

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПОДБОРУ ЛЕЧЕБНОЙ МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДЫ И ЕЕ АНАЛОГОВ В РЕГИОНЕ КАВКАЗСКИЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА МЕДИЦИНСКИХ ПОКАЗАНИЙ

Ковалева А. О., Мартиросян К. В. ORCID ID 0000-0002-8375-4267,
Шалтумаев Т. Ш., Мясникова Е. В.

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Северо-Кавказский федеральный университет», Пятигорский филиал, Пятигорск,
Российская Федерация, e-mail: belycka@mail.ru*

В основе данной работы лежат практические шаги по разработке программы интеллектуальной системы рекомендаций основной минеральной воды и ее аналогов на основе анализа заболеваний пользователя. Программа использует современные средства обработки полученных данных – методы обработки естественного языка и алгоритмы машинного обучения. Цель исследования – создание интеллектуальной модели, которая на основе анамнеза помогает подобрать подходящий вид минеральной воды, а также альтернативные варианты с аналогичными терапевтическими свойствами, с учетом всех заболеваний, в том числе и сочетанных. Материалы и методы исследования включают создание, обработку и анализ данных, процесс оценки и упорядочивания объектов по заданным критериям и демонстрацию результатов. Программа сопоставляет заболевания с наиболее подходящими типами минеральных вод, учитывая физико-химические свойства, показания и противопоказания. Данная разработка показывает высокую эффективность при работе с гетерогенными медицинскими данными, генерирует персональные рекомендации для каждого вида заболевания, а также снижает временные затраты на поиск. Результаты и их обсуждение позволяют определить доступный формат предоставления рекомендаций с учетом сходства результатов, что позволяет достаточно просто находить терапевтические аналоги. Заключение обозначает возможность применения интеллектуальных технологий в обработке медицинских данных и предоставлении персонализированных рекомендаций.

Ключевые слова: минеральные воды, медицинские рекомендации, обработка естественного языка, машинное обучение, персонализированная медицина, Python

Благодарности: Благодарим за помощь в разработке программы канд. техн. наук В. В. Цаплеву и докт. техн. наук А. Б. Чернышева.

DEVELOPMENT OF AN INTELLECTUAL RECOMMENDATION SYSTEM FOR SELECTING THERAPEUTIC MINERAL WATER AND ITS ANALOGUES IN THE CAUCASIAN MINERAL WATERS REGION BASED ON THE ANALYSIS OF MEDICAL INDICATIONS

Kovaleva A. O., Martirosyan K. V. ORCID ID 0000-0002-8375-4267,
Shaltumaev T. Sh., Myasnikova E. V.

*Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education
“North Caucasus Federal University”, Pyatigorsk Branch, Pyatigorsk,
Russian Federation, e-mail: belycka@mail.ru*

This study explores practical steps in developing an intelligent system for recommending primary mineral waters and their equivalents based on a user's medical history. The program utilizes modern data processing tools, including natural language processing and machine learning algorithms. The goal of the study is to create an intelligent model that, based on a user's medical history, helps select the appropriate type of mineral water, as well as alternatives with similar therapeutic properties, taking into account all medical conditions, including those associated with them. The study's materials and methods include data generation, processing, and analysis, the process of evaluating and sorting objects according to specified criteria, and the presentation of results. The program matches medical conditions with the most suitable types of mineral waters, taking into account their physicochemical properties, indications, and contraindications. This development demonstrates high efficiency when working with heterogeneous medical data, generating personalized recommendations for each condition, and reducing search time. The results and discussion allow us to define an accessible format for providing recommendations based on the similarity of results, which allows for the simple search for therapeutic alternatives. The conclusion highlights the potential for using intelligent technologies in processing medical data and providing personalized recommendations.

Keywords: mineral water, medical recommendations, natural language processing, machine learning, personalized medicine, Python

Acknowledgements: We would like to thank PhD V. V. Tsapleva and Doctor of Engineering A. B. Chernyshev for their assistance in developing the program.

Введение

Минеральные воды Кавказских Минеральных Вод издавна считаются одним из важных компонентов санаторно-курортного лечения и медицинской реабилитации. Терапевтический эффект минеральной воды обусловлен ее уникальным природным составом, а также такими физическими параметрами, как уровень минерализации (общая концентрация солей), ионный состав (гидрокарбонатный, хлоридный, сульфатный, кальциевый, магниевый и др.), кислотно-щелочное равновесие (рН) и температура [1–3].

Однако подбор подходящей минеральной воды для конкретного пациента остается сложной задачей, требующей учета множества сопутствующих факторов. Современная медицина сталкивается с проблемой обработки большого объема информации о минеральных водах и их терапевтических свойствах. Существующие справочники представлены в текстовом, слабо структурированном виде, затрудняя быстрый анализ и сопоставление терапевтических характеристик и показаний разных типов минеральных вод с индивидуальным диагнозом и анамнезом пациента [4]. В связи с чем использование ручного подбора является трудоемким процессом, подверженным человеческим ошибкам.

Цель исследования – создание интеллектуальной модели, которая на основе анамнеза помогает подобрать подходящий вид минеральной воды, а также альтернативные варианты с аналогичными терапевтическими свойствами, с учетом всех заболеваний, в том числе и сочетанных.

Материал и методы исследования

Технической основой разработки системы является язык программирования Python, выбранный из-за обширного количества библиотек для анализа данных [5, 6]. При создании активно использовались такие библиотеки, как Pandas и NumPy для ра-

боты со структурированной информацией, Matplotlib и Seaborn для визуализации результатов, а также Ipywidgets для создания интерактивных элементов управления непосредственно в среде Jupyter Notebook, что позволило быстро создать функциональный прототип интерфейса. Для предварительной обработки текстовых данных, таких как показания и противопоказания, применялись методы работы с регулярными выражениями [7, 8].

В рамках исследования использовались два специализированных датасета в формате CSV. Первый датасет, фрагмент которого представлен в табличной форме на рис. 1, содержит информацию, сформированную на основе бальнеологических справочников об источниках минеральной воды Кавказских Минеральных Вод. Таблица минеральных вод (mineral_waters.csv) содержит 9 основных записей с 10 полями, включающими в себя название и месторождение, химический состав и минерализацию, температуру и рН, показания и противопоказания, а также форматы лечения. Классификация минеральных вод основана на таких ключевых признаках, как химический состав, минерализация и способ применения и назначения минеральной воды (для питьевого лечения, для наружного применения, для ингаляций или комбинированного применения) [9].

Второй датасет (diseases.csv), фрагмент которого представлен на рис. 2, содержит 15 записей с названиями заболеваний, их кратким клиническим описанием и уникальным числовым идентификатором.

Классификация заболеваний основана на основных нозологических группах, традиционно использовавшихся в бальнеологии.

Основной алгоритм реализует логику прямого сопоставления через функцию recommended_waters = find_waters_for_disease(selected_disease) следующим образом:

1. Вначале алгоритм получает на вход выбранное пользователем заболевание.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	name	location	diseases	treatment	mineraliz	temperat	ph	source	indication	contraindications					
2	Ессентуки	Ессентукс	Хлориднс	Питье, ин	7.0 – 10.0	10 – 20	6.8 – 7.5	Ессентуки	Хроничес	Острые и обострения	хронических заболеваний ЖКТ, Гипер				
3	Славянов	Железної	Сульфатн	Питье, ваі	3.0 – 4.5	39 – 55	6.8 – 7.2	Железної	Хроничес	Гастрит с пониженной кислотностью в фазе обострения, Осл					
4	Смирновс	Железної	Сульфатн	Питье, ваі	3.0 – 4.5	38 – 55	6.5 – 7.5	Железної	Хроничес	Гастрит с пониженной кислотностью в фазе обострения, Осл					
5	Лермонтс	Железної	Сульфатн	Питье	3.5 – 4.5	~20	7.0-7.5	Железної	Хроничес	Гастрит с пониженной кислотностью в фазе обострения, Осл					
6	Лермонт	Пятигорс	Сульфатн	Питье	4.0 – 5.5	15 – 20	6.0 – 7.0	Пятигорс	Хроничес	Диарея, Почечная недостаточность, Обострение холецисти					
7	Ессентуки	Ессентукс	Хлориднс	Питье	11.0 – 14.0	16 – 37	6.8 – 7.5	Ессентуки	Хроничес	Повышенная кислотность желудочного сока, Все болезни в					
8	Нарзан	Кисловод	Сульфатн	Питье, ваі	2.0 – 3.5	10 – 12	5.5 – 6.5	Кисловод	Хроничес	Острые воспалительные процессы, Язвенная болезнь с крое					
9	Владимир	Железної	Сульфатн	Питье	4.8 – 5.8	~20	6.5 – 7.5	Железної	Хроничес	Гастриты с пониженной кислотностью в стадии обострения, Осл					
10	Ессентуки	Ессентукс	Хлориднс	Питье	4.5 – 6.5	10 – 20	6.8 – 7.5	Ессентуки	Хроничес	Индивидуальная непереносимость, Острые состояния					

Рис. 1. Данные из mineral_waters.csv

Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	disease_id	disease_n	description						
2	1	Хроничес	Воспаление слизистой желудка						
3	2	Хроничес	Воспаление слизистой желудка						
4	3	Хроничес	Воспаление слизистой желудка						
5	4	Болезни	Паталогии печени						
6	5	Болезни	Паталогии желчного пузыря						
7	6	Болезни	Паталогии кишечника						
8	7	Ожирени	Паталогии обмена веществ						
9	8	Диабет	Паталогии обмена веществ						
10	9	Язвенная	Воспаление слизистой желудка						
11	10	Панкреат	Воспаление поджелудочной железы						
12	11	Мочекамн	Воспалительное заболевание в органах мочевыделительной системы						
13	12	Колиты	Воспалительное заболевание слизистой оболочки толстой кишки						
14	13	Подагра	Форма поражения суставов						
15	14	Синдром	Воспалительное заболевание слизистой оболочки кишечника						
16	15	Состояния	Хирургическая операция						

Рис. 2. Данные из diseases.csv

Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

2. Затем программа последовательно перебирает все записи в предоставленной базе минеральных вод.

3. Используя строковый поиск, для каждой из минеральных вод производит проверку по содержимому диагнозу в предварительно обработанном списке показаний.

4. В результате все воды, которые прошли проверку, форматируются программой в удобный для пользователя формат и становятся основным результатом.

Для расширения рекомендаций производился поиск аналогов на основе методов обработки естественного языка и метрик сходства данных [10–12]. На вход принимается полный список всех вод и выбранная минеральная вода (main_water). Затем, из списка для каждой воды формируются множества (set) заболеваний, на основе поля «Показания». Для каждой пары множеств используется функция find_similar_waters(), которая реализована через коэффициент сходства Жаккара. Данное сходство между двумя текстовыми документами измерялось по формуле

$$K_j = c / (a + b - c),$$

где K_j – коэффициент Жаккара,

a – заболевание, находящееся в списке в датасете mineral_waters.csv,

b – заболевание, находящееся в списке в датасете diseases.csv,

c – совпадение заболеваний, найденных в обоих датасетах mineral_waters.csv и diseases.csv.

В результате, если коэффициент одной из вод превышает установленный порог сходства с выбранной минеральной водой, такая вода получает статус аналога [13–15].

Найденные аналоги сортируются по убыванию коэффициента сходства, а пользователю для удобства предоставляются три наиболее похожих варианта с процентным соотношением совпадения.

Результаты исследования и их обсуждение

Демонстрация и донесение полученных результатов до конечного пользователя является достаточно важным этапом визуализации [16, 17].

Изначально пользователь получает краткую инструкцию по использованию интерфейса разработки, включающую предупреждение. На рис. 3 представлено приветственное окно с инструкцией для пользователя.

В строке выбора заболевания используется выпадающий список, состоящий из данных, импортированных из diseases.csv (рис. 4). После выбора конкретной болезни система автоматически генерирует структурированные рекомендации для пользователя, используя прямые и косвенные рекомендации, а также сопроводительную аналитику.

В прямых рекомендациях используется список минеральных вод, которые значатся в точных показаниях к выбранному пользователем заболеванию. На рис. 5 изображена основная рекомендация, включающая развернутую информацию об источнике, формате использования, показания и противопоказания к применению. Для удобства восприятия пользователем, информация разделена на выделенные цветом отдельные элементы и блоки. Такой подход позволяет ускорять принятие решений, так как цвет выступает в форме «сигнальной системы» [18].

СИСТЕМА РЕКОМЕНДАЦИЙ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

ИНСТРУКЦИЯ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ:

- 1**
Выберите заболевание из выпадающего списка сверху
- 2**
Нажмите кнопку "Найти рекомендации"
- 3**
Изучите результаты основную рекомендацию и аналоги
- 4**
Используйте поиск для быстрого поиска конкретной воды

ВАЖНОЕ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ
Данная система предоставляет информационные рекомендации на основе анализа данных. Перед применением минеральных вод обязательно проконсультируйтесь с врачом!

ВЫБЕРИТЕ ЗАБОЛЕВАНИЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РЕКОМЕНДАЦИЙ

Выберите заболевание:

БЫСТРЫЙ ПОИСК ВОДЫ ПО НАЗВАНИЮ

Поиск:

Рис. 3. Приветственное окно
Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

ИНСТРУКЦИЯ

Выберите заболевание

ВАЖНОЕ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ
Данная система предоставляет информационные рекомендации на основе анализа данных. Перед применением минеральных вод обязательно проконсультируйтесь с врачом!

ВЫБЕРИТЕ ЗАБОЛЕВАНИЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РЕКОМЕНДАЦИЙ

Выберите заболевание:

- Хронический гастрит с пониженной кислотностью
- Хронический гастрит с нормальной кислотностью
- Хронический гастрит с повышенной кислотностью
- Болезни печени
- Болезни желчного пузыря
- Болезни кишечника
- Ожирение
- Диабет
- Язвенная болезнь
- Панкреатиты
- Мочекаменная болезнь
- Колиты
- Подагра
- Синдром раздраженного кишечника с атонией
- Состояния после резекции желудка
- Диабет

БЫСТРЫЙ ПОИСК ВОДЫ ПО НАЗВАНИЮ

Поиск:

Рис. 4. Список заболеваний
Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

В косвенных рекомендациях приводится список минеральных вод, не имеющих прямого указания к лечению данного заболевания. Такие воды, как правило, обладают высоким сходством бальнеологического профиля с одной из прямо рекомендованных минеральных вод и являются аналогами. Данный метод позволяет найти замену основной минеральной воде в случае, если она по каким-либо причинам недоступна [19, 20].

Чтобы пользователю было удобно подобрать аналог основной воде, программа выводит в виде цветowych маркеров с процентами сходства похожие минеральные воды, пример которых показан на рис. 6. Он сразу может обратить внимание на нужный ему цвет, ознакомиться с краткими характеристиками воды и форматом лечения.

В сопроводительной аналитике, отображенной на рис. 7, приводится статистика и визуализация данных в виде диаграм-

мы. По каждой основной рекомендованной воде выводится краткая информация о количестве схожих минеральных вод, наиболее подходящих аналогов и показаниях терапевтических профилей. Диаграмма и график отображают распределение вод по источникам и их «универсальность», то есть количество заболеваний, которые они лечат.

Также пользователю предлагается альтернатива в виде поисковой строки, изображенной на рис. 8, где он может ввести название интересующей его минеральной воды и получить информацию о ней.

Данная разработанная система была протестирована на примере заболевания «гастрит с нормальной кислотностью», где система успешно отработала входной запрос. Результатом на выходе были получены списки прямых рекомендаций с высокой точностью. Итоги тестирования программы изображены на рис. 4–7.

ВЫБЕРИТЕ ЗАБОЛЕВАНИЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РЕКОМЕНДАЦИИ

Выберите заболевание: Хронический гастрит с нормальной кислотностью Найти рекомендации

Поиск минеральных вод для: Хронический гастрит с нормальной кислотностью

ОСНОВНАЯ РЕКОМЕНДАЦИЯ

Эссендуки 4

Месторождение: Эссендуковское	Формат лечения: Питье, ингаляции	Минерализация: 7.0 – 10.0 г/л	Температура: 10 – 20 °С	рН уровень: 6.8 – 7.5
Источники: Эссендуки				

ПОКАЗАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ

- 1 Хронический гастрит с пониженной кислотностью
- 2 Хронический гастрит с нормальной кислотностью
- 3 Хронический гастрит с повышенной кислотностью
- 4 Болезни печени
- 5 Болезни желчного пузыря
- 6 Болезни кишечника
- 7 Ожирение
- 8 Диабет

ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ

- 1 Острые и обострения хронических заболеваний ЖКТ
- 2 Гипертония
- 3 Нарушения работы почек

*Рис. 5. Основная рекомендация
Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования*

АНАЛОГИЧНЫЕ ВОДЫ (3)

- 1. Нарзан** Схожесть: 87.5%
 Месторождение: Кисловодское
 Формат: Питье, ванны
 Минерализация: 2.0 – 3.5 г/л
- 2. Лермонтовская №1** Схожесть: 62.5%
 Месторождение: Пятигорское (скв. 116)
 Формат: Питье
 Минерализация: 4.0 – 5.5 г/л
- 3. Славяновская** Схожесть: 50.0%
 Месторождение: Железноводское (скв. 69-бис)
 Формат: Питье, ванны, ингаляции
 Минерализация: 3.0 – 4.5 г/л

*Рис. 6. Пример подбора аналогичных минеральных вод
Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования*

Отсутствие ложных срабатываний системы показало, что даже при неполном совпадении текстовых описаний алгоритм поиска аналогов способен выявить сходство по терапевтическому профилю минеральные воды. Например, для заболевания «гастрит с нормальной кислотностью» программа выдала основным результатом «Эссендуки 4», а в качестве аналогов предложила воды «Нарзан», «Лермонтовская 1» и «Славяновская». Выведенные проценты

сходства позволяют пользователю ранжировать альтернативы по степени близости.

Данный прототип интеллектуальной системы ограничен из-за относительно небольшого объема данных (9 вод и 15 заболеваний). Однако архитектура программы позволяет добавить новые записи в CSV-файлы, при этом не изменяя программный код, что тем самым усовершенствует данную систему, и в дальнейшем может быть интегрирована в формате интеллектуального агента-советчика.

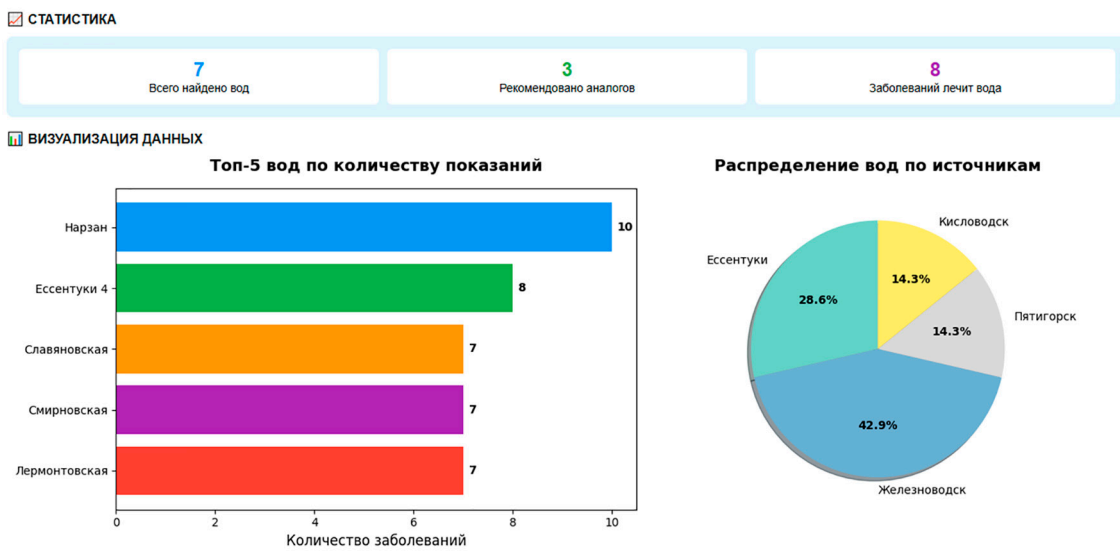


Рис. 7. Сопроводительная аналитика
Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования



Рис. 8. Поисковая строка
Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

Заключение

В данной работе представлен функциональный прототип интеллектуальной системы рекомендаций минеральных вод, который демонстрирует высокую эффективность в обработке медицинских данных и предоставлении персонализированных рекомендаций. Использование алгоритмов решает задачи прямого поиска и поиска аналогов, позволяет не только находить подходящие минеральные воды, но и предлагать альтернативные варианты с аналогичными терапевтическими свойствами. В рамках разработки сформирована структурированная база данных по минеральным источникам и заболеваниям, применяемая в машинной обработке, использован гибридный подход, сочетающий в себе сопоставление

по показаниям и алгоритмический анализ (Жаккара для поиска аналогов), создан интерактивный интерфейс, обеспечивающий наглядность и простоту взаимодействия с системой.

Список литературы

1. Смагин Р. Е., Супруненко В. Л., Шинкаренко Е. Н. Оценка состояния и тенденции в использовании гидро-минеральных ресурсов региона КМВ // Экологический вестник Северного Кавказа. 2024. Т. 20. № 1. С. 149–155. EDN: WIMQMW.
2. Королев Б. И., Терещенко Л. А. Современное состояние системы государственного мониторинга подземных вод на территории, особо охраняемого эколого-курортного региона Кавказские Минеральные Воды // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2021. Т. 98. № 3–2. С. 96–97. EDN: HUVBON.
3. Потапов Е. Г. Режим Эссентукского месторождения минеральных вод в двадцатом веке // Курортная медицина.

2025. № 3. С. 17–28. DOI: 10.24412/2304-0343-2025_3_17. EDN: BNVSDV.

4. Севостьянова Е. М., Хорошева Е. В. Разработка идентификационных показателей для лечебно-столовых минеральных вод Железноводского месторождения // Пищевая промышленность. 2024. № 8. С. 128–132. DOI: 10.52653/PPI.2024.8.8.025. EDN: RLTKQ.

5. Калиберда С. И. Методы математического моделирования сложных гидрогеологических систем // Научно-технический вестник Поволжья. 2024. № 1. С. 77–81. EDN: INQUBL.

6. Караваева М. Ю. Методика оценки уровня цифровой трансформации санаториев городов-курортов КМВ. Географические проблемы развития стран и регионов: сборник материалов Международной научно-практической конференции (г. Ставрополь, 15–24 апреля 2025 г.). Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2025. С. 124–126. EDN: XTLUFH.

7. Мартиросов Л. А. Рекреационный потенциал регионов: антропогенная нагрузка и тенденции. XXXVIII международные Плехановские чтения: сборник статей аспирантов и молодых ученых (г. Москва, 27–28 марта 2025 г.). М.: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова». 2025. С. 291–294. EDN: MSUMUD.

8. Фетисова Н. Ф. Моделирование осаждения и трансформации гидрогенных минеральных фаз кислых шахтных вод // Горное эхо. 2020. № 2 (79). С. 21–25. DOI: 10.7242/echo.2020.2.4. EDN: BHDVEK.

9. Слатвинская Е. А., Кайсинова А. С., Сергеева Е. А. Современные тенденции развития внутреннего медицинского туризма в регионе Кавказские Минеральные Воды // Курортная медицина. 2025. № 4. С. 119–126. DOI: 10.24412/2304-0343-2025_4_119. EDN: BUVHWL.

10. Почепко С. Ю., Каспин М. О., Дмитриев В. В. Оценка влияния факторов на экологические функции и продукционно-деструкционные отношения в водной экосистеме // Международный студенческий научный вестник. 2024. № 1. С. 46. DOI: 10.17513/msnv.21435. EDN: JTCCXV.

11. Pershin I. M., Papush E. G., Kukharova T. V., Utkin V. A. Modeling of Distributed Control System for Network of Mineral Water Wells // Water. 2023. Vol. 15. Is. 12. P. 2289. DOI: 10.3390/w15122289.

12. Asadulagi M. A. M., Pershin I. M., Tsapleva V. V. Research on Hydrolithospheric Processes Using the Results of Groundwater Inflow Testing // Water. 2024. Vol. 16. Is. 3. P. 487. DOI: 10.3390/w16030487.

13. Георгиева М. А., Першин И. М. Математическое моделирование взаимовлияния атмосферных осадков и гидrolитосферных процессов на наклонные поверхности // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2025. Т. 27. № 1. С. 133–142. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-133-142. EDN: WWJSAG.

14. Амбросов И. А. Интеллектуальная рекомендательная система для маршрутизации пациентов по симптомам // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2025. № 6. С. 41–47. DOI: 10.37882/2223-2966.2025.06.03. EDN: CVGSSP.

15. Георгиева М. А., Першин И. М. Математическое моделирование влияния атмосферных осадков на гидrolитосферные процессы // Известия ЮФУ. Технические науки. 2024. № 6 (242). С. 121–131. DOI: 10.18522/2311-3103-2024-6-121-131. EDN: CNEQQR.

16. Першин И. М., Носова В. А., Малков А. В. Проектирование распределенных систем управления с использованием результатов экспериментальных исследований. Системный синтез и прикладная синергетика: сборник научных работ XI Всероссийской научной конференции (п. Нижний Архыз, 27 сентября – 01 октября 2022 г.). Ростов-на-Дону, Таганрог: Южный федеральный университет. 2022. С. 218–223. DOI: 10.18522/syssyn-2022-42. EDN: ZJPZRU.

17. Eremeeva A. M., Ilyushin Y. V. Automation of the control system for drying grain crops of the technological process for obtaining biodiesel fuels // Scientific Reports. 2023. Vol. 13. P. 14956. DOI: 10.1038/s41598-023-41962-0.

18. Ковалева А. О., Мартиросян К. В., Цаплева В. В., Суянова Г. Б. Разработка автоматизированной рекомендательной системы по подбору оздоровительного отдыха в регионе Кавказских Минеральных Вод на основе анализа медицинских профилей и стоимостных характеристик // Современные наукоемкие технологии. 2025. № 11. С. 81–87. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=40570> (дата обращения: 24.03.2026). DOI: 10.17513/snt.40570.

19. Бурлов Д. И., Яковлев А. Р. Интеграция искусственного интеллекта в управление персоналом туристических компаний. Применение ИИ для оптимизации HR-процессов в туризме // Экономика и управление: проблемы, решения. 2025. Т. 8. № 7 (160). С. 156–164. DOI: 10.36871/ek.ur.p.r.2025.07.08.018. EDN: QSMVFW.

20. Митрошин И. А. Применение возможностей искусственного интеллекта в информационно-библиотечной деятельности // Научные и технические библиотеки. 2025. № 1. С. 120–134. DOI: 10.33186/1027-3689-2025-1-120-134. EDN: MAFLTX.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Финансирование: Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования.

Financing: The research was performed without external funding.