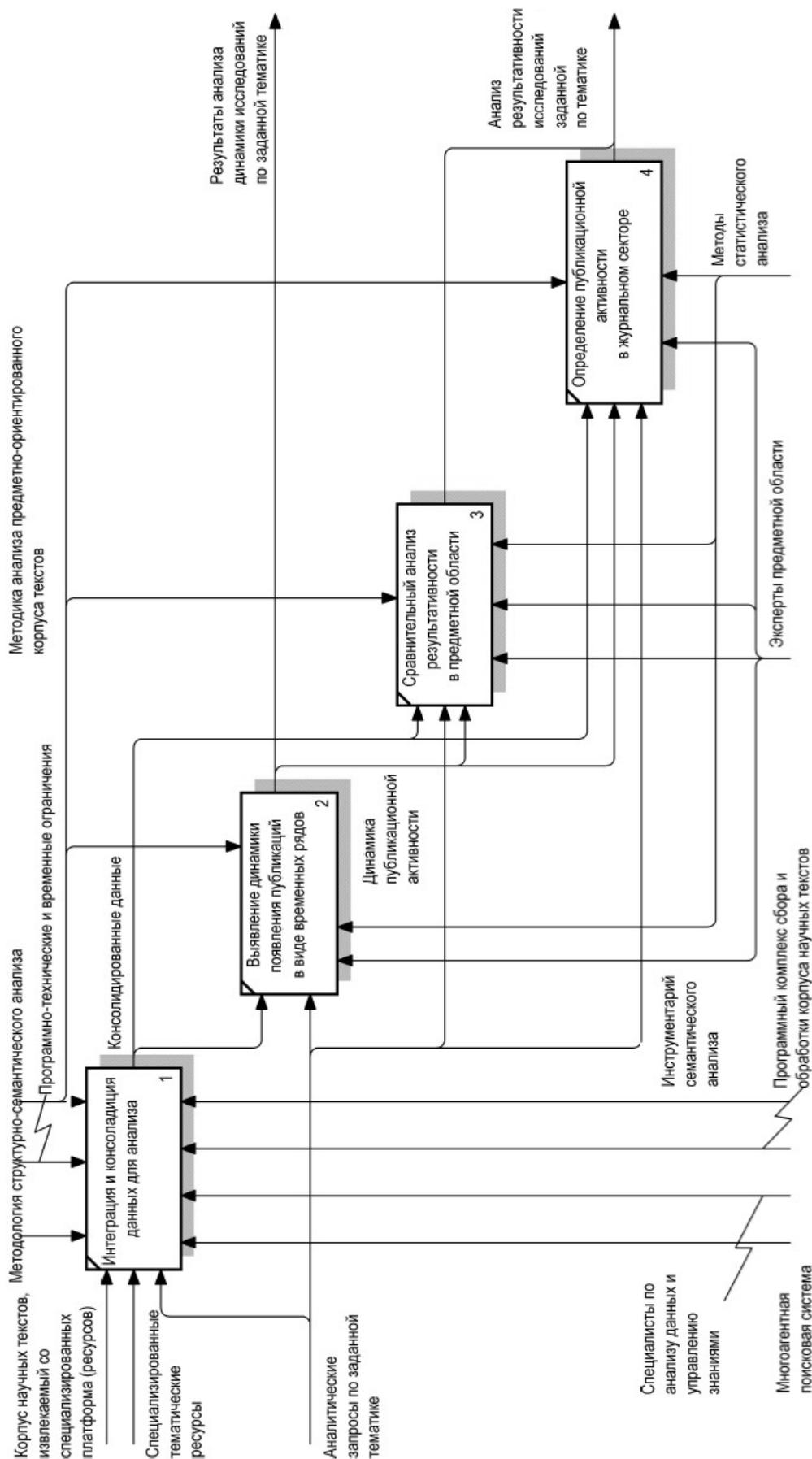


Рис. 2. Первый уровень декомпозиции функциональной модели
Fig. 2. The first level of decomposition of the functional model

На рис. 2 представлен первый уровень декомпозиции функциональной модели процесса структурно-сематического анализа информации об использовании ИТ в медицине.

Укрупненно представлены основные этапы анализа, ограничения и инструменты его реализации. Последующие уровни декомпозиции позволят детально раскрыть перечень задач и перейти к проектированию архитектуры ИС сбора и анализа слабоструктурированной информации конкретной предметной области.

3. Результаты извлечения информации о динамике исследования

Многие ученые в разных странах занимаются вопросами использования информационных технологий в медицине. Только за последние 15 лет на платформе eLibrary.ru зафиксировано более 1,5 тысячи публикаций. Обработка этой информации, если не использовать специальные инструменты, является трудоемкой и требует много времени. Возникает вопрос, какие результаты можно получить, если использовать средства обработки слабоструктурированной информации.

В области медицины существует много направлений, где информационные технологии усиленно используются.

Для определенности решения задачи поиска и извлечения информации выберем область диагностики заболеваний (ДЗ). В качестве возможных ключевых конструкций выберем три: системы поддержки принятия решения при диагностике заболеваний (СППР при ДЗ), информационные технологии при диагностике заболеваний (ИТ при ДЗ), обработка данных при диагностике заболеваний (ОД при ДЗ).

Это позволит сравнить предпочтения исследователей в области терминологии.

Наиболее важные характеристики публикаций за последние 15 лет по указанным тематикам на основе данных из eLibrary.ru приведены в табл. 1 [18].

Характеристики публикаций (за последние 15 лет)

Таблица 1

Characteristics of publications (for the last 15 years)

Table 1

Количественные характеристики	Исследовательские темы		
	СППР при ДЗ	ИТ при ДЗ	ОД при ДЗ
Всего публикаций	44	42	637
Статьи в журналах	33	30	469
Статьи в журналах, входящих в Web of Science или Scopus	2	7	121
Статьи в журналах, входящих в ядро РИНЦ	6	12	196
Статьи в журналах, входящих в RSCI	5	11	163
Взвешенный импакт-фактор журналов, в которых были опубликованы статьи	0,341	0,4	0,419
Общее число авторов	111	148	2277
Среднее число публикаций в расчете на одного автора	0,4	0,28	0,28
Суммарное число цитирований	98	73	891
Среднее число цитирований в расчете на одну статью	2,23	1,74	1,4
Число статей, процитированных хотя бы один раз	19	16	241
Число самоцитирований	5	0	14
Индекс Хирша	5	4	11

Нетрудно заметить, что авторы публикаций чаще всего используют конструкцию слов «Обработка данных при диагностике заболеваний». Число статей по данному запросу на порядок выше по сравнению с количеством статей, посвященных СППР при диагностике медицинских

заболеваний или ИТ при диагностике заболеваний. Нетрудно также заметить, что если речь идет об исследованиях в области ИТ, то наукометрические показатели публикаций (статьи в журналах, входящих в Web of Science или Scopus, в ядро РИНЦ или в RSCI) в этой области в несколько раз выше, чем у публикаций с использованным конструктором «СППР при диагностике заболеваний».

Данные, извлеченные из elibrary.ru, позволяют построить графики, отражающие динамику появления статей за последние 9 лет (с 2012 по 2020 год), которая представлена на рис. 3.

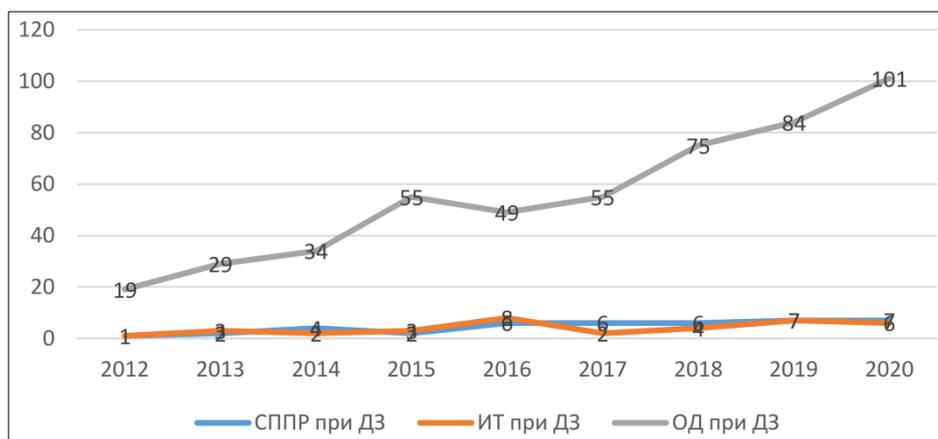


Рис. 3. Рост числа публикаций за последние 9 лет
Fig. 3. Increase in the number of publications over the past 9 years

Исследования в области обработки данных при диагностике заболеваний становятся все более активными, что связано с активным развитием современных средств обработки данных. Общие вопросы разработки СППР и использования ИТ в ДЗ стабильно являются предметом исследований в течении последних 15 лет.

4. Результаты извлечения информации о характеристиках публикационной активности

Первый вопрос, который возникает при анализе научной активности, кто из ученых наиболее активно работает в интересующих нас областях исследований. С целью анализа результативности проведенных исследований рассмотрим показатели публикационной активности десяти ведущих авторов в каждой из трех тематик. На рис. 4–6 представлены данные о наиболее активных исследователях в каждой тематике. Число публикаций отдельных авторов за последние 15 лет колеблется от одной до пяти.

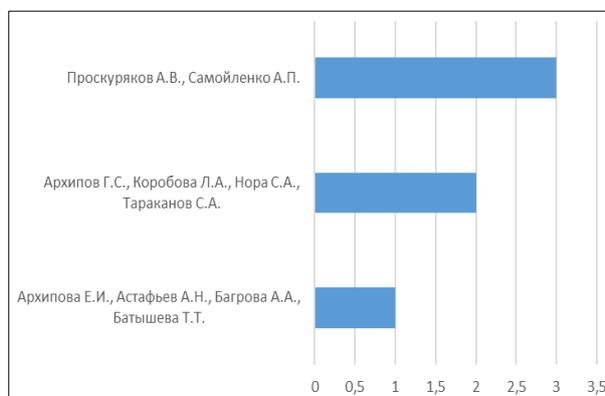


Рис. 4. Наиболее активные исследователи в области знаний «СППР при ДЗ»
Fig. 4. The most active researchers in the field of knowledge “DSS for diagnosing diseases”

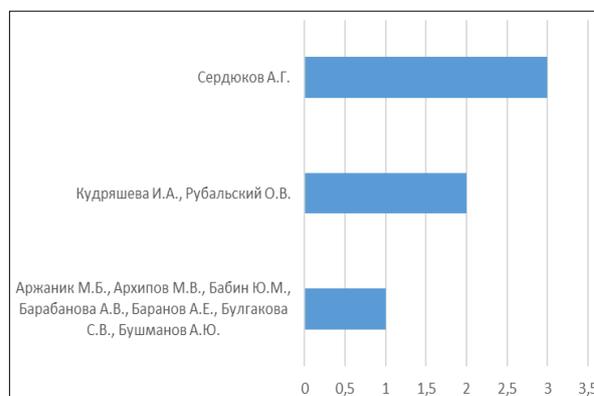


Рис. 5. Наиболее активные исследователи в области знаний «ИТ при ДЗ»
Fig. 5. The most active researchers in the field of knowledge “IT with diagnosing diseases”



Рис. 6. Наиболее активные исследователи в области знаний «ОД при ДЗ»
Fig. 6. The most active researchers in the field of knowledge "Data processing in the diagnosis of diseases"

Множества наиболее активных авторов по сравниваемым тематикам различны. Только два исследователя имеют публикации в двух тематиках: «СППР при ДЗ» и «Обработка данных при ДЗ» – А.В. Проскуряков из Южного федерального университета (Ростов-на-Дону) и Л.А. Коробова из Воронежского государственного университета инженерных технологий.

К числу наиболее активных исследователей относятся также: А.П. Самойленко из Южного федерального университета (Ростов-на-Дону), С.З. Савина из Тихоокеанского государственного университета (Хабаровск), О.В. Рубальского из Астраханского государственного медицинского университета и т. д.

Анализ результатов публикационной активности исследовательских организаций и научных школ позволяет выделить десять наиболее активных среди них (рис. 7–9).

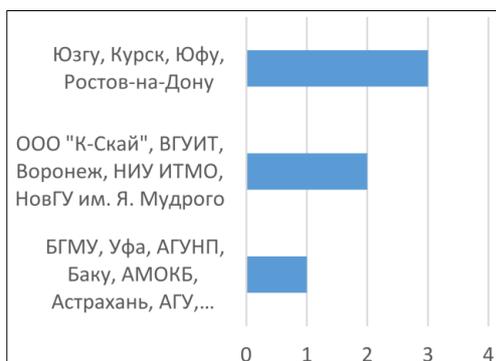


Рис. 7. Наиболее активные организации в области знаний «СППР при ДЗ»
Fig. 7. The most active organizations in the field of knowledge "DMS for diagnosing diseases"



Рис. 8. Наиболее активные организации в области знаний «ИТ при ДЗ»
Fig. 8. The most active organizations in the field of knowledge "IT with diagnosing diseases"

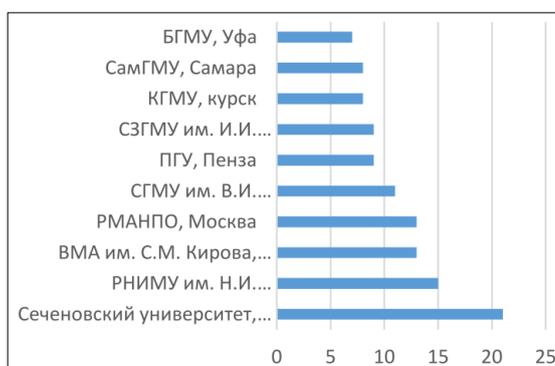


Рис. 9. Наиболее активные организации в области знаний «ОД при ДЗ»
Fig. 9. Most active organizations in the field of knowledge "Data processing in the diagnosis of diseases"

Основной вклад в исследования по тематике «Информационные технологии в медицине» внесли медицинские организации, некоторые государственные университеты, чья деятельность не связана напрямую с медициной: Юго-Западный, Южный федеральный, Воронежский университет инженерных технологий, ИТМО, Новгородский университет им. Ярослава Мудрого, Азербайджанский университет нефти и промышленности, Астраханский университет, Белгородский национальный исследовательский университет, Пензенский университет, а также научные центры: Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН.

Анализ журналов, в которых представлены основные результаты исследований, показал, что публикаций, затрагивающих тему применения информационных технологий в медицине, не так уж и много. Для каждой из ключевых тематик выделены десять основных изданий, которые представлены в табл. 2.

Таблица 2

Основные результаты исследований в областях «СППР при ДЗ» и «ИТ при ДЗ»

Table 2

The main results of research in the areas of “DSS in diagnosis of diseases” and “IT in diagnosis of diseases”

Основные результаты исследований в области «СППР при ДЗ»	Основные результаты исследований в области «ИТ при ДЗ»
<ul style="list-style-type: none"> • Системный анализ и управление в биомедицинских системах • Российская оториноларингология • Успехи современного естествознания • Детская и подростковая реабилитация • Интеллектуальные системы в производстве • Современные наукоемкие технологии • Биомедицинская радиоэлектроника • Качество и жизнь • Психическое здоровье • Медицинский вестник Башкортостана 	<ul style="list-style-type: none"> • Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры • Кардиология • Медицинская радиология и радиационная безопасность • Нейрокомпьютеры: разработка, применение • International Journal on Immunorehabilitation • Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания • Российский вестник перинатологии и педиатрии • Российский кардиологический журнал • Системный анализ и управление в биомедицинских системах • Российская оториноларингология

Топ 10 журналов, в которых опубликованы результаты исследований в области «ОД при ДЗ», представлен на рис. 10.

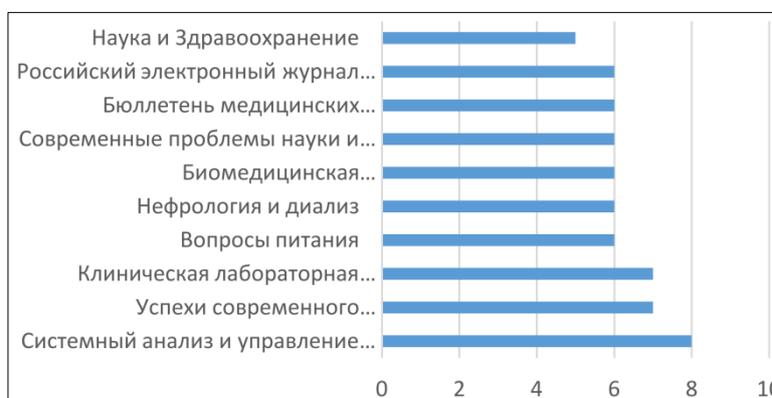


Рис. 10. Анализ активности журналов в области знаний «ОД при ДЗ»
Fig. 10. Analysis of the activity of journals in the field of knowledge “Data processing in the diagnosis of diseases”

Основные результаты исследований представлены в журналах медицинского профиля (журналы «Кардиология», «Наука и Здоровье» и т. д.).

Анализ журнальной активности позволил выделить несколько журналов, в которых представлены результаты исследований по тематике «Информационные технологии в медицине»: «Нейрокомпьютеры: разработка, применение» (в журнале освещаются вопросы разработки и применения перспективных интеллектуальных систем и технологий), «Системный анализ и управление в биомедицинских системах» (включает тематическую рубрику «Алгоритмизация, моделирование и управление процессами диагностики и лечения. Информационные технологии в биомедицине»), «Интеллектуальные системы в производстве», «Современные наукоемкие технологии» (в журнале представлены публикации, в том числе проблемы в области информатики, вычислительной техники и управления).

5. Результаты анализа данных по исследованиям в области применения ИТ в кардиологии

Если сформулировать более узкий запрос, касающийся конкретного диагноза в медицине, например, кардиозаболеваний, то выясняется, что на платформе eLibrary.ru статей, удовлетворяющих данному запросу, нет. Если же сформулировать более мягкий запрос, например, «Обработка данных кардио», то платформа выдает немного статей (17), удовлетворяющих данному запросу. Часть из них носит сугубо медицинский характер и опубликованы в медицинских журналах типа «Кардиология», «Диагностическая и интервенционная радиология», «Кардиологический вестник» и т. д.

6. Результаты извлечения информации об исследованиях в области использования ИТ в кардиологии

На основании предварительной обработки информации на первом этапе были найдены наиболее востребованные публикации активных авторов. Анализ их содержания позволяет выделить несколько статей, касающихся компьютерного моделирования, применения информационных технологий в медицине, калькуляторов прогноза, регистрации и обработки сигналов, передачи информации и обработки данных и т. д. Все статьи можно разделить на три группы. Первая группа – это статьи, опубликованные в IT-журналах, вторая группа – публикации в медицинских журналах, третья группа – публикации в спортивных журналах.

Ученые из Института проблем безопасного развития атомной энергетики РАН и МФТИ [10] рассмотрели бесконтактный метод анализа сердечной активности человека, основанный на регистрации и обработке баллистокордиографического сигнала, который является более экономичным с точки зрения необходимых вычислительных ресурсов, чем сравнимые по точности методы, основанные на машинном обучении, и может быть реализован на граничном (промежуточном) вычислительном узле, к которому подключены несколько датчиков. Результаты в 2018 г. опубликованы в трудах Института системного программирования РАН.

Коллективом ученых из Пензенского государственного университета [11] построена компьютерная модель торса и сердца пациента в компьютерной диагностической системе «Кардиовид» на основании индивидуальных данных пациента: данных флюорографического обследования, обработанного электрокардиосигнала, а также антропометрических данных пациента. Предложена компьютерная модель торса пациента, учитывающая индивидуальные антропометрические особенности пациента и наглядно отображающая размер и положение сердца пациента в грудной клетке; компьютерная модель сердца пациента с визуализацией внутренних полостей, позволяющая наглядно представлять кардиографическую информацию о состоянии здоровья пациента. Результаты в 2005 г. опубликованы в журнале «Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика».

Группа ученых из Астраханского государственного медицинского университета [12] провели амплитудно-частотный анализ доплерограмм при изучении микроциркуляции у больных стенокардией напряжения III и IV функциональных классов. Результаты в 2007 г. опубликованы в журнале «Успехи современного естествознания».

ООО «АИТ Кардио Про» [13] разработана программа для ЭВМ «Программное обеспечение системы персонального мониторинга электрокардиограммы с перемещаемым грудным электро-

дом», которая является встраиваемым программным обеспечением компьютерного электрокардиографа «АИТ Кардио Про», регистрирующего ЭКГ одновременно в семи отведениях. ПО обеспечивает работу цифровой части устройства: аналого-цифровое преобразование биоэлектрических сигналов ЭКГ отведений (двух отведений от конечностей и одного из грудных), сжатие и передачу данных персональному компьютеру по интерфейсу USB. Программа включает конфигурирование портов и периферийных устройств ARM-микроконтроллера STM32Fxx, ответственного за оцифровку аналоговых кардиосигналов, сжатие, упаковку и передачу данных, работу светодиодной индикации прибора, обработку кодов команд от управляющего приложения высокого уровня. Программа обеспечивает функционирование устройства в составе программно-аппаратной системы персонального мониторинга ЭКГ с перемещаемым грудным электродом. Имеется свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ (2019 г.).

Группа ученых из Новосибирского медицинского университета, городской клинической больницы № 1 и государственного архитектурно-строительного университета (Сибстрин) [14] разработали калькулятор годичного прогноза риска развития неблагоприятных кардиоваскулярных событий у пациентов после перенесенного острого инфаркта миокарда с подъемом сегмента ST. Следующим этапом работы стало создание регрессионной модели и авторского калькулятора риска развития неблагоприятного прогноза у пациентов с ОИМпST в течение 1 года с ПКФР. Результаты в 2020 г. опубликованы в журнале «Фундаментальная и клиническая медицина».

Исследованиями вегетативной регуляции кровообращения во время длительной изоляции на основе анализа вариабельности сердечного ритма занимаются ученые [15] из государственного научного центра РФ «Институт медико-биологических проблем». Для оценки адаптационных реакций организма использовали метод математического анализа ритма сердца. Анализировались суточные массивы кардиоинтервалов, полученные в результате обработки данных с помощью непрерывной регистрации электрокардиограммы в течение суток (Холтеровское мониторирование). Результаты опубликованы в журнале «Авиакосмическая и экологическая медицина».

Ученые из Казанского ФУ [16] изобрели концепцию системы управления интеллектуальным велосипедом (смарт-велосипед), разработанную для того, чтобы помочь физически нетренированным велосипедистам, а также людям, нуждающимся в кардиореабилитации, при езде на велосипеде получать именно такой уровень нагрузок, который необходим. Для управления велосипедом в реальном времени предлагается использовать набор датчиков, средство передачи информации и программу обработки данных. Результаты в 2017 г. опубликованы в Электронном научно-образовательном Вестнике «Здоровье и образование в XXI веке».

Ряд ученых из научного центра здоровья детей РАМН [17] предложили математические подходы оценки адаптации кардиогемодинамики в зависимости от активности клеточных дегидрогеназ лимфоцитов крови у юных спортсменов. Целью исследования являлось изучение взаимосвязи ферментной активности лимфоцитов крови с показателями деятельности сердечно-сосудистой системы юных спортсменов при физических нагрузках. При обработке данных использовали универсальный метод построения устойчивых нелинейных уравнений регрессии, основанных на применении нейронных сетей. Результаты в 2009 г. опубликованы в журнале «Лечебная физкультура и спортивная медицина».

Заключение

Анализ публикаций на основе данных платформы elibrary.ru является предварительным этапом изучения научных текстов по выбранной тематике исследований. При работе с данными elibrary.ru происходит автоматическая подборка статей по ключевым словам, без учета вида и специфики научных исследований. Для выделения из подборки нужного материала приходится прибегать к эксперту по знаниям предметной области. Анализ информации «вручную» – достаточно трудоемкая процедура, которая требует значительных временных затрат.

Результаты извлечения информации об исследованиях в области использования ИТ в кардиологии показали, что все статьи можно условно поделить на три группы: статьи, опубликованные в ИТ, медицинских и спортивных журналах.

Что касается использования ИТ в медицине, большая часть работ связана с обработкой данных при диагностике, системные вопросы ППР при диагностике рассматриваются достаточно редко; в областях диагностики кардиозаболеваний публикаций довольно мало.

Статьи в медицинских журналах в основном касаются разработок, в частности, прогнозирующих риск развития неблагоприятных событий (калькулятор) или определяющих уровень физической нагрузки нетренированным пациентам (смарт-велосипед).

Статьи в спортивных журналах большей частью отражают взаимосвязи показателей здоровья спортсменов при физических нагрузках.

Список литературы

1. Дабагов, В.Д. Информатизация здравоохранения и некоторые проблемы построения интегрированных медицинских информационных систем // Информационные системы в здравоохранении. URL: <https://it.med.cap.ru/> (дата обращения: 29.11.2021).

2. Шахмамметова Г.Р., Зулкарнеев Р.Х., Евграфов А.А. Система поддержки принятия клинических решений для диагностики болезней органов дыхания // *Advances in Intelligent Systems Research*. 2019. С. 101–105. doi: 10.2991/itids-19.2019.19.

3. Юсупова Н.И., Шахмамметова Г.Р., Зулкарнеев Р.Х. Комплексный анализ медицинских данных с использованием Data Mining // *Acta Polytechnica Hungarica*. 2020. № 17(8). С. 75–93. doi: 10.12700/APH.17.8.2020.8.6.

4. Шахмамметова Г.Р., Зулкарнеев Р.Х., Евграфов А.А. Обработка неструктурированной текстовой и табличной информации в системе принятия клинических решений при диагностике болезней органов дыхания // *Advances in Intelligent Systems Research*. Paris: Atlantis Press. 2020. С. 323–327. doi: 10.2991/aisr.k.201029.061.

5. Юсупова Н.И., Сметанина О.Н., Гаянова М.М. Технологии искусственного интеллекта и машинного обучения в задачах семантического представления и анализа данных: моногр. М.: Изд-во «Инновационное машиностроение», 2020. 242 с.

6. Нужный А.С., Прозоров А.А., Бугаев В.И. и др. Анализ баллистокордиограммы на граничных вычислительных узлах // *Труды ИСП РАН*. 2018. № 2. С. 251–262.

7. Бодин О.Н. Принципы построения, структура и особенности компьютерной диагностической системы «Кардиовид». *Вестник новых медицинских технологий*. 2005. Т. 12, № 3–4. С. 107–108.

8. Прокофьева Т.В., Полунина О.С., Яценко М.К. и др. Амплитудно-частотный анализ доплерограмм при изучении микроциркуляции у больных стенокардией напряжения III и IV функциональных классов // *Успехи современного естествознания*. 2007. № 12. С. 375–376.

9. Кузнецов Ф.В., Павленко Д.В. Программное обеспечение системы персонального мониторинга электрокардиограммы с перемещаемым грудным электродом «АИТ Кардио Про»: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ RU 2019660391. № 2019619474; заявл. 24.07.2019; опублик. 05.08.2019.

10. Барбарич В.Б., Ложкина Н.Г., Толмачева А.А. и др. Создание калькулятора годового прогноза с персональными коэффициентами факторов риска после перенесенного острого инфаркта миокарда с подъемом сегмента ST // *Фундаментальная и клиническая медицина*. 2020. № 2. С. 48–59.

11. Баевский Р.М., Никулина Г.А. Исследование вегетативной регуляции кровообращения во время длительной изоляции на основе анализа вариабельности сердечного ритма // *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 1997. Т. 31, № 4. С. 61–64.

12. Бойко А.Д., Шубенкова К.А. Смарт велосипед как средство профилактики сердечно-сосудистых заболеваний и кардиореабилитации // *Электронный научно-образовательный Вестник «Здоровье и образование в XXI веке»*. 2017. Т. 19. № 12. С. 53–55.

13. Корнеева И.Т., Поляков С.Д., Гоголова В.Л. и др. Математические подходы оценки адаптации кардиогемодинамики в зависимости от активности клеточных дегидрогеназ лимфоцитов крови у юных спортсменов // *Лечебная физкультура и спортивная медицина*. 2009. № 9(69). С. 28–32.

14. Iroju O.G., Olaleke J.O. A systematic review of natural language processing in healthcare // *International Journal of Information Technology and Computer Science*. 2015. Vol. 7, no. 8. P. 44–50. doi: 10.5815/ijitcs.2015.08.07.

15. Nadkarni P.M., Ohno-Machado L., Chapman W.W. Natural language processing: an introduc-

tion // *Journal of the American Medical Informatics Association*. 2011. Vol. 18, no. 5. P. 544–551. doi: 10.1136/amiajnl-2011-000464.

16. Duch W., Matykiewicz P., Pestian J. *Neurolinguistic approach to natural language processing with applications to medical text analysis // Neural Networks*. 2008. Vol. 21, no. 10. P. 1500–1510. doi: 10.1016/j.neunet.2008.05.008.

17. Wang Y., Liu S, Afzal N. et al. *A comparison of word embeddings for the biomedical natural language processing // Journal of biomedical informatics*. 2018. Vol. 87. P. 12–20. doi: 10.1016/j.jbi.2018.09.008.

18. Научная электронная библиотека. URL: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 29.11.2021).

References

1. Dabagov V.D. *Informatizatsiya zdavookhraneniya i nekotoryye problemy postroyeniya integrirovannykh meditsinskikh informatsionnykh sistem* [Health informatization and some problems of building integrated medical information systems]. Available at: <https://it.med.cap.ru/> (accessed 29.11.2021). (In Russ.)

2. Shakhmametova G.R., Zulkarneyev R.Kh., Evgrafov A.A. Clinical Decision Support System for the Respiratory Diseases Diagnosis. *Advances in Intelligent Systems Research*; 2019. P. 101–105. doi: 10.2991/itids-19.2019.19.

3. Yusupova N.I., Shakhmametova G., Zulkarneyev R. Complex analysis of medical data with data mining usage. *Acta Polytechnica Hungarica*. 2020;17(8):75–93. doi: 10.12700/APH.17.8.2020.8.6.

4. Shakhmametova G.R., Zulkarneyev R.Kh., Evgrafov A.A. Unstructured Text and Tabular Information Processing in the Clinical Decision Making System for the Respiratory Diseases Diagnosis. *Advances in Intelligent Systems Research*. Paris: Atlantis Press; 2020. P. 323–327. doi: 10.2991/aisr.k.201029.061.

5. Yusupova N.I., Smetanina O.N., Gayanova M.M. *Tekhnologii iskusstvennogo intellekta i mashinnogo obucheniya v zadachakh semanticheskogo predstavleniya i analiza dannykh* [Technologies of artificial intelligence and machine learning in the tasks of semantic presentation and data analysis]. Moscow: Innovatsionnoe mashinostroenie Publ.; 2020. 242 p. (In Russ.)

6. Nuzhnyy A.S., Prozorov A.A., Bugayev V.I., Shuvalov N.D., Podymov V.V. [Analysis of balleriograms on boundary computing nodes]. *Proceedings of the Russian Academy of Sciences*. 2018;(2):251–262. (In Russ.)

7. Bodin O.N. [Principles of construction, structure and features of the computer diagnostic system “Cardiovoid”]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii*. 2005;12(3–4):107–108. (In Russ.)

8. Prokof'eva T.V., Polunina O.S., Jacenko M.K., Maklakova N.V. [Amplitude-frequency analysis of the Dopplerograms when studying microcirculation in patients with an angina stress III and IV functional classes]. *The successes of modern natural science*. 2007;(12):375–376. (In Russ.)

9. Kuznetsov F.V., Pavlenko D.V. *Programmnoe obespechenie sistemy personal'nogo monitoringa elektrokardiogrammy s peremeshchaemym grudnym elektrodom “AIT Kardio Pro”* [Software Personal Monitoring System Electrocardiogram with Movered Breast Electrode “AIT Cardio Pro”]. Certificate of State Registration Program for Computer, RU 2019660391, 2019.

10. Barbarich V.B., Lozhkina N.G., Tolmacheva A.A. [Creating a calculator of a one-year forecast with personal coefficients of risk factors after transferred acute myocardial infarction with ST segment lifting]. *Fundamental and clinical medicine*. 2020;(2):48–59. (In Russ.)

11. Bayevskiy R.M., Nikulina G.A. [The study of the vegetative regulation of blood circulation during long-term isolation based on the analysis of cardiac rhythm variability]. *Aerospace and ecological medicine*. 1997;31(4):61–64. (In Russ.)

12. Boyko A.D., Shubenkova K.A. Smart bike as a mean of prevention of cardiovascular diseases and cardiac rehabilitation. *Elektronnyi nauchno-obrazovatel'nyi Vestnik “Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke”*. 2017;19(12):53–55. (In Russ.)

13. Korneeva I.T., Polyakov S.D., Gogotova V.L. et al. Mathematical approaches of estimation adaptations of cardiohemodynamics in dependence on enzymatic actiity of lymphocytes of blood of young sportsmen. *Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya meditsina*. 2009;9(69):28–32. (In Russ.)

14. Iroju O.G., Olaleke J.O. A systematic review of natural language processing in healthcare. *International Journal of Information Technology and Computer Science*. 2015;7(8):44–50. doi: 10.5815/ijitcs.2015.08.07.

15. Nadkarni P.M., Ohno-Machado L., Chapman W.W. Natural language processing: an introduction. *Journal of the American Medical Informatics Association*. 2011;18(5):544–551. doi: 10.1136/amiajnl-2011-000464.

16. Duch W., Matykiewicz P., Pestian J. Neurolinguistic approach to natural language processing with applications to medical text analysis. *Neural Networks*. 2008;21(10):1500–1510. doi: 10.1016/j.neunet.2008.05.008.

17. Wang Y., Liu S, Afzal N. et al. A comparison of word embeddings for the biomedical natural language processing. *Journal of biomedical informatics*. 2018;87: 12–20. doi: 10.1016/j.jbi.2018.09.008.

18. Scientific electronic library. Available at: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp> (accessed 29.11.2021).

Информация об авторах

Юсупова Нафиса Исламовна, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой вычислительной математики и кибернетики, Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа, Россия; yusupova.ni@ugatu.su.

Гаянова Майя Марсовна, канд. техн. наук, доц., доц. кафедры вычислительной математики и кибернетики, Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа, Россия; gayanova.mm@ugatu.su.

Богданов Марат Робертович, канд. биол. наук, доц., доц. кафедры вычислительной математики и кибернетики, Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа, Россия; bogdanov.mr@ugatu.su.

Information about the authors

Nafisa I. Yusupova, Dr. Sci. (Eng.), Prof., Head of the Department of Computational Mathematics and Cybernetics, Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia; yusupova.ni@ugatu.su.

Maya M. Gayanova, Cand. Sci. (Eng.), Ass. Prof., Ass. Prof. of the Department of Computational Mathematics and Cybernetics, Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia; gayanova.mm@ugatu.su.

Marat R. Bogdanov, Cand. Sci. (Biol.), Ass. Prof., Ass. Prof. of the of the Department of Computational Mathematics and Cybernetics, Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia; bogdanov.mr@ugatu.su.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 02.12.2021; одобрена после рецензирования 16.12.2021; принята к публикации 23.12.2021.

The article was submitted 02.12.2021; approved after reviewing 16.12.2021; accepted for publication 23.12.2021.