

Вестник¹⁶⁺

Башкирского государственного
педагогического университета
им. М. Акмуллы



Серия:
Естественные науки

1/2024

16 +

ВЕСТНИК



**БАШКИРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
ИМ. М.АКМУЛЛЫ**

Научно-практический журнал

Серия:

Естественные науки

№ 1/ 2024

Адрес редакции:

450077, РБ, г. Уфа,

ул. Октябрьской революции, 3-а, корп. 3

Тел.: 8 (347) 246-92-42

Е-mail: vestnik.bspu@yandex.ru

© Редакция Вестника БГПУ им. М. Акмуллы

© Муратов И.М., обложка, 2024.

Издается с 2000 года

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

- Саттаров Венер Нуруллович** главный редактор, д-р биол. наук, профессор, и.о. зав. кафедрой экологии, географии и природопользования ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы» (г. Уфа, Россия).
- Воробьева Светлана Леонидовна** д-р с.-х. наук, проректор по образовательной деятельности и молодежной политике, профессор кафедры кормления и разведения сельскохозяйственных животных ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный аграрный университет» (г. Ижевск, Россия).
- Земскова Наталья Евгеньевна** д-р биол. наук, зав. кафедрой «Зоотехния» ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет» (г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, Россия).
- Ильясов Рустем Абузарович** д-р биол. наук, д-р биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории нейробиологии развития ФГБУН Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН (г. Москва, Россия).
- Маннапов Альфир Габдуллович** д-р биол. наук, профессор, зав. кафедрой аквакультуры и пчеловодства ФГБОУ ВО «РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева» (г. Москва, Россия).
- Морева Лариса Яковлевна** д-р биол. наук, профессор кафедры зоологии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет» (г. Краснодар, Россия).
- Седых Татьяна Александровна** д-р биол. наук, зав. кафедрой генетики и химии ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы» (г. Уфа, Россия).
- Суханова Наталья Викторовна** д-р биол. наук, зав. кафедрой биоэкологии и биологического образования ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы» (г. Уфа, Россия).
- Семенов Владимир Григорьевич** д-р биол. наук, профессор, зав. кафедрой морфологии, акушерства и терапии ФГБОУ ВО «Чувашский государственный аграрный университет» (г. Чебоксары, Россия).
- Улугов Одилджон Пардаалиевич** канд. с.-х. наук, зав. кафедрой естествознания ОУ «Таджикский государственный финансово-экономический университет» (г. Душанбе, Таджикистан).

- Юлдашбаев Юсупжан Артыкович** д-р с.-х.н., профессор, академик РАН, ФГБОУ ВО «РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева» (г. Москва, Россия).
- Насретдинова Римма Наилевна** канд. хим. наук, доцент кафедры физической химии и химической экологии, зам. директора института химии и защиты в чрезвычайных ситуациях по учебной работе ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» (г. Уфа, Россия).
- Маликов Рамиль Фарукович** д-р ф.-м. наук, профессор, руководитель научно-исследовательской лаборатории «Системный анализ и математическое моделирование» ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы» (г. Уфа, Россия).
- Измаилов Рамиль Наильевич** канд. ф.-м. наук, доцент, зав. кафедрой физики и нанотехнологий ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы» (г. Уфа, Россия).
- Юсупов Азат Равилевич** канд. ф.-м. наук, директор института физики, математики, цифровых и нанотехнологий ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы» (г. Уфа, Россия).

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

<i>Кольева Н.С., Панова М.В., Шемакин В.В.</i> БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	6
---	---

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ

<i>Алибаев А.М., Маликов Р.Ф.</i> ПРОБЛЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА СТЕКЛОТАРЫ	11
---	----

<i>Кобякова М.В., Конова Т.А.</i> ЗАДАЧИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СОДЕРЖАЩИХ СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ	19
---	----

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

<i>Серова О.В., Исхаков Ф.Ф., Рахматуллина И.Р., Хамидуллина Г.Г.</i> ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН И РЕКРЕАЦИОННОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ	25
--	----

ОБРАЗОВАНИЕ И ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Антонова Н.А.</i> ПОДГОТОВКА БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ К ПРОВЕДЕНИЮ ОЛИМПИАД ПО ФИЗИКЕ	31
--	----

<i>Земскова Н.Е., Мещеряков А.Г., Живалбаева А.А., Селезнев А.Г., Саттаров В.Н.</i> СИНТЕЗ НАУКИ, ОБРАЗОВАНИЯ И ПРАКТИКИ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ АПК	35
--	----

<i>Земскова Н. Е., Мещеряков А. Г., Живалбаева А. А., Селезне А. Г.</i> РОЛЬ СОТРУДНИЧЕСТВА С ПРОИЗВОДСТВОМ В ОБРАЗОВАНИИ СТУДЕНТОВ ЗООИНЖЕНЕРНОГО ПРОФИЛЯ	39
--	----

<i>Латыпова З.Б., Шишков Д.С.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ MOODLE ДЛЯ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ	43
--	----

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Алишанбейли Г.В., Мовсумзаде М.М., Бабаев Э.Р.</i> АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ ДОБАВОК К ТОПЛИВАМ И МАСЛАМ	50
--	----

<i>Гурбанова Ф.С., Гасанов А.Г., Гусейнов Г.З.</i> РЕАКЦИИ КЛИК-ТИИЛИРОВАНИЯ АЛКИНОВ: ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ	58
--	----

<i>Гейдарли Г. З., Гасанова Г. Дж.</i> ФАРМАКОФОРНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ ФЕНОЛОВ	64
<i>Мехдиева Л. А, Мамедова П. Ш., Бабаев Э. Р.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИМИКРОБНЫХ СВОЙСТВ АЗОМЕТИНОВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ	74
<i>Мовсумзаде М. М., Алишанбейли Г. В., Бабаев Э. Р.</i> СИНТЕЗ И ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ПРОИЗВОДНЫХ ТИАЗОЛА	81
<i>Расулов Ч. К., Гасанова Г. Дж.</i> БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ ФЕНОЛОВ	90

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

<i>Общие положения</i>	98
<i>Рекомендуемая структура публикаций</i>	99
<i>Требования к текстовой части статьи</i>	104
<i>Образцы оформления ссылок на литературу</i>	105

ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Научная статья
УДК 004.7

БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Наталья Станиславовна Кольева¹, Марина Валерьевна Панова², Владлен Викторович Шемакин³

^{1,2,3}Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия

¹*nkoleva@mail.ru, ORCID 0000-0003-0805-6175*

²*marvel@usue.ru*

³*shemakin_vladlen1@mail.ru*

*Автор, ответственный за переписку: Наталья Станиславовна Кольева,
nkoleva@mail.ru*

Аннотация. В данной статье рассматривается применение блокчейн-технологий в обеспечении безопасности программного обеспечения. Раскрыты основы блокчейн, ключевые компоненты технологии, а также текущие проблемы безопасности в программных продуктах. Представлены кейсы применения блокчейн в данном контексте, а также рассмотрены вызовы и перспективы для будущего развития исследуемой области.

Ключевые слова: блокчейн-технологии, безопасность программного обеспечения, цифровая безопасность, гарантированное хранение данных

Для цитирования: Кольева Н.С., Панова М.В., Шемакин В.В. Блокчейн-технологии как инструмент для повышения безопасности программного обеспечения // Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М.Акмоллы. Серия: Естественные науки. 2024. № 1. С. 6-10.

COMPUTER SCIENCE AND INFORMATION TECHNOLOGY

Original article

BLOCKCHAIN TECHNOLOGIES AS A TOOL TO IMPROVE SOFTWARE SECURITY

Natalya S.Kolyeva¹, Marina V.Panova², Vladlen V.Shemakin³

^{1,2,3}Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russia

¹*nkoleva@mail.ru, ORCID 0000-0003-0805-6175*

²*marvel@usue.ru*

³*shemakin_vladlen1@mail.ru*

Author responsible for correspondence: Natalya S.Kolyeva, nkoleva@mail.ru

Abstract. This paper discusses the application of blockchain technology in software security. The basics of blockchain, key components of the technology, and current security problems in software products are disclosed. Cases of blockchain application in this context are presented, as well as challenges and prospects for the future development of the researched area are considered.

Keywords: blockchain technology, software security, digital security, guaranteed data storage

For citing: Kolyeva N.S., Panova M.V., Shemakin V.V. Blockchain technologies as a tool to improve software security // Bulletin of Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla. Series: Natural Sciences. 2024. No 1. pp. 6-10.

В условиях постоянного развития информационных технологий и увеличения объема цифровых данных стоит острый вопрос обеспечения безопасности программного обеспечения. В данном контексте, блокчейн-технологии представляют собой перспективный инструмент для совершенствования механизмов обеспечения цифровой безопасности. Эта статья направлена на исследование основ блокчейн и анализ их потенциала в контексте усиления защиты программных продуктов.

Блокчейн-технологии – это своеобразный комплекс инновационных технологий, основанных на идее децентрализованного распределенного реестра. Они обеспечивают надежность, прозрачность и гарантируют невозможность подделки данных.

Безопасность программного обеспечения: этот термин включает в себя широкий спектр подходов для защиты программных продуктов от разнообразных угроз. Аутентификация, управление доступом, шифрование – все эти методы призваны обеспечить конфиденциальность, целостность и доступность данных.

В современном цифровом пространстве безопасность программного обеспечения считается ключевым приоритетом, блокчейн-технологии выделяются как перспективное решение для повышения защиты данных. Благодаря своей децентрализованной и прозрачной природе, блокчейн предоставляет уникальные возможности для усиления безопасности программного обеспечения. В данном контексте, освещение основ блокчейна и рассмотрение их актуальности становятся ключевыми шагами для понимания, как эта технология может эффективно решать современные вызовы в области цифровой безопасности программного обеспечения.

Блокчейн-технология представляет собой инновационный подход к хранению данных и осуществлению транзакций в распределенной, децентрализованной среде. Суть блокчейна заключается в создании цепочки блоков, где каждый блок содержит информацию о предыдущем и снабжен уникальным кодом (хэшем), что обеспечивает неподдельность данных. Основной принцип блокчейна – отсутствие центрального управления, что делает технологию надежной и прозрачной. Эта инновация находит применение не только в области финансов и криптовалют, но и в различных отраслях, включая повышение безопасности программного обеспечения [1-2].

Современная сфера информационных технологий сталкивается с рядом вызовов и угроз безопасности, которые подчеркивают необходимость эффективных средств защиты программного обеспечения. Перечислим ключевые вызовы и угрозы [3]:

Кибератаки. Развивающиеся методы кибератак требуют постоянного совершенствования мер безопасности. Вирусы, троянские программы, фишинг и другие виды атак становятся все более сложными и изощренными.

Недостатки аутентификации. Утечки личной информации, слабые пароли и недостаточные методы аутентификации создают риски для конфиденциальности и безопасности данных.

Уязвимости ПО. Недостатки в программном обеспечении, несвоевременные обновления и отсутствие обновлений могут стать точками входа для зловредных программ.

Социальная инженерия. Атаки, основанные на манипуляции человеческим фактором, становятся все более распространенными, включая фишинговые атаки и обман сотрудников.

Неоправданное распространение данных. Утечки конфиденциальной информации, такие как персональные данные пользователей или корпоративные секреты, создают угрозу для репутации и безопасности организаций.

Целенаправленные атаки. Нападения на конкретные организации с использованием продвинутых техник, например, атаки с использованием вредоносных программ для перехвата критической информации.

Сложность управления доступом. Недостаточное управление правами доступа к данным и системам может привести к утечкам данных или несанкционированному доступу.

Изучение этих вызовов и угроз является важным шагом для разработки стратегий, направленных на повышение безопасности программного обеспечения, в том числе с использованием блокчейн-технологий.

Перечислим преимущества применения преимуществ блокчейн-технологий в контексте безопасности программного обеспечения [4-5].

Децентрализованная безопасность создает распределенную сеть, лишённую единой точки отказа. Это делает систему более устойчивой к кибератакам, так как для компрометации необходимо атаковать большинство узлов сети.

Прозрачность и неподдельность данных. Каждый блок в цепи блоков содержит хэш предыдущего блока, создавая устойчивую и прозрачную последовательность событий. Это упрощает обнаружение любых изменений и гарантирует неподдельность данных.

Улучшенное управление доступом. Блокчейн позволяет настраивать гибкое и безопасное управление доступом к данным. С использованием смарт-контрактов можно регулировать права доступа и автоматизировать процессы аутентификации.

Смарт-контракты. Эти программные коды выполняются автоматически при наступлении определенных условий, обеспечивая автоматизированную и безопасную обработку соглашений без посредников.

Криптографическая защита. Применение криптографии в блокчейне обеспечивает сильные меры безопасности, включая шифрование данных и создание цифровых подписей для подтверждения идентичности.

Отслеживаемость изменений. Цепь блоков хранит историю изменений, что упрощает отслеживание и верификацию всех транзакций и событий в системе.

Улучшенная устойчивость к атакам. Для успешной атаки необходимо изменить информацию во всех блоках, что делает блокчейн более устойчивым к манипуляциям и вмешательствам.

Быстрое обнаружение инцидентов. Благодаря прозрачности и отслеживаемости, блокчейн обеспечивает более быстрое обнаружение и реагирование на потенциальные угрозы и инциденты безопасности.

Эти преимущества делают блокчейн мощным инструментом для повышения безопасности программного обеспечения и смягчения вызовов, с которыми сталкиваются традиционные методы обеспечения безопасности. Методы использования блокчейн для улучшения безопасности программного обеспечения представлены в табл. 1.

Таблица 1

Методы использования блокчейн-технологий

Методы блокчейн-технологий	Характеристика
децентрализованная идентификация	позволяет пользователям более безопасно и приватно управлять своей личной информацией, снижая риски кибератак и утечек данных
смарт-контракты для безопасной автоматизации (аутентификация, авторизация и управление доступом)	позволяют создавать условия, при которых доступ к данным разрешается или отказывается автоматически при выполнении определенных критериев
цифровые подписи и шифрование	обеспечивает надежную защиту от несанкционированного доступа и гарантирует целостность информации
блокчейн в управлении уязвимостями	повышает эффективность обнаружения и устранения уязвимостей, обеспечивая прозрачность и отслеживаемость в цепи поставок ПО
разграничение доступа и привилегий	создание более безопасных и гибких систем управления доступом, минимизируя риски несанкционированного доступа и утечек данных
обеспечение прозрачности поставок ПО	помогает предотвращать внесение зловредных изменений в код и обеспечивает прозрачность в цепи

	поставок
регистрация событий безопасности	помогает обнаруживать и реагировать на аномалии в реальном времени
обеспечение цифровой целостности	способствует обеспечению цифровой целостности и предотвращает поддельные изменения в программном обеспечении

Перечисленные в таблице методы позволяют использовать блокчейн для укрепления безопасности программного обеспечения, предоставляя новые инструменты и решения для эффективного управления рисками и угрозами.

Блокчейн-технологии предоставляют уникальные возможности для гарантированного и безопасного хранения цифровой информации. Представим несколько аспектов, которые подчеркивают эту возможность:

1. Неизменяемость данных – создает непрерывную историю изменений, и, благодаря принципу неизменяемости, данные, однажды записанные в блокчейн, практически невозможно изменить без согласия большинства сети.

2. Цифровые подписи и криптография – обеспечивают надежную защиту от подделки информации и гарантирует, что данные остаются неподдельными.

3. Децентрализация – информация распределена по множеству узлов, и, следовательно, отсутствует единая точка отказа. Это повышает устойчивость и безопасность хранения данных.

4. Устойчивость к цензуре – блокчейн-технологии предотвращают цензуру данных, поскольку информация хранится в децентрализованной сети, и для изменения или удаления данных требуется согласие большинства участников сети.

5. Прозрачность и верифицируемость – создает прозрачность и возможность проверить цифровую информацию в любой момент времени.

6. Смарт-контракты для автоматизации – позволяют автоматизировать процессы хранения и управления данными. Смарт-контракты могут определить условия доступа, хранения или изменения данных, обеспечивая автоматическое выполнение соглашений [6-7].

Таким образом, гарантированное хранение цифровой информации в блокчейне предоставляет принципиально новый уровень надежности и безопасности, основанный на децентрализации, криптографии и принципах неизменяемости данных.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Исроилов С.Г., Верзунов С.Н. Разработка защищенной системы электронного документооборота на основе блокчейн-технологии // Проблемы автоматизации и управления. – 2021. – № 2 (41). – С. 61-76.

2. Серeda А.В. К вопросу о правовом регулировании блокчейн-технологий: анализ зарубежного опыта // Проблемы экономики и юридической практики. – 2019. – Т. 15. – № 5. – С. 140-143.

3. Забитов В.И. Анализ искусственного интеллекта и блокчейн технологий в компаниях // Электронный научный журнал. – 2020. – № 1 (30). – С. 22-25.

4. Цидаев А. Г., Козлова О. А. Совершенствование контура защиты информации в разрезе компьютерной сети // Цифровые модели и решения. – 2023. – Т. 2. – № 1. DOI: 10.29141/2782-4934-2023-2-1-4. EDN: ZCYKZB.

5. Белянцев С.С. Развитие информационных и блокчейн технологий в российских компаниях // Электронный научный журнал. – 2020. – № 1 (30). – С. 14-17.

6. Кольева Н.С., Брюханов П.В., Колесов Д.Д. Обеспечение информационной безопасности в бизнесе // В сборнике: Цифровая трансформация общества и информационная безопасность. Материалы II Всероссийской научно-практической конференции. Отв. за выпуск А.Ю. Коковихин, отв. редактор М.А. Панов. – Екатеринбург, 2023. – С. 80-84.

7. Харебин И.И. Применение блокчейн технологии в оптимизации бизнес-процессов // В сборнике: Национальные экономические системы в контексте формирования глобального экономического пространства. Сборник научных трудов: в 2 томах. – 2019. – С. 614-617.

REFERENCES

1. Isroilov S. G., Verzunov S.N. Development of a secure system of electronic document flow based on blockchain technology // Problems of automation and control. – 2021. – № 2 (41). – С. 61-76.
2. Sereda A. V. To the issue of legal regulation of blockchain technologies: analysis of foreign experience // Problems of Economics and Legal Practice. – 2019. – Т. 15. – № 5. – С. 140-143.
3. Zabitov V. I. Analysis of artificial intelligence and blockchain technologies in companies // Electronic scientific journal. – 2020. – № 1 (30). – С. 22-25.
4. Tsidaev A. G., Kozlova O. A. Improvement of the information protection contour in the section of the computer network // Digital models and solutions. – 2023. – Т. 2. – № 1. DOI: 10.29141/2782-4934-2023-2-1-4. EDN: ZCYKZB.
5. Belyantsev S. S. Development of information and blockchain technologies in Russian companies // Electronic scientific journal. – 2020. – № 1 (30). – С. 14-17.
6. Kolyeva N. S., Bryukhanov P. V., Kolesov D. D. Ensuring information security in business // In Collection: Digital transformation of society and information security. Materials of the II All-Russian scientific-practical conference. Responsible for the issue A.Yu. Kokovikhin, editor-in-chief M.A. Panov. – Ekaterinburg, 2023. – С. 80-84.
7. Kharebin I.I. Application of blockchain technology in the optimization of business processes // In Collection: National economic systems in the context of the formation of global economic space. Collection of scientific papers: in 2 volumes. – 2019. – С. 614-617.

Информация об авторах

Н.С. Кольева – кандидат педагогических наук, доктор PhD;
М.В. Панова – старший преподаватель;
В.В. Шемакин – студент.

Information about the authors

N.S. Kolyeva – Candidate of Pedagogical Sciences, PhD;
M.V. Panova – Senior Lecturer;
V.V. Shemakin – student.

Вклад авторов

Н.С. Кольева – разработка методологии исследования, формирование выводов, оформление результатов исследования;
М.В. Панова – обзор литературы, критический анализ и доработка текста статьи;
В.В. Шемакин – сбор и обработка материала, доработка текста статьи.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

N.S. Kolyeva – development of research methodology, formation of conclusions, formalization of research results;
M.V. Panova – literature review, critical analysis and finalization of the text of the article;
V.V. Shemakin – collection and processing of material, finalization of the text of the article.
The authors declare that they have no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 07.02.2024; принята к публикации 26.03.2024.

The article was submitted 07.02.2024; accepted for publication 26.03.2024.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ

Научная статья

УДК 666.1.03:[66.028.2:66-911.48]

ПРОБЛЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА СТЕКЛОТАРЫ

Айрат Маратович Алибаев¹, Рамиль Фарукович Маликов²

^{1,2}*Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, Уфа, Россия*

*Автор, ответственный за переписку: Айрат Маратович Алибаев¹
ayratmaratovich1986@gmail.com*

Аннотация. В работе проведен системный анализ предметной области по производству стеклотары на стекольных заводах. Обсуждаются проблемы исследования путей интенсификации работы дозирочно-смесительных линий и улучшения качества шихты, создание методологических основ совершенствования работы дозирочно-смесительных линий на стадиях их проектирования и эксплуатации, а также разработка типовой функционально-информационной структуры автоматизированной системы управления технологическими процессами производства стекольной шихты

Ключевые слова: производство стеклотары, дозирочно-смесительных линий, стекольная шихта, бункеры запаса, рецепт шихты

Для цитирования: Алибаев А.М., Маликов Р.Ф. Проблемы оптимизации производства стеклотары // Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М.Акмуллы. Серия: Естественные науки. 2024. № 1. С. 11-18.

MATHEMATICAL MODELING, NUMERICAL METHODS, AND SOFTWARE SUITES

Original article

PROBLEMS OF OPTIMIZATION OF GLASSWARE PRODUCTION

Ayrat M. Alibaev¹, Ramil F. Malikov²

^{1,2}*Bashkir State Pedagogical University n.a. M. Akmulla, Ufa, Russia*

Corresponding author: Ayrat M. Alibaev, ayratmaratovich1986@gmail.com,

Abstract. In the work the system analysis of the subject area on production of glassware at glass factories is carried out. The problems of research of ways of intensification of work intensification of dosage-mixing lines and improvement of charge quality, creation of methodological bases of improvement of work of dosage-mixing lines at stages of their designing and operation, and also development of typical functionally-informational structure of the automated control system of technological processes of production of glass charge are discussed.

Key words: glassware production, dosage-mixing lines, glass charge, stock hoppers, charge recipe

For citing: Alibaev A.M., Malikov R.F. Problems of optimization of glassware production // Bulletin of Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla. Series: Natural Sciences. 2024. No 1. pp. 11-18.

В проведении научно-исследовательских работ с целью усовершенствования производства, увеличении производительности и повышения качества выпускаемой

продукции заинтересованы ведущие предприятия стекольной промышленности, среди которых ООО «Русджам стеклотара холдинг», ОАО «Эй Джи Си Борский стекольный завод», ОАО «Салават стекло», ОАО «Саратовский Институт Стекла» и другие.

Большое значение в увеличении производительности стекла имеет автоматизация технологических процессов. Перед данным исследованием стоит задача увеличения производительности вырабатываемого стекла за счет автоматизации технологических процессов производства. В Республике Башкортостан (РБ) есть большое количество стекольных заводов. Для данного исследования выбор пал на завод по производству стеклотары, который находится в городе Уфа, Калининский район, микрорайон Шакша — ООО «Русджам Стеклотара холдинг».

Филиал ООО «Русджам Холдинг» в г. Уфа дочерняя компания турецкой корпорации стекольной промышленности «Анадолу-джам». Корпорация является одним из мировых лидеров стекольного рынка. Завод построили в 2005 году, на нем выпускается стеклотара. Ниже на рис. 1 приведена технологическая схема и оборудование транспортировки и подготовки материала (Шихта).

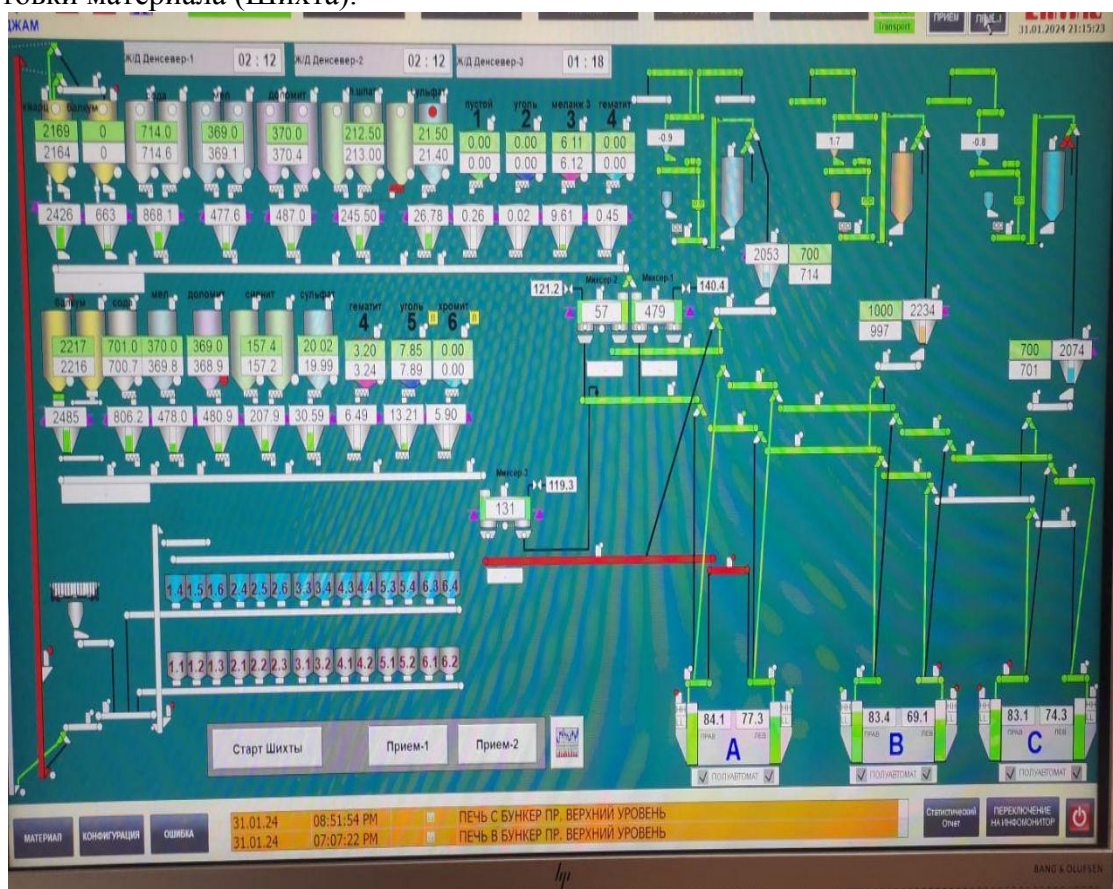


Рис. 1. Общая схема участка подготовки материала

В оборудование входят:

- 1) Бункера песка, 2) Бункера соды, 3) Бункера мела, 4) Бункера доломита, 5) Бункера шпата, 6) Бункера сульфата, 7) Бункера угля, 8) Бункера меланжа, 9) Бункера гематита, 10) Бункера стеклобоя – А, Б, С печей, 11) Сборочные конвейера, 12) Транспортировочные конвейера, 13) Вибраторы, 14) Дробилки, 15) Миксера 1,2,3., 16) Печи А, Б, С., 17) Загрузочные конвейеры и элеваторы.

Для непрерывной работы производства стеклотары нужна отлаженная работа коллектива, новейшее оборудование, бесперебойное поступление сырья и материалов. Для этого предприятие имеет линейно-функциональную структуру, в которой все работники отвечают за свой отдел и выполняют обязанности в установленные сроки.

В технологию производства стеклотары входят такие этапы (рис. 2):

- 1) Складирование материалов, являющимся сырьем;
- 2) Загрузка материалов в бункера;
- 3) Заблаговременная подготовка отдельных компонентов;
- 4) Получение смеси материалов по рецепту (для каждой печи разный рецепт);
- 5) Транспортировка получившейся смеси до печи;
- 6) Стекловарение;
- 7) Транспортировка стекломассы по каналам;
- 8) Формирование капли и формирование стеклотары;
- 9) Транспортировка стеклотары по конвейерам;
- 10) Горячее покрытие;
- 11) Закалка стеклотары в печи;
- 12) Холодное покрытие;
- 13) Отбраковка негодной продукции по 160 бракам;
- 14) Формирование паллет;
- 15) Упаковка;
- 16) Транспортировка паллет стеклотары на склад временного хранения.

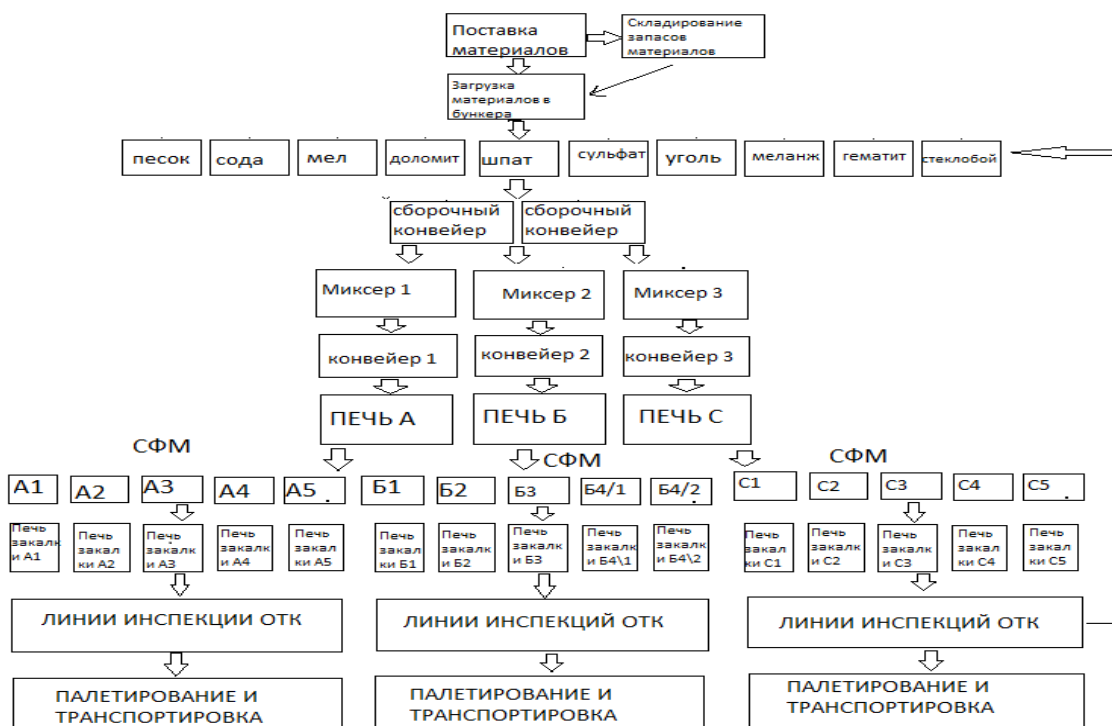


Рис. 2. Технологические этапы производства стеклотары

1. На первой стадии главной задачей является правильное соотношение материалов согласно рецепту, который определяется по технологическим картам исходя из требований заказчика к стеклотаре. Бункерные весы отмеряют объем материалов по рецепту, и по сборочному конвейеру поступают в миксер. Песок и сода по объёму является основным составляющим материалом. Вода определённой температуры, входящая в состав рецепта, необходима для полного перемешивания материалов. Дозировочные приспособления: вибротроки и весовые бункера используются для правильного соотношения компонентов. Проверка качества используемых материалов проверяется методом забора при поставке и проверяется в химической лаборатории на заводе. Каждый час проводится проверка качества готовой массы по рецепту. При отклонении показателей проводится контроль соотношения материалов по рецепту. При выявлении отклонений проводится калибровка всех весовых бункеров на сборочном конвейере. После замешивания массы согласно рецепту, допускается

добавлять до 30% возвратного стеклобоя. Для достижения безотходного производства без дополнительных энергозатрат на стекловарение.

2. В миксер непрерывно с помощью сборочного конвейера подается подготовленная, согласно рецепту, масса в заданном соотношении и далее увлажняется. После тщательного перемешивания она подается на одну из трёх линий конвейеров ведущих к трём печам. На каждую печь свой рецепт исходя из требуемого цвета стеклотары. Подготовленная в миксере масса, в которую равномерно на конвейерах подсыпается стеклобой, по системе основных и поперечных конвейеров, поступает в два бункера. Бункеры расположены с левой и правой сторон печи.

3. Из бункеров, согласно технологической карте, равномерными дозами масса со стеклобоем подается в печь, с помощью вибрлотка и машины подготовки шихты (МПШ). Создавая постоянную и равномерную подачу материала.

4. Далее в печи производительностью 400 тонн, происходит процесс стекловарения при температуре 1900° , которая достигается за счёт горелок работающих на газе и на дизеле. Также равномерный прогрев стекломассы обеспечивается донными электродами, которые обеспечивают подогрев стекломассы для равномерного варения стекла. Контроль температуры осуществляется с помощью термопар донных под печью, которые находятся в стекломассе и на своде печи.

5. Готовая стекломасса транспортируется самотёком по специальным каменным каналам подогреваемым газовыми горелками обеспечивающими пластичность стекломассы путём поддержания температуры $1400^{\circ} - 1200^{\circ}\text{C}$. Контроль температуры обеспечивается с помощью оптических пирометров.

6. Далее стекломасса поступает в стеклоформовочную машину (далее СФМ). На первом этапе происходит формирование капли. С помощью плунжерного механизма создается толкательное движение, которое увеличивает объём капли и с помощью специальных ножниц стекающая стекломасса подрезается, образуя каплю необходимого веса. Далее образовавшаяся капля подается с помощью распределителя по желобам по секциям. СФМ состоит из 10-12 секций. Капля падает в закрытую форму, которую удерживает в закрытом состоянии формодержатель с усилием 1 тонна. С помощью плунжера который поднимается внутри закрытой формы формируется внутренне пространство стеклотары. Далее с помощью механизма переворота заготовка переворачивается с так называемой черновой стороны на другую чистовую сторону. На чистовой стороне бутылка закрывается между двух форм и в образовавшееся внутреннее пространство бутылки подается воздух под давлением, формируя необходимый объём стеклотары и производя окончательное формирование стеклотары методом дутья.

7. По конвейеру сформированная стеклотара, проходя первичную отбраковку, поступает в станцию горячего покрытия. В станции горячего покрытия при температуре не менее 100°C проходит обработка микротрещин кислотой, придавая тем самым дополнительную прочность стеклотаре при очень тонких стенках стеклотары.

8. С помощью трансфера бутылки переставляются с основного конвейера на поперечный. Далее с помощью Стакера (толкателя), стеклотара образуя ряды поступает на ленту печи закалки (Лера). В печи на протяжении 40 минут при плавном понижении температуры от 560°C до 110°C происходит процесс закалки.

9. После выхода стеклотары из печи закалки стеклотара обрабатывается холодным покрытием, которое обеспечивает защитный слой, обеспечивающий повышенные эксплуатационные свойства.

10. Далее с помощью системы конвейеров бутылка поступает на линии контроля качества, где с помощью специального оборудования проходит контроль качества по 160 видам брака. Отбракованная бутылка с помощью пневмосистемы сброса падает на конвейер и поступает в подвал.

11. Отбракованная стеклотара по системе конвейеров поступает в подвал, где проходя через виброванны, дробилки, магниты, по системе конвейеров и элеватор поступает

в качестве стеклобоя в бункеры. Откуда повторно будет использован в рецепте приготовления стекломассы. Обеспечивая тем самым безотходное производство.

12. Качественная готовая стеклотара по системе конвейеров проходя систему маркировки поступает в политайзер который составляет ряды стеклотары на палете.

13. Далее составленный палет транспортируется с помощью автоматизированного транспортера на рельсах (Шатл). До оборудования которое обворачивает плёнкой (Timon)

14. Оборудование которое обворачивает плёнкой (Timon), разворачивает рулон с пленкой формирующей рукав. Обрезает определённую длину. Прижигает плёнку с одной стороны. Сформированный мешок одевается на палет со стеклотарой, сверху. И обжигается по бокам. Термоусадочная плёнка надёжно обволакивает стеклотару. Сформированный палет со стеклотарой готов к транспортировке и хранению на открытом воздухе.

15. Сформированный палет со стеклотарой транспортируется на хранение или сразу на погрузку заказчику.

Следовательно, производство стеклотары является трудоемким процессом, непрерывного производства. Куда входят такие процессы: загрузка материалов в бункера, получение смеси материалов по рецепту, транспортировка получившейся смеси до печи, стекловарение, транспортировка стекломассы по каналам, формирование капли и формирование стеклотары, транспортировка стеклотары по конвейерам, горячее покрытие, закалка стеклотары в печи, холодное покрытие, отбраковка негодной продукции по 160 бракам, формирование палет, упаковка, транспортировка палетированной стеклотары на склад временного хранения. После последней операции стеклотара оказывается на складе.

Оптимизация процессов производства и повышение производительности являются ключевыми факторами для повышения конкурентоспособности предприятий в данной отрасли. В данной статье рассмотрены эффективные практики и инновационные технологии, которые помогут увеличить производительность на производстве стеклотары.

1. Автоматизация производственных процессов: одной из основных причин снижения производительности на производстве стеклотары является большой объем ручного труда. Автоматизация производственных процессов позволяет снизить влияние человеческого фактора и увеличить скорость производства. Применение автоматических машин и роботизированных систем позволяет достичь высокой точности и повысить производительность на стадии формования изделий из стекла.

2. Использование современного оборудования: замена старого и изношенного оборудования на современное является важным шагом для повышения производительности на производстве стеклотары. Современное оборудование отличается высокой скоростью и точностью, что позволяет значительно сократить время производства и улучшить качество готовой продукции.

3. Оптимизация производственного плана и графика: разработка эффективного производственного плана и оптимизация графика работы сотрудников позволяют снизить простои и улучшить использование производственных мощностей. Анализ и прогнозирование спроса на стеклотару помогут более точно планировать процесс производства, предотвращая задержки и улучшая общую производительность предприятия.

4. Обучение персонала: квалифицированный и профессиональный персонал является основой эффективного производства на производстве стеклотары. Регулярное обучение и повышение квалификации сотрудников позволяют им овладеть новыми техниками и навыками, что способствует повышению производительности и снижению количества дефектных изделий.

5. Внедрение инновационных технологий: применение инновационных технологий, таких как использование новых материалов и процессов, может значительно улучшить производительность на производстве стеклотары. Например, использование легких и прочных материалов позволяет снизить вес изделий, что увеличивает эффективность транспортировки и сокращает затраты.

Для решения поставленной задачи предлагается "на основе использования достижений науки и техники: создавать автоматизированные цехи. Расширять автоматизацию. В данной статье рассматривается один из аспектов поставленной задачи - разработка системы управления и модернизация дозирочно-смесительных линий для приготовления стекольной шихты (ДСЛ). Возможность решения этой задачи определяется глубиной изучения технологических особенностей процесса производства, наличием математических моделей и алгоритмов управления, применением прогрессивных методов проектирования для проектно-конструкторских расчетов.

Часть работ по модернизации направлена на совершенствование отдельных технологических процессов и создание алгоритмов контроля и управления. В то же время эти работы не объединены в единую систему, недостаточно внимания уделялось связи этих вопросов между собой, с конкретным оборудованием и его характеристиками, их влиянию на производительность линии в целом и качество шихты.

Разработка методов проектирования ДСЛ, позволяющих создавать физические и математические модели технологических процессов, выбирать оптимальную технологическую структуру линии, интенсифицировать процессы производства и синтезировать систему алгоритмов управления ДСЛ, является одной из нерешенных задач.

В данной статье описывается исследование путей интенсификации работы ДСЛ и улучшения качества шихты, создание методологических основ совершенствования работы ДСЛ на стадиях их проектирования и эксплуатации, а также разработка типовой функционально-информационной структуры автоматизированной системы управления технологическими процессами производства стекольной шихты.

В исследовании разработаны математические модели процессов движения сырьевых материалов в бункерах запаса и смешения стекольной шихты, позволяющие оценивать временные характеристики этих процессов, химический состав материалов, подаваемых на дозирование, и качество смешения. Построен структурно-временной граф ДСЛ, учитывающий временные характеристики процессов дозирования, транспортирования и смешения сырьевых материалов, позволяющий выявить пути повышения производительности ДСЛ. На этой основе автоматизирован процесс выбора рациональной компоновки оборудования, рассчитаны оптимальные точность и время его работы и циклограмма всей линии. Разработаны алгоритмы временного согласования работы оборудования и автоматического управления ДСЛ. Предложена типовая функционально-информационная структура автоматизированной системы управления ДСЛ, позволяющей поддерживать оптимальный технологический режим работы линии при колебаниях химического и гранулометрического состава и влажности сырьевых материалов.

С помощью предложенного метода проектирования разработана дозирочно-смесительная линия с вибрационно-пневматическим смешением компонентов шихты стекольного завода ООО "Русджам стеклотара холдинг". На основе разработанного метода работы ДСЛ рассчитаны оптимальные компоновки и циклограммы работы оборудования. На основе проведенных исследований создано алгоритмическое обеспечение автоматизированной системы управления технологическими процессами производства стекольной шихты, реализующее: оптимальную организацию работы дозирочно-смесительной линии, автоматическое управление ДСЛ, прогнозирование качества шихты по фактическим величинам отвесов сырьевых материалов, расчет рецепта и допустимых погрешностей дозирования стекольной шихты, прогнозирование химического состава высыпаемого из бункера запаса сырьевого материала, которое использовано при создании АСУТП "Шихта". Разработана программа расчета норм расхода сырьевых материалов, которая будет использоваться при нормировании потребления сырьевых материалов.

Таким образом, увеличение производительности на производстве стеклотары является важной задачей для предприятий данной отрасли. Применение эффективных практик и инновационных технологий, таких как автоматизация процессов, использование современного оборудования, оптимизация производственного плана и графика, обучение

персонала и внедрение новых технологий, поможет увеличить производительность, снизить затраты и повысить конкурентоспособность предприятий в данной отрасли.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Автоматизация проектирования систем управления / Под общ. ред. В.А. Трапезникова – М.: Статистика, 1979. – 205с.
2. Андерсон А.Р., Мартынов Э.З. Управление подготовкой производства на промышленных предприятиях и в объединениях. Приборы, средства автоматизации и системы управления. ТС-3. Автоматизированные системы управления. Вып. 4. – М., 1981. – 52 с.
3. Возницкий М. Об алгоритмах управления цехом подготовки сырьевых компонентов на заводах технического стекла. – М.: Пер. ВЦПй А-7400, 1977. – 23с.
4. Галушкевич Р.М., Кучеров С.И., Петров Е.Л. Управление дозирочно-смесительным отделением стекольного завода с использованием средств вычислительной техники. В кн.: Автоматизация химических производств. – Вып. 9. – Киев; Наукова думка, 1973. – С. 7-14.
5. Методические указания по разработке норм расхода основных сырьевых материалов в производстве стекла и стеклоизделий / Главстекло СССР, пер. № 21-33-77. – М., 1977г. – 194 с.
6. Разработка технических требований к оборудованию и математического обеспечения АСУТП производства шихты на Саратовском заводе технического стекла. /ГИС. Л., 1980. – 255с.

REFERENCES

1. Avtomatizacija proektirovanija sistem upravlenija / Pod obshh. red. V.A. Trapeznikova – М.: Statistika, 1979. – 205s.
2. Anderson A.R., Martynov Je.Z. Upravlenie podgotovkoj proizvodstva na promyshlennyh predpriyatijah i v ob#edinenijah. Pribory, sredstva avtomatizacii i sistemy upravlenija. TS-3. Avtomatizirovannye sistemy upravlenija. Vyp. 4. – М., 1981. – 52 s.
3. Voz'nickij M. Ob algoritmah upravlenija cehom podgotovki syr'evyh komponentov na zavodah tehničeskogo stekla. – М.: Per. VCPj A-7400, 1977. – 23s.
4. Galushkevich P.M., Kucherov S.I., Petrov E.L. Upravlenie dozirovochno-smesitel'nym otdeleniem stekol'nogo zavoda s ispol'zovaniem sredstv vychislitel'noj tehnik. V kn.: Avtomatizacija himičeskikh proizvodstv. – Vyp. 9. – Kiev; Naukova dumka, 1973. – S. 7-14.
5. Metodicheskie ukazanija po razrabotke norm rashoda osnovnyh syr'evyh materialov v proizvodstve stekla i stekloizdelij / Glavsteklo SSSR, per. № 21-33-77. – М., 1977g. – 194 s.
6. Razrabotka tehničeskikh trebovanij k oborudovaniju i matematičeskogo obespečenija ASUTP proizvodstva shihty na Saratovskom zavode tehničeskogo stekla. /GIS. L., 1980. – 255s.

Информация об авторах

А. М. Алибаев – аспирант;

Р.Ф. Маликов – доктор физ-мат наук, профессор.

Information about the authors

A. M. Alibaev – postgraduate student;

R.F. Malikov – Doctor of Science (physics and mathematics), Professor.

Вклад авторов

А. М. Алибаев – идея, научное редактирование текста;

Р.Ф. Маликов – сбор и обработка материала, написание статьи.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

A. M. Alibaev –data collection and processing, article writing;

R.F. Malikov – idea, scientific editing of the text.

The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 06.02.2024; принята к публикации 26.03.2024.

The article was submitted 06.02.2024; accepted for publication 26.03.2024.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ

Научная статья
УДК 66.011

ЗАДАЧИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СОДЕРЖАЩИХ СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ

Марина Валерьевна Кобякова¹, Татьяна Александровна Конова²

^{1,2}Тюменское высшее военно-инженерное командное имени маршала инженерных войск А.И. Прошлякова, Тюмень, Россия

¹kobyakova.marina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3967-5964>

²tatkoten@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7723-4863>

Автор, ответственный за переписку: Марина Валерьевна Кобякова,
kobyakova.marina@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается необходимость и целесообразность изучения математического моделирования химических процессов в техническом образовании как средства развития технологической компетентности специалистов. Приводятся задачи составления математических моделей содержащих систему линейных алгебраических уравнений в вузовском курсе химии и высшей математики и решаемые средствами математического пакета MathCAD.

Ключевые слова: математическая модель, редкоземельные элементы, технологическая компетентность, задачный подход в обучении

Для цитирования: Кобякова М.В., Конова Т.А. Задачи математического моделирования химических процессов содержащих системы линейных уравнений // Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М.Акмиллы. Серия: Естественные науки. 2024. № 1. С. 19-24.

MATHEMATICAL MODELING, NUMERICAL METHODS, AND SOFTWARE SUITES

Original article

PROBLEMS OF MATHEMATICAL MODELING OF CHEMICAL PROCESSES CONTAINING SYSTEMS OF LINEAR EQUATIONS

Marina Valeryevna Kobyakova¹, Konova Tatiana Aleksandrovna²

Tyumen Higher Military Engineering Command named after Marshal of Engineering Troops A.I. Proshlyakov, Tyumen, Russia

¹kobyakova.marina@mail.ru

²tatkoten@mail.ru

Corresponding author: Marina V. Kobyakova, kobyakova.marina@mail.ru

Abstract. The article considers the necessity and expediency of studying mathematical modeling of chemical processes in technical education as a means of developing the technological competence of specialists. The problems of compiling mathematical models containing a system of linear algebraic equations in the university course of chemistry and higher mathematics and solved by means of the MathCAD mathematical package are presented.

Keywords: mathematical model, rare earth elements, technological competence, task-based approach in teaching

For citing: Kobyakova M. V., Konova T. A. Problems of mathematical modeling of chemical processes containing systems of linear equations // Bulletin of Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla. Series: Natural Sciences. 2024. No 1. pp. 19-24.

Усложнение технологических условий химического производства предъявляет к специалистам высокие требования в отношении их профессиональной компетентности: узкие специалисты должны владеть широким набором профессиональных умений, поскольку их деятельность носит технологический характер [2]. Выходом из сложившегося положения, может стать развитие у обучающихся технических специальностей технологической компетентности (ТК) через включение в моделирующую химико-технологическую деятельность. Под ТК нами понимается интегративная характеристика личности, отражающая готовность и способность человека эффективно решать задачи в своей профессиональной деятельности от постановки цели, поиска мотивов, выбора рациональных, оптимальных способов преобразования окружающей действительности, до создания необходимых условий и получения необходимого результата [1].

Исследования в области получения чистых редкоземельных элементов (РЗЭ) являются сегодня актуальными и широко обсуждаются в мире. Повсеместно идет активная разведка новых месторождений их с вовлечением в производство. В России исследования редкоземельной промышленности поддерживаются государством. Одной из основных причин для этого является широкое использование их во всех сферах производства и увеличение цен на их закупку.

Применение редкоземельных элементов выглядит следующим образом:

- в энергетике – добавки в урановое топливо, катализаторы крекинга нефти – это неодим (Nd), церий (Ce), лантан (La), диспрозий (Dy), эрбий (Er);
- лазеры и оптоэлектроника – это церий (Ce), гадолиний (Gd), эрбий (Er), лютеций (Lu), иттрий (Y);
- оборонные отрасли, машиностроение, космическая промышленность – радары, системы наведения, навигационные системы, реактивные двигатели и т.д., применяют практически все РЗЭ и их соединения.

В процессе совершенствования технологий химического производства из суммы РЗЭ выделяются два подхода. Первый основан на улавливании РЗЭ из растворов кислот, с помощью функциональных групп. Второй – физическое разделение концентратов. Однако и по настоящее время используются традиционные методы извлечения РЗЭ (дробное осаждение, ионный обмен, экстракция растворителем). Для извлечения РЗЭ на разных технологических этапах используются кислоты различной концентрации, следовательно, вопросы рассмотрения математического моделирования химических процессов получения кислот заданной концентрации являются необходимыми в курсе изучения химии в техническом вузе. Чтобы деятельность по изучению нового учебного материала обладала развивающим эффектом, ее нужно представить в виде системы учебных (познавательных и практических, межпредметных, на моделирование) задач. Смысл «задачного» обучения заключается в том, что посредством постановки задачи создается проблемная ситуация, стимулируется познавательная активность, возбуждается мыслительная деятельность [4]. Преодоление проблемной ситуации, т.е. решение задачи на моделирование и является основным механизмом развития технологической компетентности [3].

Рассмотрим пример математического решения задачи по химии: определить, в каких пропорциях надо смешать Р(%) и г (%) кислоты, чтобы получить процентный раствор нужной концентрации.

Обозначим переменные:

- r_A - раствор кислоты, где А – процентной концентрации;
- g_B - раствор кислоты, где В – процентной концентрации;
- r_C - раствор кислоты, где С – процентной концентрации;
- x – количество раствора А в мл;

y – количество раствора В в мл.

В таблице 1 приведены алгебраические формулы для математического моделирования.

Таблица 1

Исходные данные для расчета соотношения растворов

Раствор	Количество раствора	Количество кислоты в растворе
p_A	x	$x \cdot \frac{p_A}{100}$
g_B	y	$y \cdot \frac{g_B}{100}$
r_c	$x + y$	$(x + y) \cdot \frac{r_c}{100}$

Уравнение для количества кислоты в растворе:

$$x \cdot p_A / 100 + y \cdot g_B / 100 = (x + y) / 100$$

$$x \cdot (r_c - p_A) = y \cdot (g_B - r_c)$$

$$\frac{x}{y} = (g_B - r_c) / (r_c - p_A)$$

Аналогичным образом определяем, какова концентрация кислоты в каждом сосуде при приготовлении смеси, составив линейное уравнение или систему линейных уравнений. Решение систем линейных алгебраических уравнений широко используется в химической технологии при исследовании процессов, связанных с многокомпонентными продуктами. Например, даны четыре емкости с растворами кислоты различных концентраций. Если смешать растворы в определенных соотношениях, то получится кислота заданной концентрации. Соотношения емкостей и заданные значения концентрации смеси в таблице 2.

Таблица 2

Данные для определения концентраций в емкостях при получении заданных смесей

Соотношение емкостей	Заданная концентрация смеси, %
1:1:1:1	13
4:3:2:1	34
4:1:1:4	25
4:1:4:1	25

Составить математическую модель получения кислоты заданной концентрации при смешении растворов. Определить концентрации кислоты в каждом сосуде при изготовлении смеси. Построить диаграмму концентраций в сосудах.

Система линейных алгебраических уравнений имеет вид:

$$\begin{cases} a_{1,1}x_1 + a_{1,2}x_2 + \dots + a_{1,n}x_n = b_1 \\ a_{2,1}x_1 + a_{2,2}x_2 + \dots + a_{2,n}x_n = b_2 \\ \dots \\ a_{n,1}x_1 + a_{n,2}x_2 + \dots + a_{n,n}x_n = b_n \end{cases}$$

Также может быть записана в матричном виде:

$$[A] \cdot [X] = [B]$$

Решение можно получить по формуле:

$$[X] = [A]^{-1} * [B]$$

В нашей задаче матрица $[M]$ – квадратная матрица, составленная из коэффициентов при неизвестных; $[M]^{-1}$ – обратная матрица; $[B]$ – вектор столбец свободных членов; $[X]$ – вектор неизвестных.

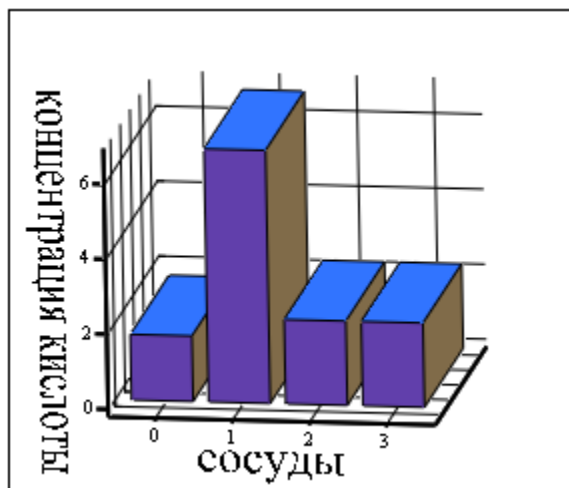
Решение данной задачи средствами MathCAD приведено ниже:

1. Задание матрицы коэффициентов и столбца свободных членов линейной системы.

$$M := \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 4 & 3 & 2 & 1 \\ 4 & 1 & 1 & 4 \\ 4 & 1 & 4 & 1 \end{pmatrix} \quad B := \begin{pmatrix} 13 \\ 34 \\ 25 \\ 25 \end{pmatrix}$$

2. Решение системы с использованием матричных операций.

$$X := M^{-1} \cdot B$$
$$X = \begin{pmatrix} 1.75 \\ 6.75 \\ 2.25 \\ 2.25 \end{pmatrix}$$



3. Проверка правильности результата решения.

$$M \cdot X = \begin{pmatrix} 13 \\ 34 \\ 25 \\ 25 \end{pmatrix}$$

Данные типы задач на составление математических моделей химических процессов можно использовать на занятиях по химии и математике в технических вузах. При решении задач целесообразно применять моделирующую автоматизированную систему, например MathCAD [5, 6, 7, 8]. Компьютерное моделирование может основываться на математической модели, лабораторном эксперименте, анимации, в которой представлено протекание того или иного химического или физического процесса и т.д. [3].

Одной из важнейших и распространенных причин использования моделирующих программ в образовательном процессе является потребность моделирования или визуализации каких-либо динамических процессов, которые невозможно или затруднительно воспроизвести в учебной аудитории. Такие программные средства, позволяющие моделировать эксперименты, используются для активизации поисковой

деятельности обучаемых и являются средством развития их технологической компетентности.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Каткова А.Л., Кобякова М.В., Шемякина И.Е. Теоретический анализ понятия "технологическая компетентность" // Мир науки. Педагогика и психология. – 2020. – Т. 8. – № 4. – С. 3.
2. Кобякова М.В. Модель развития технологической компетентности курсантов// Актуальные проблемы гуманитарных и социально-экономических наук. – 2016. – Т. 10. № S3. С. 122-124.
3. Кобякова М.В. Развитие технологического мышления студентов средствами информационно-коммуникационных технологий // Педагогическое образование в России. – 2013. – № 1. – С. 30-34.
4. Кобякова М.В. Задачный подход как средство развития технологического мышления студентов технического ссуза // Образование и наука. Известия УрО РАО. – 2011. – № 10 (89). – С. 133-143.
5. Конова Т.А., Кобякова М.В. Разработка математической модели химического процесса // Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы. – 2023. – Т. 1. – № S1 (66). – С. 54-57.
6. Мамчистова Е.И., Назарова Н.В. Применение методов комбинаторной оптимизации при решении многокритериальных задач организации ремонтно-восстановительных работ на скважинах // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-2. – С. 170.
7. Математическое моделирование и методы реализации математических моделей// В.А.Холоднов, Л.С.Кириянов и др. – СПб.: «Руда и металлы», 2002. – 170 с.
8. Шемякина И.Е., Мамчистова Е.И., Назарова Н.В. Применение информационных технологий при обучении иностранных студентов в техническом вузе // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 10-2. – С. 411-414.

REFERENCES

1. Katkova A.L., Kobjakova M.V., Shemjakina I.E. Teoreticheskiy analiz ponjatija "tehnologicheskaja kompetentnost'" // Mir nauki. Pedagogika i psihologija. – 2020. – Т. 8. – № 4. – С. 3.
2. Kobjakova M.V. Model' razvitija tehnologicheskoy kompetentnosti kursantov// Aktual'nye problemy gumanitarnyh i social'no-jekonomicheskikh nauk. – 2016. – Т. 10. № S3. S. 122-124.
3. Kobjakova M.V. Razvitie tehnologicheskogo myshlenija studentov sredstvami informacionno-kommunikacionnyh tehnologij // Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii. – 2013. – № 1. – С. 30-34.
4. Kobjakova M.V. Zadachnyj podhod kak sredstvo razvitija tehnologicheskogo myshlenija studentov tehničeskogo ssuza // Obrazovanie i nauka. Izvestija UrO RAO. – 2011. – № 10 (89). – С. 133-143.
5. Konova T.A., Kobjakova M.V. Razrabotka matematicheskoj modeli himičeskogo processa // Vestnik Bashkirkogo gosudarstvennogo pedagogičeskogo universiteta im. M. Akmully. – 2023. – Т. 1. – № S1 (66). – С. 54-57.
6. Mamchistova E.I., Nazarova N.V. Primenenie metodov kombinatornoj optimizacii pri reshenii mnogokriterial'nyh zadach organizacii remontno-vosstanovitel'nyh rabot na skvazhinah // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. – 2015. – № 2-2. – С. 170.
7. Matematicheskoe modelirovanie i metody realizacii matematicheskikh modelej// V.A. Holodnov, L.S.Kir'janov i dr. – SPb.: «Ruda i metally», 2002. – 170 s.
8. Shemjakina I.E., Mamchistova E.I., Nazarova N.V. Primenenie informacionnyh tehnologij pri obuchenii inostrannyh studentov v tehničeskom vuze // Sovremennye naukoemkie tehnologii. – 2016. – № 10-2. – С. 411-414.

Информация об авторах

М.В. Кобякова – кандидат педагогических наук;
Т.А. Конова – кандидат химических наук, доцент.

Information about the authors

M. V. Kobyakova – Candidate of Pedagogical Sciences;
T. A. Konova – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor.

Вклад авторов

М.В. Кобякова – идея, контроль, научное редактирование текста;
Т.А. Конова – создание концепции исследования, сбор и обработка материала.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

M.V. Kobyakova – idea, control, scientific text editing;
T.A. Konova – creation of the research concept, collection and processing of the material.
The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 07.02.2024; принята к публикации 11.04.2024.

The article was submitted 07.02.2024; accepted for publication 11.04.2024.

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Научная статья
УДК 502/504 (470.57)

ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН И РЕКРЕАЦИОННОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Оксана Васильевна Серова¹, Фанис Фаннурович Исхаков², Ирина Римилевна Рахматуллина³, Гульнара Гизаровна Хамидуллина⁴

^{1,2,3,4} Башкирский государственный педагогический университет им. М.Акмиллы, Уфа, Россия

¹*serowa@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1121-9353>*

²*ishff@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7110-6924>*

³*rahmat_irina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4367-5927>*

⁴*hamidullina85@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8259-6156>*

*Автор, ответственный за переписку: Оксана Васильевна Серова,
serowa@mail.ru*

Аннотация. Цель исследования природоохранная и рекреационная деятельность. Предмет исследования – природные и историко-культурные объекты регионального значения. В статье представлен анализ нормативно-правовых документов в сфере природоохранной деятельности, памятников природы республиканского значения, показана возможность вовлечения природных и историко-культурных объектов Иглинского района республики в познавательный туризм и экологическое просвещение.

Ключевые слова: природоохрана, памятники природы, рекреационное природопользование, познавательный туризм

Для цитирования: Серова О.В., Исхаков Ф.Ф., Рахматуллина И.Р., Хамидуллина Г.Г. Памятники природы республики башкортостан и рекреационное природопользование // Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М.Акмиллы. Серия: Естественные науки. 2024. № 1. С. 25-30.

EARTH SCIENCES

Original article

NATURAL MONUMENTS OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN AND RECREATIONAL NATURE MANAGEMENT

Oksana V. Serova¹, Fanis F. Iskhakov², Irina R. Rakhmatullina³, Gulnara G. Khamidullina⁴

^{1, 2, 3, 4} Bashkir State Pedagogical University named M.Akmulla, Ufa, Russia

¹*serowa@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1121-9353>*

²*ishff@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7110-6924>*

³*rahmat_irina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4367-5927>*

⁴*hamidullina85@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8259-6156>*

Corresponding author: Oksana V. Serova, serowa@mail.ru

Abstract. The purpose of the study is environmental and recreational activities. The subject of the research is natural, historical and cultural objects of regional significance. The article presents an analysis of regulatory legal documents in the field of environmental activities, natural monuments of republican significance, shows the possibility of involving natural, historical and

cultural objects of the Iglinsky district of the republic in educational tourism and environmental education.

Keywords: nature conservation, natural monuments, recreational nature management, educational tourism

For citing: *Serova O.V., Iskhakov F.F., Rakhmatullina I.R., Khamidullina G.G.* Natural monuments of the Republic of Bashkortostan and recreational nature management // Bulletin of Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla. Series: Natural Sciences. 2024. No 1. pp. 25-30.

Одним из направлений природоохранной и рекреационной деятельности является развитие на особо охраняемых природных территориях (далее – ООПТ) познавательного туризма. Каждая категория ООПТ Республики Башкортостан имеет свой статус, режим охраны, структуру. Согласно государственной программе «Экология и природные ресурсы Республики Башкортостан» из 217 ООПТ различных категорий на территории республики 179 – это памятники природы [1].

В Федеральный закон от 14.03.1995 N 33-ФЗ (ред. от 10.07.2023) «Об особо охраняемых природных территориях» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2023) введена Статья 5.2. Туризм на особо охраняемых природных территориях и его критерии, особенности [2]. В статье ФЗ дается определение понятия туризм, прописаны основные критерии, особенности организации туристской деятельности на ООПТ. Памятники природы – уникальные, невозполнимые, ценные в экологическом, научном, культурном и эстетическом отношении природные комплексы, а также объекты естественного и искусственного происхождения. В статьях 25-27 ФЗ раскрываются условия и особенности оформления природных объектов при признании их ООПТ, запрещается всякая деятельность, влекущая за собой нарушение сохранности памятников природы, но об организации туристской, рекреационной деятельности у памятников природы не упоминается. История формирования законодательных норм и практик по памятникам природы РБ подробно описана [3].

С активным развитием внутреннего туризма в РФ и РБ, возрастает интерес к историко-культурным и природным объектам со стороны жителей республики как наиболее привлекательным. По мнению директора Эколого-просветительского центра «Заповедники» Натальи Романовны Данилиной «Экопросвещение оказалось нужным и стало «локомотивом» заповедной системы. Уверена, так будет и с познавательным туризмом». В концепции развития ООПТ РФ определено, что на этих территориях может развиваться познавательный туризм, выделяются финансовые средства на обустройство туристических троп и визит-центров. Цель познавательного туризма – сохранять, изучать и просвещать. Экологическое просвещение сегодня неотъемлемая задача образовательного процесса через просветительские программы и организованные познавательные образовательные туристские маршруты, учитывая, что познавательный туризм - часть просветительской работы. Посещая, мы видим уникальный объект, с его историей формирования, географическими особенностями, историческими и природными процессами, тем самым расширяем свой кругозор, оцениваем ценность и необходимость их сохранения. По территории Иглинского района Республики Башкортостан сформированы экскурсионные программы и познавательный маршрут. Привлекательные объекты приведены в таблице 1 и на рис. 1,2. Ключевыми объектами являются Охлебининская пещера и скала Большой Колпак.

Памятник природы республиканского значения – Охлебининская гипсовая пещера [4]. Площадь: 5,0 га. Охранная зона 9,6 га. Местоположение: 3,5 км к юго-востоку от с. Охлебинино. Характеристика объекта: вход шириной 14 м и высотой 4 м находится на дне карстового провала диаметром около 50 м на 12 м, расположенного на крутом склоне правого берега р. Белой в 1 км ниже устья р. Сим. Режим охраны: запрещены посещение пещеры с факелами, замусоривание пещеры, откалывание и вынос образцов, добыча гипса, геологические разработки (взрывные работы и пр.) и всякое строительство. Охлебининская

гипсовая пещера один из популярных экскурсионных и туристских объектов по территории Иглинского района Республики Башкортостан.

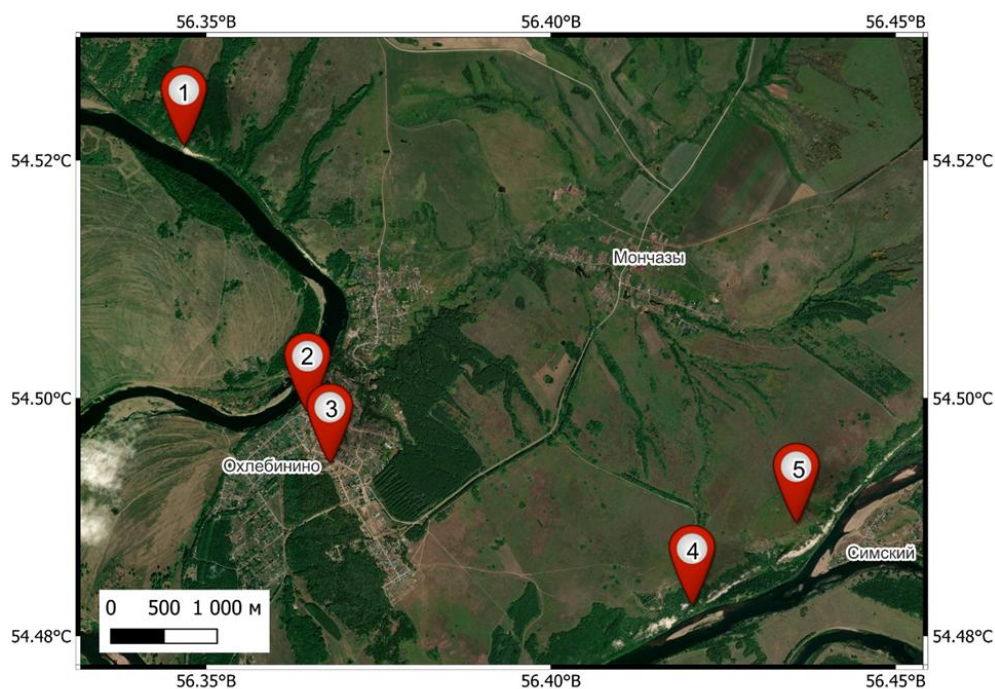


Рис. 1. Карта-схема объектов маршрута

Таблица 1

Перечень объектов показа познавательного маршрута по территории Иглинского района РБ

№ п/п	Объекты маршрута	Координаты	
		северной широты	восточной долготы
1	Скала Большой Колпак	54.52107	56.34722
2	Свято-Троицкий храм с. Охлебнино	54.49876	56.36466
3	Комплекс бывший Земской больницы с. Охлебнино	54.49448	56.36792
4	Охлебининская гипсовая пещера	54.48254	56.42063
5	Охлебининский археологический комплекс	54.48947	56.43557

Каменное обнажение, названное скальным колпаком – Скала Большой Колпак [4]. Площадь: 6,3 га. Охранная зона 10,1 га Землепользователь: территориальный отдел по Иглинскому лесничеству – «Иглинское лесничество» Минлесхоза Республики Башкортостан. Местоположение: 1,5 км к северо-западу от с. Охлебнино. Границы памятника природы: юго-западная проходит по основанию скалы; северо-восточная по ее вершине на расстоянии 120 метров от основания склона от точки 1 до точки 2; восточная и западная определяются как проекция этих точек в юго-западном направлении у основания скалы. Над скалой распространены широколиственные леса и небольшие участки остепненных лугов с ковылем перистым. Режим охраны установлен Положением о памятниках природы в Республике Башкортостан от 26 февраля 1999 г. № 48. В связи с особенностями природного комплекса на территории памятника природы запрещена заготовка древесины (рубки главного пользования), добыча строительных материалов, всякое строительство, взрывные работы. Во время экспедиционных исследований были отмечены следы посетителей в виде мусора и заброшенного мангала на вершине скалы.

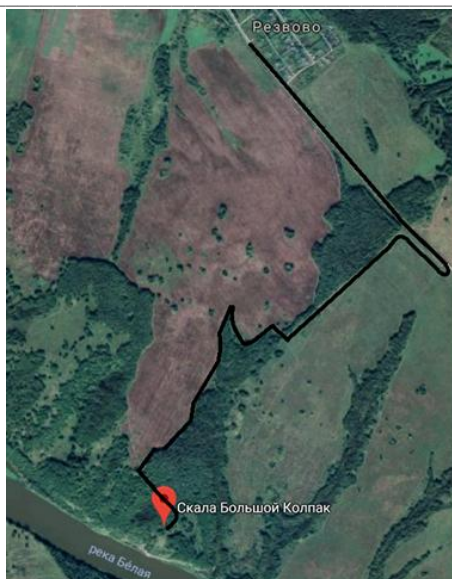


Рис. 2 Общедоступный маршрут к ООПТ: Скала Большой Колпак

Помимо пещерного комплекса и скалы Большой Колпак высотой 120 м в познавательный маршрут включены Свято-Троицкий храм с. Охлебинино, относится к Бирской епархии Русской православной церкви, бывший комплекс Земской больницы с. Охлебинино, Охлебининский археологический комплекс, который состоит двух городищ (Охлебининское городище II и Охлебининское городище III) и могильника (Охлебининский могильник), смотровая площадка на горе Акташ, трехречье рек Белая, Сим, Инзер [5,6,7]. Посещение природных объектов должно проводиться с учетом охранной зоны Охлебининской гипсовой пещеры и скалы Большой Колпак.

В выходные дни у реки Белой отдыхает местное население и жители республики. Распространены дачная рекреация, ловля рыбы, сбор ягод и лекарственных растений, экскурсионная деятельность. К природным и историко-культурным объектам организованы экскурсии из гг. Уфа и городов РБ. Пещера доступна для посещения и в зимнее время. Высокий сезон май-сентябрь. Транспортная доступность позволяет добраться до с. Охлебинино за 2-3 часа, в т.ч. на маршрутном рейсовом такси во все дни недели. Протяженность маршрута 122 км, продолжительность 7 часов. Познавательный маршрут предполагает сервисное обеспечение: экскурсовод, транспорт, питание, страхование, раздаточный материал. Популярны однодневные маршруты в выходные дни летнего сезона. Помимо организованных групп территорию объекта посещают жители близлежащих сел, районов РБ.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Постановление Правительства РБ от 15.12.2023 № 722 Об утверждении государственной программы «Экология и природные ресурсы Республики Башкортостан» [Электронный ресурс] // Министерство природопользования и экологии Республики Башкортостан. URL: <https://ecology.bashkortostan.ru/documents/active/538600/> (дата обращения: 31.01.2024)

2. Федеральный закон от 14.03.1995 N 33-ФЗ (ред. от 10.07.2023) «Об особо охраняемых природных территориях» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2023) [Электронный ресурс]. Консультант+. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_6072/76ef4bd70dc6f77f65ca7a403e67112bf65592b3/ (дата обращения: 25.01.2024)

3. Исхаков Ф.Ф., Рахматуллина И.Р., Серова О.В. К вопросу об охранных зонах ООПТ Республики Башкортостан [Электронный ресурс] // Научная электронная библиотека elibrary.ru // В сб.: Экология и образование: проблемы развития евразийского

информационно-образовательного пространства. Материалы международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 57-61.

4. Реестр особо охраняемых природных территорий республиканского значения – Изд.3-е. – Уфа: Белая река, 2016. – 400 с.

5. Отец и сын Ивановы – врачи от Бога, история старой земской больницы [Электронный ресурс] // Иглинские вести: URL:<https://igvesti.com/articles/longrid/2021-11-06/otets-i-syn-ivanovy-vrachi-ot-boga-2572666> (дата обращения: 27.11.2023).

6. Исторические картинки. Дворянское Зауфимье: Охлябинино / 21.02.2016 [Электронный ресурс] // Новости Уфы – БезФормата. URL: <https://ufa.bezformata.com/listnews/kartinki-dvoryanskoe-zaufime-ohlyabinino/43895077/> (дата обращения: 23.12.2023).

7. Кара-абызская культура [Электронный ресурс] // Посреди России. URL: https://posredi.ru/knb_k_kara-abiz_kult.html (дата обращения: 25.01.2024).

REFERENCES

1. Postanovlenie Pravitel'stva RB ot 15.12.2023 № 722 Ob utverzhdenii gosudarstvennoj programmy «Ekologiya i prirodnye resursy Respubliki Bashkortostan» [Elektronnyj resurs] // Ministerstvo prirodopol'zovaniya i ekologii Respubliki Bashkortostan. URL: <https://ecology.bashkortostan.ru/documents/active/538600/> (data obrashcheniya: 31.01.2024).

2. Federal'nyj zakon ot 14.03.1995 N 33-FZ (red. ot 10.07.2023) «Ob osobo ohranyaemyh prirodnih territoriyah» (s izm. i dop., vstup. v silu s 01.09.2023) [Elektronnyj resurs]. Konsul'tant+. URL:

https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_6072/76ef4bd70dc6f77f65ca7a403e67112bf65592b3/ (data obrashcheniya: 25.01.2024).

3. Iskhakov F.F., Rahmatullina I.R., Serova O.V. K voprosu ob ohrannyh zonah OOPT Respubliki Bashkortostan [Elektronnyj resurs] // Nauchnaya elektronnyaya biblioteka elibrary.ru // V sb.: Ekologiya i obrazovanie: problemy razvitiya evrazijskogo informacionno-obrazovatel'nogo prostranstva. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – 2019. – S. 57-61.

4. Reestr osobo ohranyaemyh prirodnih territorij respublikanskogo znacheniya – Izd.3-e. – Ufa: Belaya reka, 2016. – 400 s.

5. Otec i syn Ivanovy – vrachi ot Boga, istoriya staroj zemskoj bol'nicy [Elektronnyj resurs] // Iglinskie vesti: URL:<https://igvesti.com/articles/longrid/2021-11-06/otets-i-syn-ivanovy-vrachi-ot-boga-2572666> (data obrashcheniya: 27.11.2023).

6. Istoricheskie kartinki. Dvoryanskoe Zaufim'e: Ohlyabinino | 21.02.2016 [Elektronnyj resurs] // Novosti Ufy – BezFormata. URL: <https://ufa.bezformata.com/listnews/kartinki-dvoryanskoe-zaufime-ohlyabinino/43895077/> (data obrashcheniya: 23.12.2023).

7. Kara-abyzskaya kul'tura [Elektronnyj resurs] // Posredi Rossii. URL: https://posredi.ru/knb_k_kara-abiz_kult.html (data obrashcheniya: 25.01.2024).

Информация об авторах

О. В. Серова – кандидат биологических наук, доцент;

Ф. Ф. Исхаков – кандидат биологических наук, доцент;

И. Р. Рахматуллина – кандидат биологических наук, доцент;

Г. Г. Хамидуллина – кандидат биологических наук, доцент.

Information about the authors

O. V. Serova – Candidate of Biological Sciences, Assistant Professor;

F. F. Iskhakov – Candidate of Biological Sciences, Assistant Professor;

I. R. Rakhmatullina – Candidate of Biological Sciences, Assistant Professor;

G. G. Khamidullina – Candidate of Biological Sciences, Assistant Professor.

Вклад авторов

О.В. Серова – идея, научное редактирование текста;
Ф.Ф. Исхаков – создание концепции исследования, контроль;
И.Р. Рахматуллина – сбор и обработка материала;
Г.Г. Хамидуллина – сбор и обработка материала.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

O.V. Serova – idea, scientific editing of the text;
F.F. Iskhakov – development of research concept, supervision;
I.R. Rakhmatullina – collection and processing of material;
G.G. Khamidullina – collection and processing of material.
The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 02.02.2024; принята к публикации 26.03.2024.

The article was submitted 02.02.2024; accepted for publication 26.03.2024.

ОБРАЗОВАНИЕ И ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 378.14

ПОДГОТОВКА БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ К ПРОВЕДЕНИЮ ОЛИМПИАД ПО ФИЗИКЕ

Надежда Анатольевна Антонова

*Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет,
Челябинск, Россия*

in-nadya@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-3823-270X>

*Автор, ответственный за переписку: Надежда Анатольевна Антонова,
in-nadya@mail.ru*

Аннотация. В данной статье представлено проектирование и организация подготовки будущих учителей в рамках дисциплины «Методика организации олимпиад по физике». Проведенное исследование помогает подготовить учителей физики к деятельности по организации подготовки школьников к олимпиаде по физике и выделить рекомендации по улучшению работы над олимпиадным движением.

Ключевые слова: олимпиада по физике, обучение физике, учителя физики, методическая подготовка.

Для цитирования: Антонова Н.А. Подготовка будущих учителей к проведению олимпиад по физике // Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М.Акумуллы. Серия: Естественные науки. 2024. № 1. С. 31-34.

EDUCATION AND PEDAGOGICAL SCIENCES

Original article

PREPARING FUTURE TEACHERS FOR PHYSICS OLYMPIADS

Nadezhda A. Antonova

South Ural State University of Humanities and Pedagogy, Chelyabinsk, Russia

in-nadya@mail.ru

Corresponding author: Nadezhda A. Antonova, in-nadya@mail.ru

Abstract. This article presents the design and organization of the training of future teachers in the framework of the discipline «Methods of organizing Olympiads in physics». The conducted research helps to prepare physics teachers for the activities of organizing the preparation of schoolchildren for the Physics Olympiad and highlight recommendations for improving work on the Olympiad movement.

Keywords: physics Olympiad, teaching physics, physics teachers, methodical training

For citing: Antonova N. A. Preparing future teachers for physics Olympiads // Bulletin of Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla. Series: Natural Sciences. 2024. No 1. pp. 31-34.

Олимпиада является мощным инструментом мотивации обучающегося к изучению предмета по нескольким причинам. Во-первых, задания олимпиад требуют творческого подхода, и зачастую процесс их решения интересен и нов для обучающегося уже с прочтения условия задачи. Во-вторых, успешное решение олимпиадных задач поощряется многими способами, начиная с небольших материальных призов, заканчивая льготным поступлением

в вуз [3; 4]. Следовательно, возникает проблема, которая заключается в поиске ответа на вопросы: «Как организовать процесс подготовки школьников к олимпиаде по физике»; «Как выявить обучающихся, у которых есть интерес и способность к решению задач олимпиадного уровня», «Как подготовить будущего учителя физики к организации олимпиадного движения».

Анализ профессионального стандарта педагога, требований ФГОС ВО по направлению подготовки «Педагогическое образование», фундаментального ядра образования, ФГОС СОО, а также публикаций по подготовке к олимпиаде и способности будущих учителей физики к осуществлению своей профессиональной деятельности при организации учебного процесса по подготовке к олимпиаде по физике показал, какими знаниями и умениями они должны владеть:

1. Знать особенности решения олимпиадных задач при обучении физике (специфика, цели, требования к содержанию образования, методические приемы).

2. Осуществлять отбор учебного материала для достижения метапредметных результатов при подготовке к олимпиаде по физике.

3. Готовить и проводить олимпиады по физике.

4. Готовить методическое обеспечение по подготовке к олимпиаде по физике.

5. Подбирать и конструировать задачи разного типа, учитывая специфику олимпиадных задач.

6. Формировать у обучающихся умение извлекать информацию из текста, умение применять новую информацию из текста для объяснения процессов и решения учебно-практических задач, формулировать выводы на основе данных из текста, устанавливать причинно-следственные связи, преобразовывать информацию из текста в график или схему и обратно. Понимать, что эти умения имеют свои особенности, которые обусловлены системообразующей функцией и выделением новых операций в структуре деятельности при подготовке к олимпиаде по физике:

— владеть основами работы с олимпиадными задачами;

— готовность к планированию и проведению учебных занятий по решению олимпиадных задач;

— применять современные технические средства обучения и образовательные технологии;

— использовать информационно-коммуникационные технологии, электронные образовательные и информационные ресурсы для подготовки к олимпиаде по физике;

— способность взаимодействовать с участниками образовательных отношений в рамках реализации образовательных программ при подготовке к олимпиаде по физике;

— знать особенности методики решения олимпиадных задач;

— уметь формировать у обучающихся структуру деятельности по работе с цифровой лабораторией на практических занятиях по подготовке к олимпиаде по физике;

— уметь формировать у обучающихся умение (самостоятельно) работать с различными интернет источниками при обучении физике;

— критически оценивать полученные данные при решении олимпиадных задач;

— готовить олимпиадные задачи с учетом индивидуальных особенностей обучающихся;

— определять уровень сформированности умения решать олимпиадные задачи каждого обучающегося при обучении физике.

6. Формировать у обучающихся умения решать олимпиадные задачи в условиях цифровизации.

7. Формировать у обучающихся универсальные учебные действия, необходимые для подготовки к олимпиаде по физике.

В организации подготовки школьников к олимпиаде по физике важную роль играет подготовка самого учителя физики. Представим содержание практических работ по дисциплине «Методика организации олимпиад по физике» для будущих учителей по

образовательной программе: Физико-математическое образование, осуществляемое нами на базе ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ» г. Челябинска.

Практическое занятие 1. «Олимпиадные задачи по физике»

1. Дайте определения понятиям (ссылками на источник информации):
 - олимпиада;
 - олимпиадная задача.
2. Представьте перечень нормативно-правовых документов, регламентирующий организацию и подготовку проведения олимпиад по физике.
3. Подготовить обзор основных публикаций по теме: «Подготовка к олимпиадам по физике», представленных в системе eLIBRARY.RU.
4. Подберите подборку вебинаров по теме «Решение олимпиадных задач по физике».
5. Составьте реестр олимпиад по физике. Представьте подобранный материал в виде таблицы.

Таблица

Олимпиады по физике

Название олимпиады	Особенности программы олимпиады	Материалы для подготовки

Практическое занятие 2. «Подготовка к олимпиадам по физике»

1. Подобрать олимпиадные задачи по теме своего исследования.
2. Предложите способ подготовки к олимпиадам в рамках темы своего исследования.

Практическое занятие 3. «Проектирование учебного процесса по решению олимпиадных задач при обучении физике»

1. Составьте конспект урока по решению олимпиадных задач при обучении физике по теме своего исследования.
2. Выделите рекомендации для учителя физике по организации работы решения олимпиадных задач.

Практическое занятие 4. «Олимпиада по функциональной грамотности»

Разработайте олимпиаду по функциональной грамотности (Задания, ответы, критерии оценивания, литература для подготовки, рекомендации для подготовки) [1].

Практическое занятие 5. «Итоговая аттестация»

Составить курс внеурочной деятельности «Подготовка к олимпиаде по физике». Пример выполненный в рамках написания дипломной работы представлен в статье [2].

Анализируя результаты подготовки будущих учителей, мы установили затруднения, которые испытывали студенты:

- 1) определять недостающие сведения для разрешения предлагаемой дидактической ситуации – 64 %;
- 2) проявлять творческий подход к ее разрешению – 58 %;
- 3) применять знания о Федеральном государственном образовательном стандарте основного и среднего образования по физике, спецификации и кодификатора ВПР, ОГЭ и ЕГЭ по физике – 58 %;
- 4) применять знания о деятельности учителя по проектированию и организации учебных занятий и внеурочной деятельности по физике, что свидетельствует о необходимости осуществления целенаправленной работы по развитию профессиональных умений будущих учителей физики – 59 %.

В статье [2] нами выделены основные рекомендации для учителя по подготовке школьников к олимпиаде по физике.

Таким образом, олимпиада – соревнование на самом высоком уровне, в котором обучающиеся встречаются с задачами (и заданиями) высокой сложности. Олимпиадная задача по физике – задача, требующая от обучающихся не только ясного понимания основных физических законов, а также творческого умения применять эти законы для объяснения физических явлений, развитие критического мышления и сообразительности, что рассматривается в процессе практико-ориентированной подготовки будущих учителей.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Антонова Н.А. Организационно-методическая работа с учителями физики по формированию читательской грамотности обучающихся / Н.А. Антонова // Профессиональное образование в России и за рубежом. – 2022. – № 2 (46). – С. 134 – 141.
2. Кислицына А.А. Подготовка к олимпиаде по физике средствами MS EXCEL / А.А. Кислицына, Н.А. Антонова // Технологии в образовании-2023: сборник материалов Международной научно-методической конференции, 19 – 21 апреля 2023 г. / [под общ. ред. канд. филол. наук Е. В. Добровольской]; АНОО ВО Центросоюза РФ «СибУПК». – Новосибирск, 2023. – С. 108- 115.
3. Орехов В.П. Методика преподавания физики в 8-10 классах средней школы / В.П. Орехов, А.В. Усова, И.К. Турышев и др. Ч.1. – Москва: Просвещение, 1980. – 320 с.
4. Шефер О.Р. Педагогическое содействие в разработке и реализации индивидуальной образовательной траектории при подготовке обучающегося к олимпиадам по физике: монография / О.Р. Шефер, В.В. Кудрина, И.Ю. Кудрина. – Челябинск: «Край Ра», 2016 – 200 с.

REFERENCES

1. Antonova N.A. Organizational and methodological work with physics teachers on the formation of students' reading literacy / N.A. Antonova // Vocational education in Russia and abroad. – 2022. – № 2 (46). – pp. 134 – 141.
2. Kislitsyna A.A. Preparation for the Olympiad in physics by means of MS EXCEL / A.A. Kislitsyna, N.A. Antonova // Technologies in education-2023: a collection of materials of the International Scientific and methodological Conference, April 19-21, 2023 / [under the general editorship of the Candidate of Philology E. V. Dobrovolskaya]; ANOO IN the Central Union of the Russian Federation "SibUPK". – Novosibirsk, 2023. – pp. 108- 115.
3. Orekhov V.P. Teaching methods physics in grades 8-10 of secondary school / V.P. Orekhov, A.V. Usova, I.K. Turyshev, etc. Part 1. – Moscow: Prosveshchenie, 1980. – 320 p.
4. Shefer O.R. Pedagogical assistance in the development and implementation of an individual educational trajectory in the preparation of students for Olympiads in physics: monograph / O.R. Shefer, V.V. Kudrina, I.Y. Kudrina. – Chelyabinsk: "Edge of Ra", 2016 – 200 p.

Информация об авторе

Н.А. Антонова – преподаватель кафедры ФиМОФ.

Information about the author

N.A. Antonova – teacher of the Department of FiMOF.

Статья поступила в редакцию 05.02.2024; принята к публикации 26.03.2024.

The article was submitted 05.02.2024; accepted for publication 26.03.2024.

ОБРАЗОВАНИЕ И ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 63:001

СИНТЕЗ НАУКИ, ОБРАЗОВАНИЯ И ПРАКТИКИ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ АПК

Наталья Евгеньевна Земскова¹, Александр Геннадьевич Мещеряков², Алмагуль Алтыбаевна Живалбаева³, Андрей Геннадьевич Селезнев⁴, Венер Нуруллоевич Саттаров⁵

^{1,2,3,4}Самарский государственный аграрный университет, п.г.т. Усть-Кинельский, Россия,

⁵Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, г. Уфа, Россия

¹Zemskowa.nat@yandex.ru

²alidar@yandex.ru

³gkusoplem@mail.ru

⁴seleznev.master@yandex.ru

⁵wener5791@yandex.ru

Автор, ответственный за переписку: Наталья Евгеньевна Земскова, Zemskowa.nat@yandex.ru

Аннотация. В данной статье показана взаимосвязь науки, образования и предприятий АПК в решении проблем сельского хозяйства. В настоящее время предприимчивость молодых исследователей не остается незамеченной государством и поощряется финансовой поддержкой, что позволяет раскрывать свой потенциал в бизнесе. Примером этому служит развитие бизнеса аспиранта вуза, который выбрал основным видом деятельности пчеловодство.

Ключевые слова: образование, наука, аспирант, аграрный сектор

Для цитирования: Земскова Н.Е., Мещеряков А.Г., Живалбаева А.А., Селезнев А.Г., Саттаров В.Н. Синтез науки, образования и практики в решении проблем АПК// Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М.Акмуллы. Серия: Естественные науки. 2024. № 1. С. 35-38.

EDUCATION AND PEDAGOGICAL SCIENCES

Original article

SYNTHESIS OF SCIENCE, EDUCATION AND PRACTICE IN SOLVING AGRICULTURAL PROBLEMS

Zemskova Natalia Evgenievna¹, Meshcheryakov Alexander Gennadievich², Zhivalbayeva Almagul Altybaevna³, Seleznev Andrey Gennadievich⁴, Sattarov Vener Nurulloevich⁵

^{1,2,3,4}Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky settlement, Russia,

⁵bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla, Ufa, Russia

¹Zemskowa.nat@yandex.ru

²alidar@yandex.ru

³gkusoplem@mail.ru

⁴seleznev.master@yandex.ru

Corresponding author: Natalia E. Zemskova, Zemskowa.nat@yandex.ru

Abstract. This article shows the relationship between science, education and agricultural enterprises in solving agricultural problems. Currently, the entrepreneurial spirit of young researchers does not go unnoticed by the state and is encouraged by financial support, which allows them to unlock their potential in business. An example of this is the business development of a university graduate student who chose beekeeping as his main activity.

Keywords: education, science, postgraduate student, agricultural sector.

For citing: Zemskova N.E., Meshcheryakov A.G., Zhivalbayeva A.A., Seleznev A.G., Sattarov V.N. Synthesis of science, education and practice in solving agricultural problems // Bulletin of Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla. Series: Natural Sciences. 2024. No 1. pp. 35-38.

Фундаментальность образования в аграрном секторе неразрывно связана с научными исследованиями и обеспечивается наличием теоретических и прикладных дисциплин с большим набором учебных, методических и лабораторных материалов. Овладение обширными базовыми знаниями должно мотивироваться желанием постоянно осваивать новые методики и технологии, что является основным условием интеграции науки и образования. В настоящее время в развитии отечественной науки и образования актуальным является кадровый вопрос. Он связан с низкой численностью выпускников аграрных вузов, вследствие распространенного до недавнего времени мнения о непопулярности сельскохозяйственного труда. Действительно, качество жизни сельского населения ниже городского, уровень безработицы в 1,5 раза выше, чем в городе, что сохраняет тенденцию сокращения сельского населения страны. Поэтому приоритетной задачей государства является принятие мер по улучшению качества жизни на селе.

На очередном заседании Президиума РАН, прошедшем в конце 2023 года, руководитель ВИАПИ им. А.А. Никонова, академик РАН Александр Петриков заострил внимание на необходимости разработки специального национального проекта по комплексному сельскому развитию и дополнительных мер по диверсификации сельской экономики. По мнению спикера, следует пересмотреть структурную политику в сельском хозяйстве, направленную на приоритетное развитие крупных хозяйств в ущерб малому и среднему предпринимательству, что, с одной стороны, способствует экономическому росту в сельском хозяйстве, национальной независимости по продовольствию, формированию экспортного потенциала, а с другой стороны, чревато серьезными социальными проблемами. Для развития малого и среднего бизнеса в сельском хозяйстве целесообразно не только увеличивать его господдержку, но и развивать инфраструктуру сбыта продукции малых и средних хозяйств, их доступ к рынку инноваций, а также, поощрять участие населения в сельском развитии [1; с. 10-11]. Нельзя не указать на успешную реализацию госпрограммы «Комплексное развитие сельских территорий», в рамках которой регионы России установили расходные обязательства по предоставлению социальных выплат на строительство, или приобретение жилья гражданам, проживающим на сельских территориях, благоустройству территорий, организациям затрат по заключенным ученическим договорам и договорам о целевом обучении с гражданами Российской Федерации и др., что является фактором привлечения кадров в село.

На основании объединенных усилий региональных органов управления и образовательных учреждений, возможно успешное решение проблемы подготовки высококвалифицированных кадров, ориентированных на потребности экономики и общественной жизни региона. Развитие интеллектуального потенциала невозможно без синтеза образования с новейшими научными достижениями. В связи с этим, обязательным является развитие связей с научными и промышленными организациями и предприятиями. Так, на примере Самарского аграрного университета можно рассмотреть результаты взаимодействия связки «вуз-наука-предприятие». В рамках сотрудничества, ООО НПО «АгроМентор» предоставило вузу продукт микробиологического синтеза, пробиотический препарат «Лиобакт», применение которого на свиньях позволило получить 20%-ю прибавку

живой массы; ООО «Органико», совместно с аспирантами, изучило влияние кормовой добавки на молочность свиноматок и дезинфицирующей подстилки в цехе опороса. Полученные результаты послужили основой для написания кандидатской диссертации. КФХ «Волжский осетр» и «Чубовское подворье» предоставляют уникальные площадки для прохождения практики студентами и получения данных для выполнения выпускной квалификационной работы.

В настоящее время предприимчивость молодых исследователей не остается незамеченной государством и поощряется финансовой поддержкой, что позволяет раскрывать свой потенциал в бизнесе. Примером этому служит развитие бизнеса аспиранта упомянутого вуза, который выбрал основным видом деятельности пчеловодство. Зная не понаслышке о таких проблемах пчеловодства как: бесконтрольная метизация районированной среднерусской породы пчел, низкая медопродуктивность пчелосемей, варроатоз и т.д. – аспирант направил свои усилия в данную сферу [2; с. 6-9; 3; с. 97; 4; с. 11; 5; с. 115; 6; с. 12]. Подготовив соответствующие проекты и получив финансовую поддержку по программам: «УМНИК», «Старт» и «Начинающий фермер», аспирант успешно реализовал и внедрил в практику пчеловодства свои идеи, такие как: особо прочная пластиковая пчелорамка и автоматическая роевня, призванные снижать трудозатраты пчеловода, а также, термомодуль, применяемый для избавления пчел от клеща *Varroa destructor*. Все это позволило расширить ассортимент пчеловодческого оборудования и инвентаря и повысить рентабельность пасечного хозяйства. Объединение усилий науки, образования и практики позволяет успешно решать проблемы агропромышленного комплекса.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Седова Ю.Г. Повышение качества жизни сельского населения – в числе ключевых задач государства // Аграрная наука. 2023. – № 11. – С. 10-11.
2. Морфологическая оценка *Apis mellifera* популяции лесостепной природно-сельскохозяйственной зоны Республики Башкортостан / Л.Ф. Биглова, В.Н. Саттаров, Н.Ф. Мухаметова [и др.]. – Уфа: Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, 2014. – 160 с.
3. Земскова Н.Е. Эффективность содержания пчел в ульях разных типов / Н.Е. Земскова, Е.Н. Шведчиков, Я.В. Илюхин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2008. – № 1. – С. 97-100.
4. Газизова Н.Р. Морфометрический анализ трутней на территории зауральской степной зоны республики Башкортостан / Н.Р. Газизова, В.Н. Саттаров, Н.Е. Земскова // Инновационные достижения науки и техники АПК. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. – 2018. – С. 11-13.
5. Земскова Н.Е. Морфологические аномалии глаз рабочих пчел в Самарской области / Н.Е. Земскова, Ф.А. Каримов, В.Р. Туктаров // Морфология. 2018. Т. 153. № 3. С. 115-116.
6. Мельникова Е.Н. Содержание пчел в условиях лесостепной зоны Самарской области / Е.Н. Мельникова, М.М. Мельников, Н.Е. Земскова // Пчеловодство. – 2019. – № 2. – С. 12-13.

REFERENCES

1. Sedova Yu. G. Improving the quality of life of the rural population is among the key tasks of the state // Agrarian Science. – 2023. – No.11. – pp. 10-11.
2. Morphological assessment of *Apis Mellifera* : Populations of the forest-steppe natural and agricultural zone of the Republic of Bashkortostan / L.F. Biglova, V.N. Sattarov, N.F. Mukhametova [et al.]. – Ufa : Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla, 2014. – 160 p.
3. Zemskova N.E. Efficiency of keeping bees in hives of different types / N.E. Zemskova, E.N. Shvedchikov, Ya.V. Ilyukhin // Izvestiya Samara State Agricultural Academy. – 2008. – No. 1. – pp. 97-100.

4. Gazizova N. R. Morphometric analysis of drones on the territory of the trans-Ural steppe zone of the Republic of Bashkortostan / N. R. Gazizova, V. N. Sattarov, N. E. Zemskova // Innovative achievements of science and technology of the agroindustrial complex. Collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference. – 2018. – pp. 11-13.

5. Zemskova N.E. Morphological anomalies of the eyes of worker bees in the Samara region / N.E. Zemskova, F.A. Karimov, V.R. Tuktarov // Morphology. – 2018. – Vol. 153. – No. 3. – pp. 115-116.

6. Melnikova E.N. Keeping bees in the conditions of the forest-steppe zone of the Samara region / E.N. Melnikova, M.M. Melnikov, N.E. Zemskova // Beekeeping. – 2019. – No. 2. – pp. 12-13.

Информация об авторах

Н.Е. Земскова – доктор биологических наук, доцент;

А.Г. Мещеряков – доктор биологических наук, профессор;

А.А. Живалбаева – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

А.Г. Селезнев – соискатель кафедры зоотехнии;

В.Н. Саттаров – доктор биологических наук, профессор.

Information about the authors

N.E. Zemskova – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor;

A.G. Meshcheryakov – Doctor of Biological Sciences, Professor;

A.A. Zhivalbayeva – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

A.G. Seleznev – candidate of the Department of Animal Science;

V.N. Sattarov – Doctor of Biological Sciences, Professor.

Вклад авторов

Н.Е. Земскова – идея, сбор и обработка материала;

А.Г. Мещеряков – сбор материала;

А.А. Живалбаева – сбор материала;

А.Г. Селезнев – сбор материала;

В.Н. Саттаров – научное редактирование текста;

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

N.E. Zemskova – the idea, collection and processing of the material;

A.G. Meshcheryakov – collecting material;

A.A. Zhivalbayeva – collecting material;

A.G. Seleznev – collecting material;

V.N. Sattarov – scientific text editing;

The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 05.02.2024; принята к публикации 26.03.2024.

The article was submitted 05.02.2024; accepted for publication 26.03.2024.

ОБРАЗОВАНИЕ И ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 636.085.7

РОЛЬ СОТРУДНИЧЕСТВА С ПРОИЗВОДСТВОМ В ОБРАЗОВАНИИ СТУДЕНТОВ ЗООИНЖЕНЕРНОГО ПРОФИЛЯ

*Земскова Наталья Евгеньевна¹, Мещеряков Александр Геннадьевич², Живалбаева
Алмагуль Алтыбаевна³, Селезнев Андрей Геннадьевич⁴*

*^{1,2,3,4}Самарский государственный аграрный университет, п.г.т. Усть-Кинельский,
Россия*

¹Zemskowa.nat@yandex.ru

²alidar@yandex.ru

³gkusoplem@mail.ru

⁴seleznev.master@yandex.ru

*Автор, ответственный за переписку: Наталья Евгеньевна Земскова,
Zemskowa.nat@yandex.ru*

Аннотация. В данной статье показана роль сотрудничества аграрного вуза с производством, в решении проблем АПК. Раскрыто содержание совместной работы по апробации кормовой пробиотической добавки «Лиобакт», результатом которого явилось повышение живой массы поросят на доразивании в среднем на 6,57 кг.

Ключевые слова: вуз, предприятие, сотрудничество, результат, аграрный сектор.

Для цитирования: Земскова Н. Е., Мещеряков А. Г., Живалбаева А. А., Селезнев А. Г. Роль сотрудничества с производством в образовании студентов зооинженерного профиля // Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М.Акмоллы. Серия: Естественные науки. 2024. № 1. С. 39-42.

EDUCATION AND PEDAGOGICAL SCIENCES

Original article

*Zemskova Natalia Evgenievna¹, Meshcheryakov Alexander Gennadievich², Zhivalbayeva
Almagul Altybaevna³, Seleznev Andrey Gennadievich⁴*

^{1,2,3,4}Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky settlement, Ossia,

¹Zemskowa.nat@yandex.ru

²alidar@yandex.ru

³gkusoplem@mail.ru

⁴seleznev.master@yandex.ru

Corresponding author: Natalia E. Zemskova, Zemskowa.nat@yandex.ru

THE ROLE OF COOPERATION WITH PRODUCTION IN THE EDUCATION OF ZOOENGINEERING STUDENTS

Abstract. This article shows the role of cooperation between an agricultural university and production in solving agricultural problems. The content of the joint work on the approbation of the feed probiotic supplement "Liobact", which resulted in an increase in the live weight of piglets during rearing by an average of 6,57 kg, is disclosed.

Keywords: university, enterprise, cooperation, result, agricultural sector.

For citing: Zemska N.E., Meshcheryakov A.G., Zhivalbayeva A.A., Seleznev A.G. The role of cooperation with production in the education of zooengineering students // Bulletin of Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla. Series: Philological Sciences. 2024. No 1. pp. 39-42.

В условиях быстро меняющихся потребностей рынка труда, образовательные учреждения должны предоставлять студентам не только теоретическую, но и практическую подготовку. Поэтому, в настоящее время, все большее распространение получают совместные работы преподавателей, студентов и аспирантов вузов со специалистами аграрного профиля, которые заинтересованы в получении объективных результатов исследований, и их научном обосновании. Внедрение результатов исследований в производство и учебный процесс стимулирует исследовательский потенциал обучающихся и позволяет ощутить плоды своей деятельности.

Преимущества данного сотрудничества очевидны, поскольку современные предприятия занимаются корректировкой устоявшихся в хозяйствах технологий, внедрением современных продуктов, снижением потерь кормов и себестоимости продукции, а также, увеличением доходности предприятий.

В качестве примера можно рассмотреть результаты сотрудничества кафедры зоотехнии с ООО НПО «АгроМентор». Так, одним из основных факторов, обеспечивающих эффективность выращивания молодняка свиней в условиях промышленных комплексов, относится правильный отъем поросят и их доращивание. При высокой интенсивности роста потребность в питательных веществах поросят-сосунов и поросят-отъемышей удовлетворяется только в первые недели. Для подкормки используют специальные комбикорма или кормосмеси с добавлением различных ароматических и вкусовых, пробиотических, пребиотических и других кормовых добавок, обеспечивающих здоровье поросят, лучшее поедание и усвоение корма. К моменту отъема поросят очень важна их приспособленность к поеданию и перевариванию сухого корма ввиду того, что после отъема наступает критический период их выращивания [1; с. 1-6; 2; с. 364-367]. Решающую роль в поддержании метаболического гомеостаза играет микробиота кишечника. Основным признаком хорошего здоровья свиней является содержание значительного числа разнообразной позитивной микрофлоры. Однако, после отъема, пищеварительный тракт зачастую еще не заселен в должной мере микроорганизмами. Поэтому, использование в рационе пробиотических препаратов способно скорректировать дисбаланс микробиоты и улучшить общее состояние здоровья животных.

За последние десятилетия наукой и практикой изучено большое количество разнообразных пробиотических кормовых добавок, одной из которых является Лиобакт. Пробиотическая кормовая добавка Лиобакт производится институтом микробиологии НИИ Белоруси и предоставлена для апробации ООО НПО «АгроМентор».

Материалы и методы исследований. Научные исследования проводились в рамках НИОКР «Разработка программы оптимальной кормовой базой для отрасли животноводства Самарской области» № И123033100022-7. Для научно-хозяйственного опыта по принципу пар-аналогов было отобрано две группы трехпородных свиней на доращивании (крупная белая×ландрас×дюрок), по 12 голов в каждой, имеющих аналогичную живую массу 11,28-11,37 кг, возраст отъема – 44 дня.

Контрольной группе скармливали основной рацион (ОР), содержащий зерносмесь из ячменя (60%), кукурузы (15%) и пшеницы (15%) и 10% белково-витаминно-минерального концентрата (БВМД) для поросят, опытной – тот же рацион (87%), 10% БВМД и 3% кормовой добавки Лиобакт. Изучаемая добавка смешивалась с комбикормом в соотношении 3 г на 1 ц. Продолжительность опыта – 30 дней.

Результаты исследований. Препарат Лиобакт представлен в виде порошка светло-кремового цвета, содержащий лиофильно высушенные в криозащитной среде клетки бифидобактерий *Bifidobacterium bifidum* БИМ В-913 Д и молочнокислых бактерий

Lactobacillus plantarum БИМ В-530. Общее количество жизнеспособных клеток в 1 г – не менее 2×10^{10} . Схема научно-хозяйственного опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1

Схема научно-хозяйственного опыта

Группа	Количество животных, гол.	Особенности кормления
1	2	3
Контрольная	12	ОР (90%)+БМВД (10%)
Опытная	12	ОР (87%)+БМВД (10%)+Лиобакт (3%)

Как видно из таблицы 1, в контрольной и опытной группах содержалось по 12 голов поросят. Изменение живой массы поросят за период опыта показано в таблице 2.

Таблица 2

Изменение живой массы поросят за период опыта, n=12

Группа	Живая масса в начале опыта, кг	Живая масса в конце опыта, кг
1	2	3
Контрольная	11,37±0,157	17,42±0,228
Опытная	11,28±0,145	23,99±0,275

Итак, данные таблицы 2 показали, что разница в живой массе между группами составила 37,72%. То есть, животные опытной группы весили в среднем на 6,57 кг больше опытной, что объясняется тем, что биологическая активность кормовой добавки обусловлена наличием в составе пробиотика бифидобактерий и молочнокислых бактерий, характеризующихся антагонистической активностью по отношению к патогенным и условно-патогенным микроорганизмам возбудителям желудочно-кишечных заболеваний молодняка животных, высокой активностью роста и кислотообразования, устойчивостью к неблагоприятным факторам желудочно-кишечного тракта, относительной аэротолерантностью. Бактерии продуцируют витамины, ферменты, гидролизующие различные олиго- и полисахариды компоненты кормов), что обеспечивает повышение усвояемости кормов, активизацию окислительно-восстановительных и обменных процессов в организме свиней. Кормовая добавка Лиобакт способствует нормализации микрофлоры кишечника, профилактике желудочно-кишечных заболеваний, повышению сохранности и продуктивности животных. Профилактический эффект кормовой добавки обусловлен:

- способностью бактерий к синтезу антибиотических веществ, органических кислот, подавляющих рост и развитие патогенных и условно-патогенных микроорганизмов;
- регуляцией иммунных функций макроорганизма и повышению иммунной реактивности и естественной резистентности.

Заключение. Введение в рационы поросят на дорастивании кормовой добавки Лиобакт повышает живую массу поросят в среднем на 6,57 кг.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Чепуштанова О. В. Факторы, обеспечивающие эффективность выращивания молодняка свиней / О. В. Чепуштанова [и др.] // АОН, 2016. – № 1. – С. 1-6.
2. Селезнев А. Г. Эффективность применения кормовой добавки Лиобакт в кормлении свиней / А. Г. Селезнев, Н. Е. Земскова // Актуальные проблемы лечения и профилактики болезней молодняка: материалы Международной научно-практической конференции, Витебск, 02–04 ноября 2023 года. – Витебск: Учреждение образования «Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины», 2023. – С. 364-367.

REFERENCES

1. Chepushtanova O. V. Factors ensuring the effectiveness of rearing young pigs / O. V. Chepushtanova [et al.] // AON, 2016. – No 1. – pp. 1-6.

2. Seleznev A. G. The effectiveness of using the feed additive Liobact in pig feeding / A. G. Seleznev, N. E. Zemskova // Actual problems of treatment and prevention of diseases of young animals: materials of the International scientific and practical conference, Vitebsk, November 02-04, 2023. – Vitebsk: Educational institution "Vitebsk Order "Badge of Honor" State Academy of Veterinary Medicine", 2023. – pp. 364-367.

Информация об авторах

Н.Е. Земскова – доктор биологических наук, доцент;

А.Г. Мещеряков – доктор биологических наук, профессор;

А.А. Живалбаева – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

А.Г. Селезнев – соискатель кафедры зоотехнии.

Information about the authors

N.E. Zemskova – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor;

A.G. Meshcheryakov – Doctor of Biological Sciences, Professor;

A.A. Zhivalbayeva – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

A.G. Seleznev – candidate of the Department of Animal Science.

Вклад авторов

Н.Е. Земскова – научное редактирование текста;

А.Г. Мещеряков – работа с литературой;

А.А. Живалбаева – сбор материала, *работа с литературой*;

А.Г. Селезнев – сбор материала, работа с литературой;

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

N.E. Zemskova – scientific text editing;

A.G. Meshcheryakov – working with literature;

A.A. Zhivalbayeva – collecting material, working with literature;

A.G. Seleznev – collecting material, working with literature;

The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 05.02.2024; принята к публикации 26.03.2024.

The article was submitted 05.02.2024; accepted for publication 26.03.2024.

ОБРАЗОВАНИЕ И ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научная статья

УДК 371.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ MOODLE ДЛЯ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ

Закира Бадретдиновна Латыпова¹, Денис Сергеевич Шишков²

¹*Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, Уфа, Россия*

²*Гимназия №3, Уфа, Россия*

¹*zakira_latypova@mail.ru*

²*denis.demix@gmail.com*

Автор, ответственный за переписку: Закира Бадретдиновна Латыпова, zakira_latypova@mail.ru

Аннотация. Учителя общеобразовательных школ испытывают острую необходимость внедрения такой образовательной системы, что, в свою очередь, объясняет выбор темы исследования. Имеющееся в распоряжении учителей множество несвязанных между собой цифровых образовательных технологий, в данный момент, не позволяют в полной мере реализовать эти функции образования. Цель исследования – наглядно продемонстрировать, что система управления обучением Moodle позволяет управлять потоками информации (дифференциация образовательной среды) и преподносить тот материал в нужном объеме, который отвечает индивидуально-психологическим особенностям учащихся. Инструменты автоматизации и геймификации, уже встроенные в рассматриваемый инструмент, позволяют не только поддерживать интерес к обучению, но и делают его дружелюбным, социализированным. Внедряя платформу в систему образования общеобразовательной организации, ученики получают единую цифровую образовательную среду: отпадает необходимость регистрироваться на разных площадках, отслеживать прогресс по обучению на каждой площадке отдельно. Всё это, и многое другое, положительно сказывается на психоэмоциональном состоянии ученика.

Ключевые слова: дистанционное обучение, система дистанционного обучения, система управления обучением, Moodle, цифровизация образования, цифровые технологии в образовании

Для цитирования: Латыпова З.Б., Шишков Д.С. Использование moodle для системы дистанционного обучения в общеобразовательной школе // Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М.Акмуллы. Серия: Естественные науки. 2024. № 1. С. 43-49.

EDUCATION AND PEDAGOGICAL SCIENCES

Original article

USING MOODLE FOR A DISTANCE LEARNING SYSTEM IN A SECONDARY SCHOOL

Zakira B. Latypova¹, Denis S. Shishkov²

¹*Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmullah, Ufa, Russia*

²*Gymnasium №3, Ufa, Russia*

¹*zakira_latypova@mail.ru*

²*denis.demix@gmail.com*

Corresponding author: Zakira B. Latypova, zakira_latypova@mail.ru

Abstract. Teachers of general education schools are in dire need of introducing such an educational system, which, in turn, explains the choice of the research topic. The many unrelated digital educational technologies available to teachers at the moment do not allow to fully implement these functions of education. The purpose of the study is to clearly demonstrate that the Moodle learning management system allows you to manage the flow of information (differentiation of the educational environment) and present the material in the right amount that meets the individual psychological characteristics of students. The automation and gamification tools already built into the tool in question allow not only to maintain interest in learning, but also make it friendly and socialized. By introducing the platform into the education system of a general education organization, students receive a unified digital educational environment: there is no need to register at different sites, track learning progress at each site separately. All this, and much more, has a positive effect on the psycho-emotional state of the student.

Keywords: distance learning, distance learning system, learning management system, Moodle, education digitalization, digital technologies in education

For citing: Latypova Z.B., Shishkov D.S. Using moodle for a distance learning system in a secondary school // Bulletin of Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla. Series: Natural Sciences. 2024. No 1. pp. 43-49.

В настоящее время компьютерные технологии активно используются в образовании как для передачи знаний, так и для проведения различных видов контроля усвоения знаний и умений. Учителя в российских школах и за рубежом используют на уроках презентационный материал, созданный с помощью специализированного программного обеспечения: PowerPoint от Microsoft, Keynote от Apple, OpenOffice Impress от OpenOffice.org. Создание презентаций к урокам можно считать классическим использованием компьютерных технологий. Сюда же добавляются и онлайн веб-инструменты, и приложения для мобильных устройств (Canva, Prezi и другие). Некоторые из перечисленных выше сервисов имеют свободный доступ к использованию, некоторые частично или полностью платные. Но можно ли считать использование лишь только презентаций на уроках современным подходом и цифровизацией обучения? Зачастую учителя злоупотребляют подобными инструментами, что приводит к совсем иной трактовке слова «презентация». Необходимость в качественных и проработанных под конкретные запросы учителя презентациях стоит очень остро, стоит только взглянуть на один из самых популярных сайтов для учителей, где они могут делиться своими разработками – Инфоурок (infourok.ru). Более того, многие учителя до сих пор не умеют работать с персональным компьютером и стандартным офисным приложением PowerPoint от Microsoft. Отсюда вывод, что для успешного построения цифрового урока первоочередное значение имеет не знание преподаваемого предмета, а технические навыки работы с техникой и программным обеспечением [1].

Современным же уроком можно уверенно назвать урок с использованием сетевых и Интернет технологий. Возможностью демонстрировать видео-уроки и проведением видеоконференций это не ограничивается. Стоит различать инструменты для проведения уроков в классе, и для проведения в дистанционном формате. Некоторые программы, приложения и веб-сервисы универсальны, другие могут быть использованы только для онлайн или уроков в кабинете. Тем не менее, применение приложений на смартфоне или планшете, вкупе с веб-сервисом, дает ощутимые результаты по повышению интереса учеников к объясняемой теме, что, в свою очередь, способствует лучшему усвоению материала. Примером такого инструмента является система интерактивного онлайн тестирования Plickers [2].

Plickers позволяет проводить фронтальные опросы наглядно, увлекательно и мгновенно получать результат в виде оценок и статистики как по классу, так и по каждому ученику отдельно. Помимо использования этого инструмента непосредственно в классе на уроке, есть возможность использовать инструмент как дистанционно, так и в гибридном

режиме: когда часть учеников находится в классе, а другая – подключена к онлайн-конференции через Zoom, Discord или другой сервис для конференцсвязи. Но у данной технологии есть и свои недостатки – её применение невозможно при адаптивном режиме обучения, когда ученик сам выбирает удобное время для занятий и темп изучения материала.

Адаптивный режим обучения призван выровнять различия в скорости усвоения материала, которые неизбежно возникают при обучении учеников непосредственно в стенах учебного заведения – при так называемом присутственном формате обучения [3].

Возможности адаптивного обучения, интерактивности, наглядности и конференцсвязи, описанные выше на примерах различных инструментов, сочетает в себе система управления обучением Moodle. Название платформы на английском происходит от аббревиатуры Moodle – «Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment», то есть «Модульная Объектно-Ориентированная Дистанционная Учебная Среда». Разработана под эгидой ЮНЕСКО, распространяется бесплатно как проект Open Source¹ с лицензией GNU GPL (разрешается копировать, модифицировать и распространять исходный код программы) [4]. Согласно заявлению с официального сайта, Moodle – самая популярная в мире система управления обучением. Сегодня на базе Moodle работает больше миллиона образовательных сайтов. Система управления обучением, вместе с наполняемым преподавателем обучающим контентом, образует систему дистанционного обучения или СДО. Способствует не только преемственности обучения, но и повышает интерес к конкретной науке, к группе смежных дисциплин, является источником для научных проектов, исследований и творческой деятельности как учеников, так и учителей. У будущих выпускников вырабатываются умения и навыки переносить знания из одной сферы науки в другую. Тем самым реализуется компетентностный подход в образовании [5].

Таким образом, задача наполнения обучающим материалом ставится непосредственно перед куратором курса – учителем. Например, каждый учитель будет создавать обучающий материал (презентации, лекции, кейсы, тесты и прочее) который отвечает лично его образовательным запросам: на основе возрастных, психических и физиологических особенностей учеников каждого конкретного учебного курса [6]. Данный процесс наиболее трудоемкий из всех, которые присутствуют при создании обучающего курса. Курс – основная учебная единица в Moodle.

Использование новейших педагогических технологий зачастую связано не только с технической оснащенностью и умением разобраться в технологиях, но и с материальными расходами. Большинство представленных на рынке современных программных продуктов для образования имеют платный контент, а приобретение подписок на некоторые из них видится нецелесообразным. Например, платная подписка на приложение Plickers обойдется в 8,99 долларов в месяц. Moodle – это программный комплекс с открытым исходным кодом, который распространяется бесплатно. Скачать актуальную версию для установки можно с официального сайта: <https://www.moodle.org>. Открытый исходный код позволяет расширить функционал данного комплекса дополнительными подпрограммами – плагинами. Среди таких плагинов могут быть: Zoom – для проведения видеоконференций; BigBlueButton – видеоконференции, семинары без ограничения по времени; пакет SCORM – это международный стандарт для электронных обучающих курсов.

Большинство крупных платных хостингов предоставляют возможность автоматической установки Moodle, однако такой метод позволяет установить далеко не самую актуальную версию программы, что может отразиться на функциональных возможностях и сделает систему менее привлекательной как для учеников, так и для самих учителей. По этой причине самостоятельная установка из скаченного с официального сайта архива видится наиболее целесообразной. Но, в свою очередь, более сложной в техническом плане.

¹ Открытое программное обеспечение (англ. open-source software) – программное обеспечение с открытым исходным кодом.

В системе управления обучением Moodle существует большое количество инструментов, которые по назначению классифицируются на следующие виды: информационные (опрос, лекция, пояснение, текстовая страница, глоссарий, база данных, анкета), контролируемые (тест, рабочая тетрадь, лекция с элементами контроля, семинар) и коммуникационные (чат, форум, обмен личными сообщениями) [7]. Наиболее часто используемыми плагинами можно назвать Задание, Видеоконференция BigBlueButton, Тест и загрузка файлов. Наибольшую образовательную ценность со стороны контроля знаний и умений несет инструмент Тест, который включает в себя порядка 15 типов заданий: от простых «верно/неверно», до сочетания нескольких типов заданий в одном вопросе.

Несмотря на значительное количество преимуществ системы управления обучением Moodle и дистанционного обучения в целом, такой подход к обучению имеет ряд существенных недостатков, который может перевешивать все имеющиеся преимущества [Там же]. Что делает процесс обучения малоэффективным. И речь идет не о технических навыках или трудоемкости процесса разработки и настройки самих курсов. В своей работе «Проблемы дистанционного обучения в сети Интернет», М.С. Чванова и И.А. Киселева указывают на проблемы дистанционного обучения, которые «связаны с отсутствием очного общения, жесткой самодисциплины и сознательности, контроля среди обучающихся, а также с технической оснащенностью и подбором квалифицированных специалистов по созданию обучающих курсов» [9, с.1201].

Если стабильность Интернет-соединения не зависит от действия педагога, то уровень самоорганизации учеников вполне реально повысить. Применение игровых технологий, чатов и форумов может помочь в этом при обучении дистанционно. Разумеется, это не только работа учителей и социальных педагогов, психологов и классных руководителей – это работа родителей школьников и их личная работа над собой, без перекладывания ответственности.

Еще одной значимой проблемой дистанционного обучения является отсутствие социального взаимодействия, как в системе «ученик-ученик», так и в системе «учитель-ученик». Качество образовательного пространства, и его наличие в принципе, напрямую влияет на эмоциональную сферу личности – психоэмоциональное состояние учеников [10]. Одной из главных миссий современной школы является не только обучение, но и адаптация, социализация. Что ведет к формированию всесторонне развитой личности, а это, в свою очередь, является задачей ФГОС [11].

Применение игровых технологий – геймификации – позволяет задержать ученика в электронной обучающей среде, способствует повышению его мотивации к получению знаний. Для этих целей в Moodle существуют значки, сертификаты, рейтинги и возможность добавления внешнего содержимого [12].

Внедрение системы дистанционного обучения может быть оправданно в том случае, если в этот процесс будет включен весь ряд специалистов: не только учителя-предметники, IT-специалисты (в качестве которых могут выступать учителя информатики), но и администрация образовательной организации, где это планируется реализовывать. Плановая методическая работа, со временем, позволит организовать не только наполнение курсов, но и повысить техническую грамотность образовательных кадров. Не стоит упускать из внимания и подготовку будущих учителей, IT-специалистов, административного персонала – от действия которых напрямую будет зависеть эффективность и результативность дистанционного формата обучения, равно как подготовка конкурентоспособных выпускников.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Вахитов Д. Р. Особенности реагирования системы образования на происходящие в мире изменения / Д.Р. Вахитов, Т.Н. Гриневецкая, Р.А. Латыпов, Р.Г. Сайтова // МНКО. – 2020. – №2 (81). – С. 227–230.

2. Шишков Д. С. Особенности организации учебного процесса с использованием дистанционных образовательных технологий / Д.С. Шишков, З.Б. Латыпова // Организация территории: статика, динамика, управление: материалы XVII международной научн.-практ. конф. – Уфа: БГПУ, – 2020. – С.172–176.

3. Сапрыкин В. А. К вопросу о некоторых аспектах дистанционного обучения в России (социологический взгляд) / В.А. Сапрыкин, М.А. Губин // Современные информационные технологии и ИТ-образование: материалы X юбилейной международной научн.-практ. конф. / под ред В.А. Сухомлина. М.: Фонд содействия развитию интернет-медиа, ИТ-образования, человеческого потенциала "Лига интернет-медиа", – 2015. – С.100–105.

4. Брезгунова И. Lms Moodle в сетевом обучении / И. Брезгунова, С. Максимов // Наука и инновации. – 2013. – № 128. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/lms-moodle-v-setetsentricheskom-obuchenii> (дата обращения 09.01.2024).

5. Крепс Т. В. Междисциплинарный подход в исследованиях и преподавании: преимущества и проблемы применения // Научный вестник Южного института менеджмента. – 2019. – № 1. – С. 115–120. – URL: <https://doi.org/10.31775/2305-3100-2019-1-115-120> (дата обращения 07.01.2024).

6. Шаповаленко И.В. Возрастная психология (Психология развития и возрастная психология): учебник для вузов / И.В. Шаповаленко. – М.: Гардарики, – 2005. – 349 с.

7. Зайцева О. Н. Использование LMS Moodle в образовании // Обучение и воспитание: методики и практика. – 2012. – №2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-lms-moodle-v-obrazovanii> (дата обращения 09.01.2024).

8. Кореянова Н. В. Дистанционное обучение: проблемы и перспективы / Н.В. Кореянова, Е.А. Стародубова // CCS&ES. – 2020. – №2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/distantsionnoe-obuchenie-problemy-i-perspektivy> (дата обращения 08.01.2024).

9. Чванова М. С. Проблемы дистанционного обучения в сети Интернет / М.С. Чванова, И.А. Киселева // Вестник российских университетов. Математика. – 2017. – №5-2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-distantsionnogo-obucheniya-v-seti-internet> (дата обращения 14.01.2024).

10. Kostigin R. V. Social culture of educational environment of an institution of higher education as a factor of influence on psycho-emotional distinctive features of students / R.V. Kostigin, O.V. Sarmentova, E.A. Chumankina // Russian Journal of Education and Psychology. – 2017. – №2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/social-culture-of-educational-environment-of-an-institution-of-higher-education-as-a-factor-of-influence-on-psycho-emotional-distinctive> (дата обращения 02.02.2024).

11. Бондаренко Г. И. Особенности социализации элементов системы «Учитель - ученик» в процессе их взаимодействия в условиях ФГОС // Г.И. Бондаренко, С.К. Рыженко / Общество: социология, психология, педагогика. – 2016. – № 11. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-sotsializatsii-elementov-sistemy-uchitel-uchenik-v-protssesse-ih-vzaimodeystviya-v-usloviyah-fgos> (дата обращения 08.01.2024).

12. Стародубцев В. А. Элементы геймификации в LMS Moodle / В.А. Стародубцев, И.В. Ряшенцев // МНИЖ. – 2017. – №7-1 (61). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/elementy-geymifikatsii-v-lms-moodle> (дата обращения 09.01.2024).

REFERENCES

1. Vahitov D. R. Osobennosti reagirovaniya sistemy obrazovaniya na proishodjashhie v mire izmeneniya / D.R. Vahitov, T.N. Grineveckaja, R.A. Latypov, R.G. Saitova // MNKO. – 2020. – №2 (81). – S. 227–230.

2. Shishkov D. S. Osobennosti organizatsii uchebnogo processa s ispol'zovaniem distantsionnyh obrazovatel'nyh tehnologij / D.S. Shishkov, Z.B. Latypova // Organizatsiya territorii:

statika, dinamika, upravljenje: materialy XVII mezhdunarodnoj nauchn.-prakt. konf. – Ufa: BGPU, – 2020. – S.172–176.

3. Saprykin V. A. K voprosu o nekotoryh aspektah distancionnogo obuchenija v Rossii (sociologicheskij vzgljad) / V.A. Saprykin, M.A. Gubin // Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie: materialy X jubilejnoj mezhdunarodnoj nauchn.-prakt. konf. / pod red V.A. Suhomlina. M.: Fond sodejstvija razvitiyu internet-media, IT-obrazovanija, chelovecheskogo potenciala "Liga internet-media", – 2015. – S.100–105.

4. Brezgunova I. Lms Moodle v setecentricheskom obuchenii / I. Brezgunova, S. Maksimov // Nauka i innovacii. – 2013. – № 128. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/lms-moodle-v-setetsentricheskom-obuchenii> (data obrashhenija 09.01.2024).

5. Kreps T. V. Mezhdisciplinarnyj podhod v issledovanijah i prepodavanii: preimushhestva i problemy primeneniya // Nauchnyj vestnik Juzhnogo instituta menedzhmenta. – 2019. – № 1. – S. 115–120. – URL: <https://doi.org/10.31775/2305-3100-2019-1-115-120> (data obrashhenija 07.01.2024).

6. Shapovalenko I. V. Vozrastnaja psihologija (Psihologija razvitiya i vozrastnaja psihologija): uchebnik dlja vuzov / I.V. Shapovalenko. – M.: Gardariki, – 2005. – 349 s.

7. Zajceva O. N. Ispolzovanie LMS Moodle v obrazovanii // Obuchenie i vospitanie: metodiki i praktika. – 2012. – №2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-lms-moodle-v-obrazovanii> (data obrashhenija 09.01.2024).

8. Korepanova N. V. Distancionnoe obuchenie: problemy i perspektivy / N.V. Korepanova, E.A. Starodubova // CCS&ES. – 2020. – №2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/distantsionnoe-obuchenie-problemy-i-perspektivy> (data obrashhenija 08.01.2024).

9. Chvanova M. S. Problemy distancionnogo obuchenija v seti Internet / M.S. Chvanova, I.A. Kiseleva // Vestnik rossijskih universitetov. Matematika. – 2017. – №5-2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-distantsionnogo-obuchenija-v-seti-internet> (data obrashhenija 14.01.2024).

10. Kostrigin R. V. Social culture of educational environment of an institution of higher education as a factor of influence on psycho-emotional distinctive features of students / R.V. Kostrigin, O.V. Sarmentova, E.A. Chumankina // Russian Journal of Education and Psychology. – 2017. – №2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/social-culture-of-educational-environment-of-an-institution-of-higher-education-as-a-factor-of-influence-on-psycho-emotional-distinctive> (data obrashhenija 02.02.2024).

11. Bondarenko G. I. Osobennosti socializacii jelementov sistemy «Uchitel' - uchenik» v processe ih vzaimodejstvija v uslovijah FGOS // G.I. Bondarenko, S.K. Ryzhenko / Obshhestvo: sociologija, psihologija, pedagogika. – 2016. – № 11. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-sotsializatsii-elementov-sistemy-uchitel-uchenik-v-protssesse-ih-vzaimodeystviya-v-usloviyah-fgos> (data obrashhenija 08.01.2024).

12. Starodubcev V. A. Jelementy gejmifikacii v LMS Moodle / V.A. Starodubcev, I.V. Rjashencev // MNIZh. – 2017. – №7-1 (61). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/elementy-geymifikatsii-v-lms-moodle> (data obrashhenija 09.01.2024).

Информация об авторах

Латынова З.Б. – кандидат географических наук, доцент;

Шишков Д.С. – учитель географии.

Information about the authors

Latypova Z.B. – Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Department of Ecology;

Shishkov D.S. – geography teacher.

Латыпова З.Б. – идея, научное редактирование текста;

Шишков Д.С. – сбор и обработка материала.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

Latypova Z.B. – idea, scientific editing of the text;

Shishkov D.S. – data collection and processing.

The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 07.02.2024; принята к публикации 26.03.2024.

The article was submitted 07.02.2024; accepted for publication 26.03.2024.

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 547.541.3

АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ ДОБАВОК К ТОПЛИВАМ И МАСЛАМ

Гюнай Вугар гызы Алишанбейли¹, Мирза Мамед оглу Мовсумзаде², Эльбей Расим оглу Бабаев³

^{1,2,3}Институт химии присадок Министерства науки и образования Азербайджана, Баку, Азербайджан

*Автор, ответственный за переписку: Эльбей Расим Бабаев,
elbeibabaev@yahoo.de*

Аннотация. Азотсодержащие гетероциклические соединения и их функциональнозамещенные производные обладают рядом специфических свойств, благодаря которым эти соединения находят широкое применение в различных сферах промышленности и сельского хозяйства. Такие соединения часто используются в качестве ингибиторов коррозии, обладают биологической активностью, в связи с чем применяются в фармакохимии и фармацевтике. В представленной работе рассмотрены результаты исследований в области применения азотсодержащих гетероциклов в качестве присадок и функциональных добавок к топливам и маслам

Ключевые слова: азотсодержащие гетероциклические соединения, триазолы, пирролидины, имидазолины, добавки к топливам и маслам, присадки многофункционального типа

Для цитирования: Алишанбейли Г.В., Мовсумзаде М.М., Бабаев Э.Р. Азотсодержащие гетероциклические соединения в качестве добавок к топливам и маслам // Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М.Акмиллы. Серия: Естественные науки. 2024. № 1. С. 50-57.

CHEMICAL SCIENCES

Original article

NITROGEN-CONTAINING HETEROCYCLIC COMPOUNDS AS ADDITIVES TO FUELS AND OILS

Gunay Vugar Alishanbeyli¹, Mirza Mammad Movsumzade², Elbey Rasim Babayev³

^{1,2,3}Institute of Chemistry of Additives Ministry of Science and Education of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan

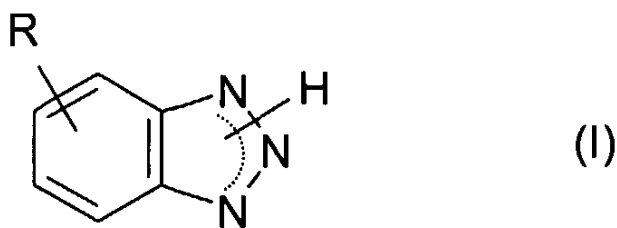
Correspondent author: Elbey Rasim Babayev, elbeibabaev@yahoo.de

Abstract. Nitrogen-containing heterocyclic compounds and their functionally substituted derivatives have a number of specific properties due to which these compounds are widely used in various fields of industry and agriculture. Such compounds are often used as corrosion inhibitors, have biological activity, and therefore are used in pharmacology and pharmaceuticals. In the presented work, the results of research in the field of application of nitrogen-containing heterocycles as additives and functional additives to fuels and oils are considered.

Keywords: nitrogen-containing heterocyclic compounds, triazoles, pyrrolidines, imidazolines, fuel and oil additives, multifunctional additives

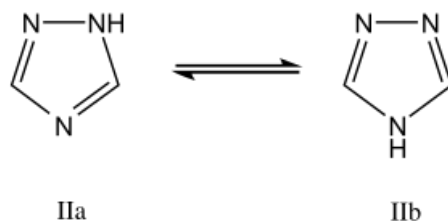
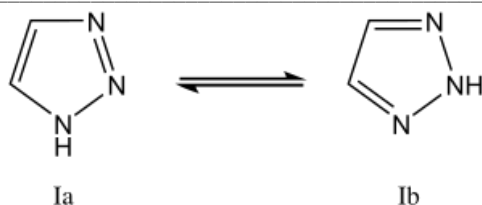
For citing: Alishanbeyli G.V., Movsumzade M.M., Babayev E.R. Nitrogen-containing heterocyclic compounds as additives to fuels and oils // Bulletin of Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla. Series: Natural Natural Sciences. 2024. No 1. pp. 50-57.

Азотсодержащие гетероциклические соединения обладают весьма широким спектром применения, в частности, их используют в качестве ингибиторов коррозии, биологически активных веществ, в синтезе целевых органических соединений в качестве синтонов, а также в ряде других областей. В этой работе нами рассмотрены результаты исследований в области применения азотсодержащих гетероциклических соединений в качестве добавок к топливам и маслам и в синтезе полифункциональных присадок. Так, в работах [1-3] сообщается, что карбюраторы и системы впуска двигателей с искровым зажиганием, а также системы впрыска дозирования топлива сильно загрязнены примесями, обусловленными частицами пыли из воздуха, несгоревшими остатками углеводородов из камеры сгорания и газами картерных газов, попадающими в камеру сгорания карбюратора. Эти остатки изменяют соотношение воздух-топливо на холостом ходу и в нижнем диапазоне частичных нагрузок, так что смесь становится беднее, сгорание становится более неполным и, следовательно, доля несгоревших или частично сгоревших углеводородов в выхлопных газах становится выше. Следствием этого является увеличение потребления бензина. Известно, что этих недостатков можно избежать, используя присадки к топливу для поддержания чистоты клапанов и карбюраторов или систем впрыска двигателей с искровым зажиганием. Такие присадки к топливу, активные на границе раздела фаз, обычно называют «моющими средствами». В области смазочных композиций так называемые «диспергаторы» часто используются в качестве поверхностно-активных присадок, а некоторые из них также подходят для использования в качестве моющих средств в топливных композициях. Такие моющие средства обычно используются в сочетании с базовыми маслами и, при необходимости, с другими добавками, например, ингибиторами коррозии и деэмульгаторами. Бензиновые топлива с такими присадками и без них демонстрируют разные характеристики в отношении смазывающих и износостойких свойств в двигателях с искровым зажиганием, которые, однако, не являются удовлетворительными и, следовательно, должны быть улучшены. Для этой цели предложена присадка на основе азотсодержащего гетероциклического соединения, снижающая фрикционный износ в топливных композициях.



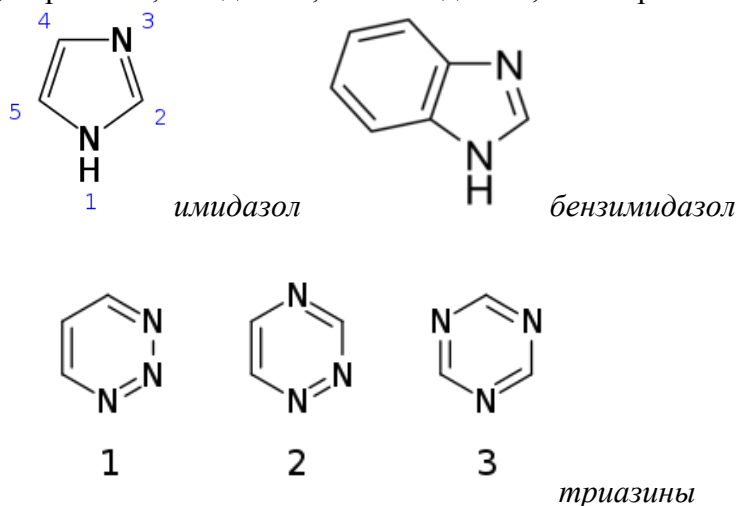
где $R=C_1-C_3$

В аналогичной работе [4] триазольное производное было предложено в качестве присадки для топливных композиций, снижающее фрикционный износ. Триазольные производные могут существовать в виде нескольких таутомерных форм.



В патентах [5, 6] были обнаружены различные гетероциклические соединения, которые обеспечивают улучшенную экономию топлива и модификацию трения смазочных и топливных композиций. Эти гетероциклические соединения по изобретению предпочтительно содержат азот и могут подвергаться дальнейшей реакции с реагентами ацилирования гидрокарбилкарбоновой кислоты или гидрокарбилфенольными реагентами с получением более высокомолекулярных материалов. Эти материалы с более высокой молекулярной массой обладают более высокой растворимостью в нефти и придают диспергирующие свойства смазочным и топливным композициям.

В обзорной работе [7] обобщены литературные и авторские данные о структуре N,S-гетероциклов, улучшающих термоокислительную стабильность синтетических и минеральных масел, опубликованные за последние 20 лет. Соединения этого ряда как перспективные присадки к смазочным маслам: антиоксидантные или полифункциональные присадки с антиоксидантным действием, способные заменить диалкилдитиофосфат цинка. Среди азотсодержащих гетероциклов, проявляющих антиоксидантные свойства, обнаружены производные 1,2,4-, 1,2,3-триазола, имидазола, бензимидазола, бензотриазола, триазины.



Среди серосодержащих гетероциклов – перспективных антиоксидантов обнаружены производные тиadiaзола, тиазолидина, тиазолона, тиазола, бензотиазола. Обсуждаются классификация и механизм действия антиоксидантов в зависимости от их структуры: способность разрывать цепные реакции, разлагать гидропероксиды, дезактивировать каталитическое действие металлов при окислении. Проанализировано влияние структуры антиоксидантов на механизм их действия и эффективность. Приведены примеры перспективных антиоксидантов, включающих в свою структуру фенольный или аминный фрагмент и гетероцикл и способных действовать по нескольким механизмам. Определены

основные направления развития этого типа антиоксидантов. Проанализированы наиболее эффективные подходы к прогнозированию антиоксидантных свойств сложных молекул методами компьютерной химии, в том числе расчет энергии гомолиза связи ArO-H в фенолах или ArN-H в аминах, анализ структуры переходного состояния, и расчет энергетического барьера реакции антиоксиданта с алкилпероксирадикалами.

Трибологические и антикоррозионные свойства имидазолина как водорастворимой добавки являются одним из горячих вопросов исследований. В работе [8] синтезированы два типа N-содержащих гетероциклических (бензотриазол и меркаптобензотриазол) имидазолиновых соединений и исследованы их трибологические и антикоррозионные свойства. Результаты показали, что они обладают хорошими антикоррозионными, противозадирными и противоизносными свойствами. Однако имидазолин, содержащий меркаптобензотриазол, показал превосходные трибологические свойства, чем имидазолин, содержащий бензотриазол. Их различные трибологические свойства тесно связаны с различной структурой. Существует синергетический трибологический эффект N-содержащих гетероциклических частиц и имидазолиновой группы в качестве добавки, и синергетический эффект улучшает трибологические характеристики водно-гликолевой смеси. Граничная трибопленка, содержащая органические соединения азота, оксид железа, сульфид и т.д., была основным фактором улучшения трибологических характеристик водно-гликолевой смеси.

Синтезированы две безольные и бесфосфорные азотсодержащие гетероциклические противоизносные присадки (N-диизооктил-2-бензотриазолсульфенамид, DIMB и (2-сульфурон-бензотриазол)-3-метилизооктилтиогиодроксиацетат, MBES) [9]. Их противоизносные и снижающие трение характеристики в качестве присадок к смазочным маслам в базовом масле группы III оценивались с помощью высокотемпературного тестера на трение и износ SRV. Химический состав их трибопленок был проанализирован с помощью рентгеновской абсорбционной ближнекраевой спектроскопии (XANES), а затем была использована атомно-силовая микроскопия (АСМ) для изучения общей морфологии реакционных пленок. Результаты показали, что два азотсодержащих гетероциклических соединения обладают довольно хорошими противоизносными свойствами, но не снижают трение. Согласно результатам анализа XANES, трибопленки, полученные из добавки MBES, состоят в основном из FeSO₄, тогда как пленки, созданные из добавки DIMB, содержат преимущественно FeS₂. Изображения АСМ показали, что по сравнению с изношенными поверхностями от диалкилдитиофосфата цинка (ZDDP) изношенные поверхности от добавок DIMB и MBES соответственно имели большие и глубокие канавки.

Характеристики трения и износа гетероциклических соединений (2-меркаптобензоксазола, 2-меркаптобензотриазола и 2-меркаптобензимидазола), имеющих одинаковую циклическую структуру, за исключением разницы в одном положении атома, добавленных в жидкий парафин и синтезированный диэфир, оценивали с помощью четырехмерного метода. машина с шариками [10]. Результаты показывают, что существует рейтинг противоизносных производительность: 2-меркаптобензоксазол > 2-меркаптобензотриазол > 2-меркаптобензимидазол, однако существует и другое ранжирование несущей способности: 2-меркаптобензотриазол > 2-меркаптобензотриазол > 2-меркаптобензимидазол. Рентгеновскую фотоэлектронную спектроскопию (РФЭС) использовали для исследования энергии связи элементов на натертой поверхности с целью определения, остаются ли циклические соединения неповрежденными или разлагаются после натирания. Наконец, влияние элементов S, N и O в соединениях на противоизносные свойства обсуждается в соответствии с теорией молекулярных орбит и электронного эффекта.

В статье [11] сообщается о работе авторов по разработке ряда азотсодержащих гетероциклических соединений для использования в турбинных авиационных маслах в качестве антиоксидантных и антикоррозионных присадок. Сначала были синтезированы новые соединения и разработаны двадцать восемь потенциальных добавок. Они были

протестированы на предмет их антиоксидантных и антикоррозионных свойств, и в результате было обнаружено, что три из них демонстрируют лучшее поведение, чем остальные. Затем эти три компонента были протестированы на соответствие DODPA, существующей присадке к авиационным жидкостям, и в ходе первоначальных испытаний было обнаружено, что они демонстрируют сопоставимое поведение.

Осуществлен синтез некоторых производных оксазолон и имидазолон. Полученные продукты были оценены как антиоксиданты и ингибиторы коррозии бензиновых смазочных масел. Показано, что синтезированные соединения проявили наибольшую антиоксидантную и антикоррозионную активность. Влияние концентрации добавок было изучено, чтобы рекомендовать оптимальную концентрацию для использования. Результаты показали, что для полученной присадки более эффективной концентрацией является 0,1 г на 1 л масла. Также были проведены измерения термического анализа и поверхностного натяжения масла после окисления [12, 13].

В работе [14] сообщается, что азотсодержащие гетероциклические соединения находят более широкое применение, поскольку доказано, что они обладают отличными антиоксидантными, антикоррозионными и противоизносными свойствами, а также высокой термической стабильностью. С развитием современного оборудования и с учетом требований защиты окружающей среды азотсодержащие гетероциклические производные также рассматриваются как новые потенциально превосходные беззольные многофункциональные присадки к смазочным маслам. Поэтому авторами работы был проведен ряд исследований по трибологии азотсодержащих гетероциклических соединений. Для содействия развитию в данной статье представлены некоторые ценные и репрезентативные выводы (такие как взаимосвязь между молекулярными структурами и их трибологическими свойствами, влияние различных активных элементов и их механизм).

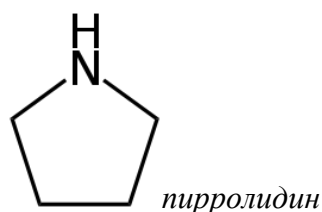
Алкиламинопроизводные различных N-гетероциклических систем, таких как азолы, азины и пиперазины, были синтезированы и охарактеризованы на предмет структурной информации с помощью FT-IR и ^{13}C ЯМР спектроскопии [15]. Были проведены ускоренные испытания стабильности для оценки их ингибирующих и диспергирующих свойств в отношении дистиллятного топлива, содержащего высокие доли нестабильных компонентов, и результаты обсуждаются. Предполагается, что гидроксиды, аминоксилы и аминоксилы являются не только эффективными стабилизаторами, но и эффективно диспергируют образующиеся смолы и осадки. Сделан вывод, что вклад различных структурных таутомеров и других структурных параметров, таких как количество атомов азота, составляющих кольцо, а также природа и положение заместителей в кольце, определяет поведение этих соединений.

Реакцией цианурхлорида и октилмеркаптана натрия в тетрагидрофуране при температуре кипения с обратным холодильником в течение 8 ч синтезировано новое беззольное и нефосфорное маслорастворимое соединение 2,4,6-триоктилтио-1,3,5-триазин (ОТТ). Трибологические свойства ОТТ и октилтиола (ОТ) в качестве добавок к жидкому парафину оценивали и сравнивали с использованием как четырехшарикового прибора для испытания на износ, так и четырехшарикового прибора для испытания на износ EP. Результаты показывают, что ОТТ ведет себя значительно лучше, чем ОТ, в качестве противоизносной и снижающей трение присадки, в то время как ОТ демонстрирует более превосходные противозадирные свойства. Элементный состав и химическое состояние пленок, образующихся на стальной контрлице, были исследованы с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), энергодисперсионного рентгеновского анализа (EDX) и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (XPS). Установлено, что в процессе трения происходит трибологическая реакция и на изношенной поверхности образуется защитная пленка, содержащая FeS, FeSO₄ и некоторые органические соединения азота [16].

В работе [17] синтезированы два новых производных триазина S-P-N-типа, 2,4-бис-амино-6-(*O,O'*-диалкилдитиофосфат)-1,3,5-триазины (обозначенные ДББТ и ДПБТ). Трибологическое поведение этих производных в качестве добавок к рапсовому маслу

оценивали с использованием четырехшариковой машины. Результаты показывают, что производные триазина обладают превосходной противозадирной способностью, свойствами снижения трения и высокой термической стабильностью. В диапазоне низких нагрузок (196–392 Н) и высокой концентрации присадок (5 мас.%) DPBT имеет противоизносные свойства, превосходящие диалкилдитиофосфаты цинка. Механизм действия исследовали с помощью рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии и сканирующего электронного микроскопа. Предложено, чтобы полученные соединения в качестве добавок в рапсовое масло образовывали на трущейся поверхности защитную пленку, содержащую фосфаты, сульфаты и азоторганические соединения.

В работе [18] осуществлен синтез некоторых азотсодержащих гетероциклических соединений, предложенных в качестве многофункциональной добавки в состав топлив и смазочных материалов. Эти соединения могут обеспечить желаемые функции, такие как моющие, антиоксидантные и противоизносные свойства, или косвенно полезные функции, такие как адсорбционная способность. Исходным сырьем для их синтеза стали алкенилсукцинимид, или алкиллактам, или тетрагидропирролидин, или алкилзамещенное основание Манниха, имеющее по меньшей мере 8 атомов углерода в алкенильном или алкильном радикале, или комбинации любого из них.



В патенте [19] предложена смазочная композиция для топлив, содержащая многофункциональное антиоксидантное/деактивирующее металл и термостабилизирующее количество основания Манниха, полученного из толилтриазола, алифатического амина, такого как диизобутиламин или бис(2-этилгексил)амин, циклического амина, такого как 1,4-диаминоциклогексан или простые эфиры аминов, примерами которых являются C₆-C₁₃ алкоксипропиламины и первичные полиэфирные амины, полученные из этиоксилатов нонилфенола и формальдегида.

Два вида фенол- и N-гетероцикл содержащих эфиров борной кислоты, ВТЕВ и ВМЕВ, обладают хорошей устойчивостью к гидролизу благодаря координационной связи В-N. Значение P_В улучшилось на 60,7% и 67,6% соответственно при 0,5 мас.% ВТЕВ, ВМЕВ в рапсовом масле. Их противоизносный эффект увеличивается с увеличением содержания добавок, причем ВМЕВ лучше, чем ВТЕВ. Эффект снижения трения у ВТЕВ лучше, чем у ВМЕВ. Все добавки образовывали защитную пленку, содержащую ВОх, FeOх и другие органические соединения азота. Лучшие характеристики ВМЕВ могут быть обусловлены сложной граничной смазочной пленкой, содержащей сульфат железа и сульфид железа. Присадки обладали хорошим антиокислительным действием и увеличивали энергию активации окисления по сравнению с рапсовым маслом на 51,15% и 78,82% соответственно при 0,25% масс.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Pat. 2575494C. CA. 2004. Heterocyclic compounds containing nitrogen as a fuel additive in order to reduce abrasion / Voelkel L., Lange A., Lockemann C., Posselt D.
2. Pat. 20080190014A1. US. 2008. Heterocyclic compounds containing nitrogen as a fuel additive in order to reduce abrasion / Voelkel L., Lange A., Lockemann C., Posselt D.
3. Pat. 2006015800. WO. 2006. Heterocyclic compounds containing nitrogen as a fuel additive in order to reduce abrasion / Voelkel L., Lange A., Lockemann C., Posselt D.

4. Pat. 2008508412A. 2008. Nitrogen-containing heterocyclic compounds as friction and wear reducing additives for fuels.
5. Pat. 0333705A1. EP. 1986 Heterocyclic compounds useful as additives for lubricant and fuel compositions / Piolet J., Adams P.
6. Pat. 1987005927. WO. 1987 Heterocyclic compounds useful as additives for lubricant and fuel compositions / Piolet J., Adams P.
7. Koshelev V.N., Primerova O.V., Stupnikova A.S. Nitrogen and sulfur-containing heterocycles – potential antioxidant additives in mineral and synthetic lubricating oils // *Butlerov Communications A. – Advances in Organic Chemistry and Technologies.* – 2021. – Vol. 2. – N 3. – pp. 1-6 DOI: 10.37952/ROI-jbc-A/21-2-3-16.
8. Liping X., Zhongyi H., Sheng H., Tang J. Tribological properties study of N-containing heterocyclic imidazoline derivatives as lubricant additives in water-glycol // *Tribology International.* – 2016. – Vol. 104. – pp. 98-108. <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2016.08.031>
9. Hua W., Xhong F-K., Tian R.-H., Yuan J-K. Anti-Wear Performance and Chemical Property of Films of Nitrogen-containing Heterocyclic Lubricating Oil Additive // *Acta Phisica Chimica Sinica.* – 2007. – Vol. 23. – N 6. – pp. 911-915. DOI:10.3866/PKU.WHXB20070622
10. Zhang J., Weimin L., Qunji X. The effect of molecular structure of heterocyclic compounds containing N, O and S on their tribological performance // *Wear.* – 1999. – Vol. 231. – N 1. – pp. 65-70. [https://doi.org/10.1016/S0043-1648\(99\)00111-8](https://doi.org/10.1016/S0043-1648(99)00111-8)
11. Hassan H.M., Youssif M.M., Khalil A.M. Synthesis and testing of some new antioxidant and anticorrosion additives with potential for use in turbine aviation oils // *Journal of Synthetic Lubrication.* – 2000. – Vol. 17. – N 1. – pp. 55-69. <https://doi.org/10.1002/jsl.3000170107>.
12. El-Makabaty A., Habib O. Synthesis and evaluation of some novel additives as antioxidants and corrosion inhibitors for petroleum fractions // *Petroleum Sciences.* – 2014. – Vol. 11. – N 1. – pp. 32-38 DOI:10.1007/s12182-014-0328-3.
13. El-Makabaty A., Habib O., Hassan H., Moawad E. The Synthesis and Evaluation of Some New Quinazolones as Antioxidant Additives for Egyptian Lubricating Oils // *Petroleum Sciences.* – 2014. – Vol. 9. – N 3. – pp. 389-399. DOI:10.1007/s12182-012-0223-8
14. Zhongyi H., Wenqi R., Tianhui R., Weimin L. The Tribochemical Study of Some N-Containing Heterocyclic Compounds as Lubricating Oil Additives // *Tribology Letters.* 2002. – Vol. 13. – N 2. – pp. 87-93. DOI:10.1023/A:1020100631716.
15. Juyal P., Anand O.N., Aloopwan M-K., Bahuguna G. N-Heterocyclic Derivatives as Multifunctional Fuel Additives // *Petroleum Science and Technology.* – 2003. – Vol. 21. – N 5-6. – pp. 727-745. <https://doi.org/10.1081/LFT-120017447>.
16. Xiangqiong Z., Heyang Sh., Wenqi R., Zhongyi H. Tribological study of trioctylthiotriazine derivative as lubricating oil additive // *Wear.* – 2005. – Vol. 258. – N 5-6. – pp. 800-805. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2004.09.067>.
17. Li J., Ren T.H. The tribochemical study of two triazine derivatives as additives in rapeseed oil // *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part 1. – Journal of Engineering Tribology.* – 2008. – Vol. 222. – N 7. – pp. 41-49. <https://doi.org/10.1243/13506501JET442>.
18. Pat. 3887783A. US. 1972. Nitrogen compounds linked to a heterocyclic ring as multifunctional additives in fuel and lubricant compositions / Nnadi J., Heilwall I.
19. Pat. 5407592. US. 1992. Multifunctional additives / Cheng V., Farg L., Horodysky S., Poole R.
20. Zhongyi H., Xiong L., Xie F., Shen M. Tribological and antioxidation properties study of two N-containing borate ester derivatives as additive in rapeseed oil // *PLoS One.* – 2018. – Vol. 13. – N 12. – pp. 207267-207273. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207267>.

Информация об авторах

Г. В. Алишанбейли – докторант;

М. М. Мовсумзаде – доктор химических наук, профессор;

Э. Р. Бабаев – кандидат химических наук, в.н.с. лаборатории «Защитные органические соединения».

Information about the authors

G. V. Alishanbeyli – doctoral student;

M. M. Movsumzade – doctor of chemical sciences, professor;

Elbey Rasim Babayev – candidate of chemical sciences, leading researcher of laboratory "Protective organic compounds".

Вклад авторов

Г. В. Алишанбейли – работа по экспериментальной части;

М. М. Мовсумзаде – научная идея, руководство;

Э. Р. Бабаев – сбор и обработка материала.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

G. V. Alishanbeyli – work on the experimental part;

M. M. Movsumzade – scientific idea, management;

E. R. Babayev – collection and proceeding of material.

The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 12.01.2024; принята к публикации 26.03.2024.

The article was submitted 12.01.2024; accepted for publication 26.03.2024.

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 547.541.3

РЕАКЦИИ КЛИК-ТИАЛИРОВАНИЯ АЛКИНОВ: ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Фидан Сахиб гызы Гурбанова¹, Ариф Гасан оглу Гасанов², Гасым Зульфали оглу Гусейнов³

¹*Институт нефтехимических процессов Министерства науки и образования Азербайджана, Баку, Азербайджан*

²*Бакинский государственный университет, Баку, Азербайджан*

*Автор, ответственный за переписку: Фидан Сахиб гызы Гурбанова,
fidannkpi@gmail.com*

Аннотация. Реакции тиолирования алкинов является одной из значимых реакций в органическом синтезе. Она находит весьма широкое применение в полимерной химии, фармацевтике, а также на практических производствах. В этой работе нами рассмотрены основные закономерности этой реакции тиолирования алкинов, а также показаны основные области применения этой реакции.

Ключевые слова: тиолирование, тиол-иновое взаимодействие, алкины, ацетиленовые соединения, полимеризация

Для цитирования: Гурбанова Ф.С., Гасанов А.Г., Гусейнов Г.З. Реакции клик-тиолирования алкинов: основные закономерности и области применения // Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М.Акмоллы. Серия: Естественные науки. 2024. № 1. С. 58-63.

CHEMICAL SCIENCES

Original article

REACTIONS OF THIYLATION OF ALKYNES: MAIN REGULARITIES AND AREAS OF APPLICATION

Fidan S. Qurbanova¹, Arif G. Gasanov¹, Qasym Z. Huseynov²

¹*Institute of Petrochemical Processes of Ministry of Science and Education of Azerbaijan Republic, Baku, Azerbaijan*

²*Baku State University, Baku, Azerbaijan*

Correspondent author: Fidan S. Qurbanova, fidannkpi@gmail.com

Abstract. The thiylation reaction of alkynes is one of the significant reactions in organic synthesis. It finds very wide application in polymer chemistry, pharmaceuticals, as well as in practical production. In this work, we examined the main principles of this alkyne thiylation reaction, and also showed the main areas of application of this reaction.

Keywords: thiylation, thiol-yne interaction, alkynes, acetylene compounds, polymerization

For citing: Qurbanova F.S., Gasanov A.G., Huseynov Q.Z. Reactions of thiylation of alkynes: main regularities and areas of application // Bulletin of Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla. Series: Natural Sciences. 2024. No 1. pp. 58-63.

Клик-химия вызвала большой интерес благодаря широкому спектру преимуществ, включая широкий диапазон областей применения, упрощенные условия эксперимента, быструю скорость реакции, более высокую конверсию функциональных групп,

экологичность и селективность [1]. И концепция клик-химии способствовала развитию синтетической химии, в частности, в отношении фармацевтического производства и биомедицинских материалов, что привело к появлению наиболее полезного и многообещающего синтетического метода. Кроме того, химия тиол-ен/ин-клика, в которой в качестве каталитической среды используется видимый свет или УФ-свет, представляет собой сравнительно новый вид клик-химии по сравнению с некоторыми типами традиционных реакций. Кроме того, свойства креативной реакции обусловлены сочетанием фотоинициируемой химической реакции с вышеупомянутой традиционной клик-химией, что обеспечивает гибкий подход к протеканию реакции в пределах ориентированной области и функциональной группы. В этом обзоре освещаются недавние исследования по получению функциональных полимерных микросфер, четко определенного амфипатического блочного полимера, материалов, используемых в молекулярных устройствах, желаемых дендритных полимеров и химической модификации с помощью тиол-ен/ин-клик-химии. Кроме того, даны проблемы и решения для будущего развития химии тиол-ен/ин-клик.

Разработка условий реакции зеленого синтеза очень сложна, особенно для биоматериалов, но она того стоит, если соединения можно легко синтезировать в водной среде [2]. В настоящей работе авторы сообщают о развитии тиол-ен/ин-клик-реакции, опосредованной солнечным светом, в присутствии каталитического количества *трет*-бутилгидропероксида (ТБГП) в водной среде. Оптимизированные условия реакции были успешно применены для одностадийного синтеза ряда небольших молекул и липидов в водной среде. Синтетический катионный липид/ко-липид образовывал положительно заряженные стабильные наноразмерные липосомы, которые эффективно связываются с генетическим материалом. Анализы трансфекции ДНК и клеточного поглощения *in vitro* показали, что синтезированные катионные липиды имеют эффективность, сравнимую с коммерчески доступным липофектаминол 2000. Эту мягкую синтетическую стратегию можно также использовать для разумного проектирования новых или улучшения существующих невирусных систем доставки генов на основе липидов. Такие химические превращения в водной среде более экологичны, чем другие известные реакции тиол-ен/ин-клика, проводимые в среде органического растворителя.

Тиол-алкиновая «клик» химия представляет собой модульный эффективный механизм синтеза сложных трехлучевых звездчатых полимеров A₂B [3]. Этот общий мотив подобен фосфолипиду, где блоки А соответствуют липофильным цепям, а блок В представляет собой полярную головную группу. В этом сообщении авторы используют тиол-иновую химию для производства липидных миметиков A₂B на основе полипептидов. Полезность тиол-иновой реакции продемонстрирована путем использования дивергентного и конвергентного подходов в синтезе. Эти полимеры самособираются в водном растворе в сферические везикулы с относительно узким распределением по размерам, независимым от состава блоков в изученном диапазоне. Используя тиол-иновый конвергентный синтез, мы представляем модульный подход к функционализации белков или олигопептидов с липофильными цепями, которые могут легко встраиваться в клеточную мембрану.

Доставка нуклеиновых кислот, таких как плазмидная ДНК и миРНК, в клетки является краеугольным камнем биологических исследований и имеет фундаментальное значение для медицинской терапии. Хотя большинство методов доставки генов, участвующих в клинических испытаниях, основаны на вирусных векторах, вопросы безопасности остаются серьезной проблемой. Невирусные векторы, такие как катионные липиды и полимеры, предлагают более безопасную альтернативу, но их эффективность доставки генов обычно недостаточно высока для клинического применения. Таким образом, существует высокая потребность в более эффективных и безопасных невирусных векторах [4]. В этой работе авторы представляют простой двухэтапный метод, основанный на химии тиол-инового клика, для параллельного синтеза серий новых биомиметических катионных тиоэфирных липидов. С помощью разработанного метода была синтезирована библиотека новых липидов, и более 10% липидов показали высокоэффективную трансфекцию в

различных типах клеток, превосходящую эффективность нескольких популярных коммерческих реагентов для трансфекции. Один из новых липидов продемонстрировал высокоэффективную доставку миРНК ко множеству типов клеток и смог успешно доставить ДНК-плазмиду в трудно трансфецируемые эмбриональные стволовые клетки мыши (мЭСК). Анализ взаимосвязи структура-активность показал, что длина гидрофобных алкильных групп является ключевым параметром для эффективной трансфекции клеток и более важна для эффективности трансфекции, чем природа катионных головных групп. Описана корреляция размера и поверхностного заряда липосом с эффективностью трансфекции.

Реакция присоединения 1,4-конъюгата между активированными алкинами или ацетиленовыми акцепторами Михаэля и нуклеофилами (т.е. нуклеофильная реакция Михаэля) является исторически полезным органическим преобразованием [5]. Несмотря на общую полезность, эффективность и результаты могут широко варьироваться и часто тесно зависят от конкретных условий реакции. Тем не менее, благодаря усовершенствованиям в дизайне реакций, включая разработку катализаторов и расширение области применения субстратов за счет включения большего количества электрофильных алкинов, теперь многие примеры имеют характеристики, соответствующие химии клика. Хотя в этих конъюгатных присоединениях могут участвовать несколько видов нуклеофилов, обычно используются повсеместно встречающиеся нуклеофилы, такие как тиолы, амины и спирты, и, следовательно, они являются одними из наиболее хорошо развитых. В течение многих лет эти конъюгатные добавки в основном относились к органической химии, но в последние несколько десятилетий их использование распространилось на другие области, такие как биоорганическая химия и химия полимеров. В этих областях они особенно полезны для реакций биоконъюгации и ступенчатой полимеризации соответственно из-за их превосходной эффективности, ортогональности и реакционной способности в окружающей среде. Ожидается, что эта реакция будет проявляться во все более различающихся настройках приложений, поскольку она продолжает проявляться в виде реакции щелчка.

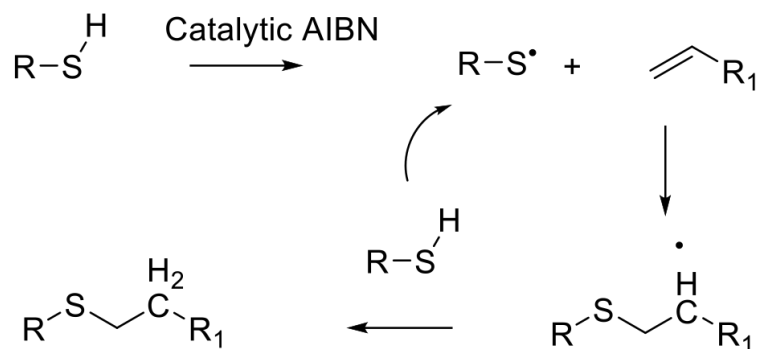
В работе [6] описаны достоинства химии тиолового клика и ее потенциал для новых тенденций в химический синтез и применение материалов. Поскольку тиолы реагируют на высокие выходы в благоприятных условиях с широким спектром химических соединений, их полезность распространяется на большое количество применений в химической, биологической, физической, материальной и инженерной областях. Этот критический обзор дает представление о новых возможностях применения, а также новое механистическое понимание этой исключительной химии во многих ее формах.

Синтетические гидрогелевые материалы дают возможность настраивать механические свойства получаемых сетей, контролируя молекулярную структуру предшественников полимеров [7]. В этой работе авторы демонстрируют, что нуклеофильная тиол-иновая реакция клика представляет собой высокоэффективный химический процесс для формирования надежных гидрогелевых материалов с высоким содержанием воды (около 90%) и настраиваемой жесткостью и механическими свойствами. Примечательно, что оптимизация молекулярной массы и геометрии предшественников поли(этиленгликоля) (ПЭГ) позволяет получить доступ к материалам с прочностью на сжатие до 2,4 МПа, которые можно многократно сжимать до напряжения > 90%. Помимо этого, авторы показали возможность доступа к гидрогелям с модулями упругости от 0,2 до 7 кПа. Более того, они также продемонстрировали, что с помощью простого процесса смешивания предшественников мы можем получить промежуточную жесткость во всем этом диапазоне с минимальными изменениями в структуре гидрогеля. Эти характеристики делают нуклеофильную тиол-иновую реакцию отличным методом приготовления гидрогелей для использования в качестве универсальных синтетических биоматериалов.

Тиол-иновые реакции привлекли внимание из-за клика-природы, а также из-за регулярного ступенчатого сетчатого характера их продуктов, несмотря на радикально-опосредованный реагент [8]. Однако факторы, определяющие пути реакции, не были

всесторонне изучены с помощью квантово-химических инструментов. В этой связи авторы работы систематически исследовали механизм тиол-иновых реакций, уделяя особое внимание структурным влияниям тиоловых и алкиновых функциональных групп. Выявлены кинетика реакции, взаимосвязь структура-реакционная способность и E/Z-диастереоселективность продуктов первого цикла реакции полимеризации тиол-ина. По этой причине с помощью теории функционала плотности был смоделирован разнообразный набор из 11 тиол-иновых реакций с четырьмя тиолами и восемью алкинами. Мы провели сравнительное исследование и определили уровень теории M06-2X/6-31+G(d,p) как лучшую экономически эффективную методологию моделирования таких реакций. Результаты показывают, что спиновая плотность, стабильность радикалов серы при распространении и стабильность алкенильных промежуточных радикалов при передаче цепи являются определяющими факторами скорости каждой реакции. Обнаружено, что внутримолекулярные π - π -стакинг-взаимодействия в структурах переходного состояния ответственны за Z-диастереоселективность.

Предварительное исследование реакции тиол-инового сочетания (ТУС) было проведено с использованием алифатического (1-октина) и ароматического алкина (фенилацетилена) и двух алкантиолов (метилтиогликолята и метилового эфира N-ацетил-L-цистеина) [9]. Результаты реакций ТУС сильно зависят от условий эксперимента (например, температуры, растворителя и соотношения алкин/тиол), но их можно правильно отрегулировать для достижения селективного производства продуктов моно- или биссочетания. Что касается 1-октина, фенилацетилен значительно легче подвергается радикальному гидротиолированию, дополнительно демонстрируя заметно более высокую способность к моногидротиолированию, исключая бис-гидротиолирование. Общие результаты были использованы при гликозилировании производных цистеина, а также цистеинсодержащих пептидов. Сахар, содержащий арилацетиленовый фрагмент, вызывал настоящую клик-реакцию, то есть гликозилирование трипептида глутатиона в его нативной форме, с помощью практически эквимольных количеств реагентов. Эта реакция была успешно применена в физиологических условиях к цистеинсодержащему нонапептиду с заметными преимуществами по сравнению с аналогичной дериватизацией тиол-енового сочетания (ТЕС). Дополнительно была разработана последовательность ТУС/ТЕС, дающая двуплечие производные цистеина за счет двойной функционализации алкинильного сахара.



Разработки в области химии синтетических полимеров направлены на удовлетворение огромного спроса на создание эффективных, высокопроизводительных и простых в эксплуатации химических методов, которые можно легко адаптировать к макромолекулярному уровню [10]. В этом отношении реакции на основе тиолов были обновлены за последние два десятилетия и широко используются в химии полимеров. Среди них большой интерес приобрели тиол-иновые реакции из-за высокой скорости реакции с образованием сложных макромолекулярных структур, таких как линейные/нелинейные полимеры и сетчатые структуры, причем реакции могут протекать как в органических, так и в водных средах. Что еще более важно, тиол-иновые реакции могут протекать как по

нуклеофильному, так и по радикальному пути, что открывает замечательные возможности регулирования синтеза полимеров для желаемых применений. В настоящее время нуклеофильные тиолиновые реакции часто используются на макромолекулярном уровне, поскольку реакции просто запускаются с помощью основания или протекают в слабоосновных средах, не требуя какого-либо внешнего регулятора (например, тепла и света). Более того, недавние исследования показали, что нуклеофильные тиол-иновые реакции не только обеспечивают еще более быструю полимеризацию, но также приводят к быстрому конструированию гидрогелей с уникальными свойствами и подготовке реакций динамического обмена связью на основе тиол-алкиноновых реакций. В этой обзорной статье разработки нуклеофильных тиолиновых реакций были обобщены с точки зрения синтеза, модификации и применения полимеров.

Органический фотокатализатор (9-мезитил-10-метилакридина тетрафторборат) в присутствии видимого света используется для инициирования тиол-еновых и тиол-иновых реакций [11]. Тиольные радикалы образуются при тушении фотовозбужденного катализатора рядом тиолов. Выделенный мягкий характер условий реакции позволяет использовать широкий спектр субстратов реагентов. Опираясь на это эффективное отсутствие металлов, можно было бы реализовать как тиол-еновые, так и тиол-иновые реакции между углеводами и пептидами с отличными выходами.

Гидротиолирование активированных алкинов представляется привлекательным и мощным способом функционализации тиолов, несущих катехолы [12]. Реакцию стимулировал гетерогенный катализатор, состоящий из наночастиц меди, нанесенных на TiO_2 (CuNPs/ TiO_2) в 1,2-дихлорэтаноле (1,2-DCE) при нагревании при 80 °C. Катализатор можно было восстановить и повторно использовать в трех последовательных циклах, что показало небольшое снижение его каталитической активности. Производные тиола, несущие катехоловые фрагменты, полученные путем универсального присоединения по Михаэлю, подвергались взаимодействию с различными активированными алкинами, такими как метилпропионат, пропиоловая кислота, пропиоламид или 2-этинилпиридин. Показано, что в большинстве изученных случаев реакция регио- и стереоселективна по отношению к антимарковниковскому Z-винилсульфиду. Наконец, некоторые полученные производные катехола были протестированы в качестве лигандов при получении наночастиц координационного полимера (КНП), используя преимущества их различных координационных центров с такими металлами, как железо и кобальт.

Таким образом, можно заключить, что основными областями применения клик-тиолирования алкиновых углеводов являются полимерная химия (синтез новых функционально-замещенных полимеров), фармакологическая промышленность и др.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Lin Q., Zhang Q., Chen Sh., Zhou J. Progress in Thiol-Ene/Yne Click Chemistry // Chinese Journal of Organic Chemistry. – 2012. – Vol. 32. – N 10. – pp. 1846-1859.
2. Subhasis D., Guota A,m Abhishek S., Sudipa P. Sunlight-Mediated Thiol–Ene/Yne Click Reaction: Synthesis and DNA Transfection Efficiency of New Cationic Lipids // ACS Omega. – 2020. – Vol. 5. – N 1. – pp. 735-750.
3. Sandeep N., Chan J., Comer Ch., Hoyle Ch. Thiol–yne ‘click’ chemistry as a route to functional lipid mimetics // Polymer Chemistry. – 2011. – N 2. – pp. 303-305.
4. Linxian L., Zahner D., Su Y., Grun Ch. A biomimetic lipid library for gene delivery through thiol-yne click chemistry // Biomaterials. – 2012. – Vol. 33. – N 32. – pp. 8160-8166.
5. Worch J., Stubbs C., Price M. Click Nucleophilic Conjugate Additions to Activated Alkynes: Exploring Thiol-yne, Amino-yne, and Hydroxyl-yne Reactions from (Bio)Organic to Polymer Chemistry // Chem. Rev. – 2021. – Vol. 121. – N 12. – pp. 6744-67776.
6. Hoyle Ch., Lowe A., Bowman Ch. Thiol-click chemistry: a multifaceted toolbox for small molecule and polymer synthesis // Chemical Society Reviews. – 2010. – Vol. 39. – N 4. – pp. 1355-1387.

7. Macdouqall L.J., Truong V.X., Dove A.P. Efficient In Situ Nucleophilic Thiol-yne Click Chemistry for the Synthesis of Strong Hydrogel Materials with Tunable Properties // ACS Macro Lett. 2017. – Vol. 6. – N 2. – pp. 93-97.

8. Findik V., Varinca B.T., Degirmenci I. Insight into the Thiol-yne Kinetics via a Computational Approach // J. Phys. Chem. A. – 2021. – Vol. 125. – N 17. – pp. 3556-3568.

9. Minnozi M., Monesi A., Nanni D., Spagnolo P. An Insight into the Radical Thiol/Yne Coupling: The Emergence of Arylalkyne-Tagged Sugars for the Direct Photoinduced Glycosylation of Cysteine-Containing Peptides // Journal of Organic Chemistry. – 2011. – Vol. 76. – N 2. – pp. 450-45.

10. Daglar O., Luleburgaz S., Baysak S., Saim U. Nucleophilic Thiol-yne reaction in Macromolecular Engineering: From synthesis to applications // European Polymer Journal. – 2020. – Vol. – 137. – N 8. – pp. 109926-109940.

11. Sarbjeet K., Zhao G., Busch E., Wang T. Metal-free photocatalytic thiol-ene/thiol-yne reactions // Organic and Biomolecular Chemistry. – 2019. – Vol. 17. – N 7. – pp. 1955-1961.

12. Nador F., Mancebo-Aracil, Zanotto D., Ruiz-Molina D. Thiol-yne click reaction: an interesting way to derive thiol-provided catechols // RSC Advances. – 2021. – Vol. 11. – N 4. – pp. 2074-2082.

Информация об авторах

Ф.С. Гурбанова – докторант, науч. сотр. лаборатории «Циклоолефины» Института Нефтехимических процессов МНОА;

А.Г. Гасанов – доктор химических наук, профессор;

Г.З. Гусейнов – доктор химических наук, профессор.

Information about the authors

F.S. Qurbanova – doctoral student, researcher laboratory "Cycloolefins" of the Institute of Petrochemical Processes of the MSEA;

A.H. Gasanov – doctor of chemical sciences, professor;

G. Z. Huseynov – doctor of chemical sciences, professor.

Вклад авторов

Ф.С. Гурбанова – работа по экспериментальной части;

А.Г. Гасанов – сбор и обработка материала;

Г.З. Гусейнов – научная идея, руководство.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

F.S. Qurbanova – work on the experimental part;

A.H. Gasanov – collection and processing of material;

G.Z. Huseynov – scientific idea, management.

The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 02.02.2024; принята к публикации 26.03.2024.

The article was submitted 02.02.2024; accepted for publication 26.03.2024.

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 547.541.3

ФАРМАКОФОРНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ ФЕНОЛОВ

Гюнай Заман гызы Гейдарли¹, Гюльшен Джаббар гызы Гасанова²

*^{1,2}Институт нефтехимических процессов Министерства науки и образования
Азербайджана, Баку, Азербайджан*

*Автор, ответственный за переписку: Гюльшен Джаббар гызы Гасанова,
gulwen.hesenova@inbox.ru*

Аннотация. Фенолы и их функционально-замещенные производные нашли широкое применение в фармацевтической промышленности. Отдельные их представители получили важное практическое использование в синтезе лекарственных препаратов. В этой работе нами рассмотрены основные фенольные соединения, находящие широкое применение в процессе создания лекарственных препаратов.

Ключевые слова: фенолы, фармакофорная активность, фенольные соединения, кислоты фенольного ряда, полифенолы, антибактериальные препараты

Для цитирования: Гейдарли Г. З., Гасанова Г. Дж. Фармакофорные производные фенолов // Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М.Акумлы. Серия: Естественные науки. 2024. № 1. С.64-73.

CHEMICAL SCIENCES

Original article

PHARMACOPHORIC DERIVATIVES OF PHENOLS

Gunay Zaman Heydarli¹, Gulshen Jabbar Gasanova²

*^{1,2}Institute of Petrochemical Processes of Ministry of Science and Education of Azerbaijan
Republic, Baku, Azerbaijan*

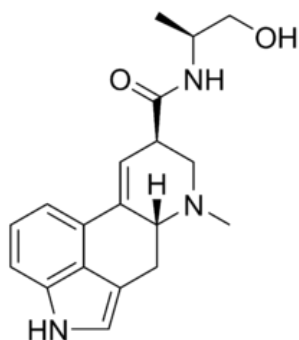
Correspondent author: Gasanova G.J., gulwen.hesenova@inbox.ru

Abstract. Phenols and their functionally substituted derivatives are widely used in the pharmaceutical industry. Some of their representatives have received important practical use in the synthesis of drugs. In this work, we examined the main phenolic compounds that are widely used in the process of creating drugs.

Keywords: phenols, pharmacophore activity, phenolic compounds, phenolic acids, polyphenols, antibacterial drugs

For citing: Heydarli G. Z., Gasanova G. J. Pharmacophoric derivatives of phenols // Bulletin of Bashkir State Pedagogical University named after M. Aknulla. Series: Natural Sciences. 2024. No 1. pp. 64-73.

Производные фенолов находят широкое применение в фармацевтической промышленности. Это обусловлено наличием высокой биологической активности этих соединений, о чем свидетельствуют многочисленные литературные сообщения. Так, в работе [1] ряд пиперидинометиллов и родственных производных нафтолов, замещенных фенолов и индолов был протестирован на окситоцидную активность с использованием методов анализа *in vitro* и *in vivo*. Некоторые соединения обладали очень высокой активностью, превосходящей активность эргометрина.



эргометрин

Активность не была связана с каким-либо структурным сходством с алкалоидами спорыньи. Наивысшая активность наблюдалась у 2-пиперидинометильных производных фенолов, среди которых максимальная эффективность обеспечивалась за счет замещения как в 4-, так и в 5- положениях метилом или этилом или связью. Из этих позиций с образованием производного индана. Во всех сериях пиперидинометильные производные были более активны, чем производные, образованные с другими основаниями, а метилирование в положении альфа- к атому азота увеличивало активность как производных пиперидина, так и морфолина. Среди 2'-метилпиперидинометилфенолов форма (–) была более активной, чем (+). Ацилирование или алкилирование фенольной гидроксильной группы не влияло на активность. Окситоцидная активность была специфической, соединения были менее эффективны в отношении других форм гладких мышц. Наблюдалось влияние на кровяное давление и дыхание центрального характера.

Разработан весьма удобный метод синтеза (проп-2-инилокси)бензола и его производных [2]. Различно замещенные производные фенола и анилина взаимодействовали с пропаргилбромидом в присутствии основания K_2CO_3 и ацетона в качестве растворителя. Соединения синтезированы с хорошими выходами (53-85%). Низкая стоимость, высокие выходы и легкая доступность соединений помогли в синтезе. Электроноакцепторные группы способствуют образованию стабильного феноксид-иона, что, в свою очередь, способствует образованию продукта, в то время как электронодонорные группы не способствуют реакции. Производные фенола дали хорошие выходы по сравнению с анилином. Поскольку апротонные полярные растворители способствуют реакциям типа S_N^2 , ацетон обеспечивает наилучшую сольватацию реакций. K_2CO_3 оказался пригодным для синтеза. Также была исследована антибактериальная, антиуреазная и NO-активность синтезированных соединений. 4-бром-2-хлор-1-(проп-2-инилокси)бензол оказался наиболее активным соединением в отношении фермента уреазы с процентным ингибированием $82,00 \pm 0,09$ при 100 мкг/мл со значением IC_{50} 60,2. 2-бром-4-метил-1-(проп-2-инилокси)бензол оказался сильным антибактериальным средством против *Bacillus subtilis*, демонстрируя превосходное ингибирующее действие с процентным ингибированием $55,67 \pm 0,26$ при 100 мкг/мл со значением IC_{50} 79,9. На основании результатов можно сделать вывод, что некоторые из синтезированных соединений могут обладать потенциальным антиуреазным и антибактериальным действием в отношении ряда вредных веществ.

Cyclanthera pedata (L.) Schrad., известная как кайгуа, – съедобное растение, принадлежащее к семейству тыквенных и произрастающее в Южной Америке, которое также используется в терапевтических целях. Местная народная медицина рекомендует ежедневно принимать плоды и листья кайгуа для лечения ряда заболеваний, например: диабет, высокое кровяное давление и уровень холестерина ЛПНП. В последнее время на европейском рынке доступны пищевые добавки, производимые из плодов кайгуа. Они связаны с антигиперхолестеринемическими и антигипертензивными свойствами, о чем также сообщается в литературе [3]. Недавние научные исследования связывают антигипергликемические свойства этого растения с высоким содержанием фенольных соединений, наиболее распространенного класса вторичных метаболитов, и, в частности, с

подклассом гликозилированных флавоноидов. В настоящее время высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) является методом выбора для качественного и количественного анализа фенольных соединений, экстрагированных из кайгуа. Тем не менее, высокоэффективная тонкослойная хроматография (ВЭТСХ) широко используется для первоначального исследования растительных экстрактов перед анализом ВЭЖХ из-за хорошо известных преимуществ, таких как короткое время разделения, возможность использования реагентов для обнаружения, возможность одновременного анализа нескольких образцов и пригодность для обозначения масс-спектрометрии (ВЭТСХ-МС).

Целью работы было изучение наличия и содержания фенольных соединений в коммерческой пищевой добавке по сравнению с теми, которые определяются в листьях и плодах кайгуа. В рамках исследования был разработан метод ВЭТСХ-МС для предварительного скрининга фенольных соединений, присутствующих в вышеуказанных образцах. Дальнейшие исследования были проведены с целью изучения влияния почвенно-климатических условий и вегетативного состояния на накопление фенольных соединений в листьях и плодах растений, выращиваемых в различных географических зонах, с целью выбора лучших условий произрастания для получения сырья. С большим количеством полезных молекул для производства пищевых добавок. Более углубленный анализ был проведен путем разработки метода ВЭЖХ-МС и полученные данные сравнивались с полученными ранее результатами. Всего было идентифицировано десять гликозилированных флавоноидов, девять которых, уже описаны в литературе, а один никогда ранее не идентифицирован. Данные как ВЭЖХ, так и ВЭТСХ сходятся в предположении о сильном влиянии вегетативного состояния растения на накопление фенольных соединений в листьях кайгуа, в то время как оба метода показывают наличие более сохранившихся фенольных структур в плодах кайгуа. Кроме того, была разработана простая процедура гидролиза, имеющая преимущества миниатюризации (низкий расход образца и растворителя), одновременного гидролиза нескольких образцов, использования недорогой стеклянной посуды и отсутствия необходимости в оборудовании, чтобы подтвердить характеристики фенольных соединений в исследуемых образцах растения кайгуа.

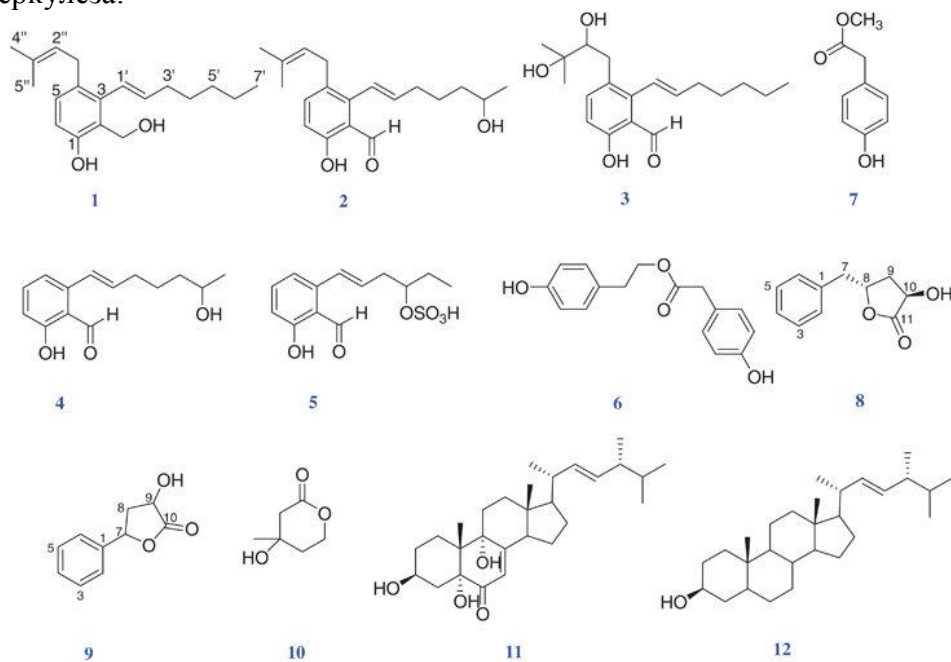
Фенольные соединения — наиболее распространенные вторичные метаболиты в растениях, проявляющие широкий спектр различных биологических активностей, в последние годы привлекают все больше и больше внимания [4]. Целью данного обзора является сбор и систематизация доступной информации о фенольных соединениях растений путем обсуждения различных типов фенольных соединений, методов экстракции и анализа с акцентом на их потенциальную биологическую активность. Также предложены направления исследований и проблемы, на которые следует обратить внимание в будущем, чтобы дать некоторые ориентиры для дальнейшего изучения фенольных соединений.

В этом исследовании [5] были изучены отношения структура-активность (SAR) ряда нековалентных ингибиторов протеасом, а также оптимальный сравнительный анализ молекулярного поля (CoMFA; $Q_2 = 0,574$, $r_2 = 0,999$, $r_{2pred} = 0,755$) и сравнительный молекулярный анализ. Были получены модели анализа индексов сходства (CoMSIA)-SENA ($Q_2 = 0,584$, $r_2 = 0,989$, $r_{2pred} = 0,921$). По результатам модели QSAR были обнаружены некоторые важные уточнения, которые могли бы эффективно повысить биологическую активность соединения. На основе этих данных были разработаны и проверены 24 новых нековалентных ингибитора протеасом (D01–D24). Модели связывания между протеасомой [код банка данных белков (PDB): 3MG6] и тремя репрезентативными соединениями также были проанализированы с использованием метода молекулярного докинга. Результаты показали, что водородная связь и гидрофобное взаимодействие играют ключевую роль в связывающем взаимодействии между рецептором и лигандом. Кроме того, результаты прогнозирования ADMET показали, что новые разработанные соединения обладают приемлемыми фармакокинетическими параметрами и свойствами, подобными лекарственным средствам. Таким образом, эти статистические результаты могут служить

теоретическим руководством для структурной оптимизации, разработки и синтеза более эффективных нековалентных ингибиторов протеасом в будущем.

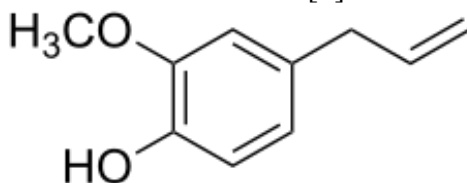
Сообщается [6], что фенольные соединения как потенциальные средства предотвращения различных заболеваний, связанных с окислительным стрессом, с течением времени привлекают все большее внимание. Потребление фруктов, овощей и круп в больших количествах связано со снижением вероятности возникновения хронических заболеваний. В продуктах растительного происхождения очень много фенольных соединений. Однако биодоступность и биотрансформация фенольных соединений в этих исследованиях не рассматриваются; поэтому подробный механизм действия фенольных соединений не известен. В этой статье представлена комплексная концепция различных факторов, влияющих на биодоступность фенольных соединений и их метаболические процессы, через которые проходят фенольные соединения после приема внутрь.

Из эндофитного гриба *Pestalotiopsis* sp. выделены пять производных алкенилфенола и бензальдегида – песталолы А–Е (1–5), а также семь известных соединений (6–12) [7]. АсВС2 получен из китайского мангрового растения *Aegiceras corniculatum*. Их структура была определена с помощью спектроскопического анализа. Соединения 2 и 3 показали цитотоксичность в отношении группы из 10 линий опухолевых клеток. Соединения 1-5, 8, 9, 11 и 12 проявили ингибирующую активность в отношении вирусов подтипа вируса гриппа А (H3N2) и свиного гриппа (H1N1). Соединение 2 также показало ингибирующую активность в отношении туберкулеза.



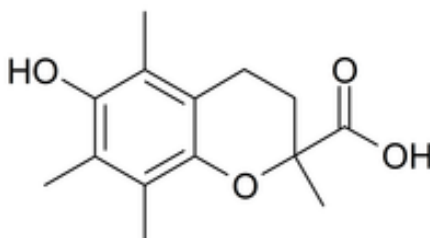
Биоактивные соединения представляют собой вторичные метаболиты, синтезируемые растениями для поддержания гомеостаза; однако они также модулируют метаболические процессы и оказывают ценное воздействие на организм человека [8]. Инжир ценили как пищу и из-за его фармацевтических свойств. Наличие широкого спектра биологически активных соединений, таких как каротиноиды, флавоноиды, фенолы и витамин С, обусловлено их функциональными свойствами, а также их технологическими возможностями в качестве пищевых добавок, которые ответственны за большинство последствий для здоровья. Благодаря богатому и разнообразному составу биологически активных соединений эти соединения обладают различными биологическими свойствами, такими как антиоксидантная, противовоспалительная, противодиабетическая, противомикробная и гепатопротекторная активность, что позволяет использовать эти биологически активные вещества при создании новых кулинарных и медицинских продуктов.

Эвгенол является основным компонентом эфирного масла гвоздики и продемонстрировал соответствующий биологический потенциал с хорошо известным противомикробным и антиоксидантным действием [9].



эвгенол

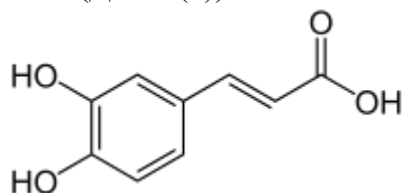
В работе были проведены синтез, очистка, характеристика и оценка антиоксидантного и антибактериального потенциала 19 производных эвгенола. Производные были получены реакциями этерификации гидроксильной группы (-OH) эвгенола различными карбоновыми кислотами, а также реакциями присоединения по двойной связи аллильной группы. Производные обладали многообещающим антибактериальным потенциалом, включая более низкую минимальную ингибирующую концентрацию 500 мкг/мл, чем у эвгенола (1000 мкг/мл). Кроме того, производные были активны в отношении штаммов бактерий (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*), которые сам эвгенол не проявлял активности, что увеличивало спектр антибактериального действия. Что касается антиоксидантной активности, то было отмечено, что производные, участвующие в реакциях этерификации гидроксильной группы (-OH) фенола молекулы эвгенола, приводят к значительному снижению антиоксидантного действия ($IC_{50} > 100$ мкг/мл) по сравнению с молекула-предшественник эвгенола ($IC_{50} = 4,38$ мкг/мл). С другой стороны, структурные изменения, локализованные в двойной связи, гораздо более плавно повлияли на способность захватывать радикалы, чем исходная молекула, также были получены производные с проксимальной антиоксидантной способностью ($IC_{50} = 19,30$ мкг/мл) по коммерческим стандартам, таким как Тролокс ($IC_{50} = 16,00$ мкг/мл).



тролокс

Конденсацией 5-[(2-хлорфенил)дiazенил]-2-гидроксибензальдегида с различными замещенными ароматическими аминами и сульфаниламидами синтезирован новый ряд 4-фенилдиазенил-2-(фенилиминометил)фенолов [10]. Все синтезированные соединения были проверены *in vitro* на их антибактериальную активность в отношении различных патогенов человека: *B. anthracis*, *E. coli*, *S. aureus*, *S. typhimurium* и *P. aeruginosa* с использованием дисково-диффузионного анализа. Все соединения продемонстрировали значительное ингибирование протестированных бактерий.

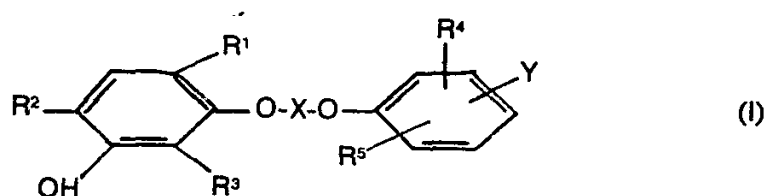
Антирадикальную активность кофейной кислоты (1), дигидрокофейной кислоты (5) и их соответствующих *n*-алкиловых эфиров оценивали методом 2,2-дифенил-1-пикрилгидразильного радикала (ДФПГ(*)).



кофейная кислота

Дигидрокофейная кислота (5) была наиболее сильным соединением, обладая более сильным антирадикальным действием, чем (+/-)-альфа-токоферол, тогда как кофейная кислота (1) была менее эффективной. Этерификация карбоксильной группы дигидрокофейиновой кислоты (5) оказала существенное влияние на ее антирадикальную активность, но подобные эффекты не наблюдались для производных кофейной кислоты (1). *N*-алкиловые эфиры обоих фенольных рядов обладали одинаковой активностью, а их антирадикальная активность не зависела от длины алкильной цепи. В обеих сериях были обнаружены дозозависимые эффекты поглотителя. Кислотно-основные свойства соединений, оцененные с помощью потенциометрии и спектрофотометрии, показали, что катехоловый фрагмент имел значения $pK(a_2)$ и $pK(a_3)$ 9,24-9,02 и 11,38-10,99 в дигидрокофейиновом ряду и 8,48-8,24 и 11.38-11.07 в кофейной серии соответственно. Антирадикальная активность и значения $pK(a)$ соединений не были связаны между собой.

Производные фенола составляют семейство нейрoактивных соединений [12]. Целью этого исследования было выявление структурных особенностей, определяющих их модулирующее действие на глициновые рецепторы. Авторы исследовали влияние четырех метилированных производных фенола и двух галогенированных аналогов на входящие токи хлоридов через крысиные рецепторы альфа(1) и альфа(1)бета-глицина, гетерологично экспрессируемые в НЕК 293. Все соединения усиливали эффект субмаксимальной концентрации глицина в обоих случаях: альфа(1) гомомерные и альфа(1)бета-глициновые рецепторы. Хотя степень максимального усиления эффекта 10 мкМ глицина на альфа(1)бета-рецепторы не различалась между соединениями, галогенированные соединения достигали половины максимального потенцирующего эффекта в диапазоне низких микроМ - при более чем 20-кратно меньших концентрациях, по сравнению с их негалогенированными аналогами ($P < 0,0001$). Коактивирующий эффект был перекрыт ингибирующим действием при концентрациях >300 мкМ в галогенированных соединениях. Ни количество, ни положение метильных групп существенно не влияли на EC_{50} коактивации. Только биметилированные соединения 2,6 и 3,5 диметилфенол (в концентрациях >1000 мкМ) напрямую активировали как альфа(1), так и альфа(1)бета-рецепторы до 30% от максимального ответа, вызываемого 1000 мкМ глицина. Результаты показывают, что галогенирование в *para*-положении является решающей структурной особенностью, определяющей способность фенольного соединения положительно модулировать функцию глицинового рецептора, тогда как прямая активация наблюдается только при высоких концентрациях соединений, несущих по крайней мере две метильные группы. Для обоих эффектов присутствие бета-субъединицы не требуется. В патенте [13] предложены новые производные фенола общей формулы:



Эти соединения являются мощными антагонистами действия медленно реагирующих веществ, вызывающих анафилаксию, и поэтому показаны для применения при лечении обструктивных заболеваний дыхательных путей, таких как астма и сенная лихорадка, а также при кожных заболеваниях.

Фенольные соединения обширны, разнообразны, повсеместно распространены и широко распространены в природе [14]. Биологическое значение биоактивных фенольных природных вторичных метаболитов огромно и имеет большое значение. Известно, что фенольные соединения проявляют различную биологическую активность, такую как противомикробные, антиоксидантные и противовоспалительные свойства. Эта глава книги начинается с краткой классификации фенольных соединений, за которой следует описание

их химических свойств, которые необходимы для их биологической активности. Некоторые химические свойства, такие как кислотность и образование радикалов, напрямую связаны с их важной и ключевой биологической активностью, такой как антиоксидантные свойства. В главе рассматриваются методы и современные методы анализа фенольных соединений. Наконец, биосинтез таких важных органических молекул рассматривается с использованием некоторых современных методов их синтеза в лаборатории, методов их синтетической разработки. В связи с высоким потенциалом применения фенольных соединений в различных отраслях промышленности, таких как фармацевтическая и пищевая, поиск эффективных методов их синтеза, а также современных и точных методов их обнаружения и анализа будет продолжаться.

Фенольные кислоты являются вторичными метаболитами растений, принадлежащими к классу полифенолов, широко распространенными во всем растительном царстве [15]. Название «фенольные кислоты», как правило, описывает фенолы, которые обладают одной функциональной группой карбоновой кислоты, и их можно разделить на три основных подкласса: гидроксibenзойные, гидроксикоричные и гидроксифенилуксусные кислоты. Большой интерес к фенольным кислотам связан с их высоким потенциалом консервации пищевых продуктов (антиоксидантная и антимикробная активность) и, что не менее важно, высоким терапевтическим потенциалом.

Целью данного обзора является обобщение знаний о фенольных кислотах. Обсуждаемые темы включают природные источники фенольных кислот, биосинтез и метаболизм, пользу фенольных кислот для здоровья (прежде всего, антиоксидантную активность пищевых фенольных соединений, а также антиканцерогенную и противораковую активность, воспалительный эффект), их противомикробную активность в отношении отдельных групп бактерий и грибов (дрожжи) и структурные модификации молекулы, особенно те, которые повышают липофильность и улучшают растворимость в липидах. Описаны последние достижения в методах ферментативного синтеза производных фенольных кислот и обсуждены некоторые выводы, касающиеся взаимосвязи структура-свойство-активность фенольных кислот, особенно важных с точки зрения их фармацевтического и пищевого применения.

Растительные фенольные соединения считаются жизненно важным компонентом питания человека и обладают огромной антиоксидантной активностью, а также другими преимуществами для здоровья [16]. Эпидемиологические данные показывают, что диета, богатая антиоксидантными фруктами и овощами, значительно снижает риск многих заболеваний, связанных с окислительным стрессом, а именно: рак, диабет и сердечно-сосудистые заболевания. Количество и положение гидроксильной группы в том или ином фенольном соединении приводит к изменению их антиоксидантного потенциала. Полифенолы являются основным источником пищевых антиоксидантов и легко всасываются в кишечнике. Фенольные кислоты, подкласс растительных фенолов, обладают фенольным фрагментом и резонансно-стабилизированной структурой, что приводит к тому, что донорство атома водорода приводит к антиоксидантным свойствам за счет механизма удаления радикалов. Другие способы, такие как радикальное тушение за счет донорства электронов и тушение синглетного кислорода, также известны благодаря антиоксидантной активности фенольных кислот. Кроме того, фенольные кислоты встречаются повсеместно и хорошо документированы для других защитных эффектов для здоровья, таких как противомикробное, противораковое, противовоспалительное, антимуtagenное и т. д. В статье подчеркивается потенциал фенольных кислот в открытии лекарств. Кроме того, подробно обсуждаются их возникновение, биосинтез, метаболизм и влияние на здоровье.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Cohen A., Hall R., Heath-Brown B., Parkes M.W. Oxytotic activity of basic (aminomethyl) derivatives of phenols and related compounds // Br. J. Pharmacol. Chemother. 1957. – Vol. 12. – N 2. – pp. 194-208.

2. Batool T., Rasool N., Gull Y., Noreen M. A convenient method for the synthesis of (prop-2-ynyloxy)benzene derivatives via reaction with propargyl bromide, their optimization, scope and biological evaluation // PLoS One. – 2014. – Vol. 9. – N 12. – pp. 115457-115462.
3. Orsini F. Biologically active phenolic compounds in fruits and leaves of *Cyclanthera pedata* (L.) Schrab (*caigua*) and in related plant-derived dietary supplements // ph D thesis. University of Rome. – 2018. – 126 p.
4. Nurzynska-Wierdak R. Phenolic Compounds from New Natural Sources—Plant Genotype and Ontogenetic Variation // Molecules. – 2023. – Vol. 28. – N 4. – pp. 1731-1748.
5. Yuan M., Hanwen J., Fengxin S., Qiang Ch. Rational design of novel phenol ether derivatives as non-covalent proteasome inhibitors through 3D-QSAR, molecular docking and ADMET prediction // Explor. Drug. Sci. 2023. – N 1. – pp. 435-453.
6. Hussain M.B., Hassan S., Waheed M., Javed A. Bioavailability and Metabolic Pathway of Phenolic Compounds // Chapter in book Plant Physiological Aspects of Phenolic Compounds. – 2018. – 276 p.
7. Jian F.S., Xiuping L., Zhou X-F., Junting W. Pestalols A-E, new alkenyl phenol and benzaldehyde derivatives from endophytic fungus *Pestalotiopsis* sp. AcBC2 isolated from the Chinese mangrove plant *Aegiceras corniculatum* // J. Antibiot. (Tokyo). – 2014. – Vol. 67. – N 6. – pp. 451-457.
8. Ankita W., Kumar N., Singh R., Harish K. Bioactive Compounds in Ficus Fruits, Their Bioactivities, and Associated Health Benefits: A Review // Journal of Food Quality. – 2022. – Vol. 1. – pp. 1-19.
9. da Silva F., Monte F., Lemos T., Nascimento P. Eugenol derivatives: synthesis, characterization, and evaluation of antibacterial and antioxidant activities // Chemistry Central Journal. 2018. – Vol. 12. – N1. – pp. 34-39.
10. Halve A., Dubey P., Kankoriya A., Tiwari K. 4-phenyldiazenyl 2-(phenylimino methyl) phenols; synthesis and in-vitro biological evaluation as potential antibacterial agents // J. Enzyme Inhib. Med. Chem. – 2009. – Vol. 24. – N 1. – pp. 176-180.
11. Silva F., Borges F., Guimaraes C., Lima J. Phenolic acids and derivatives: studies on the relationship among structure, radical scavenging activity, and physicochemical parameters // J. Agric. Food Chem. – 2000. – Vol. 48. – N 6. – pp. 2122-2126.
12. Haeseler G., Ahrens J., Krampfi K., Bufler J. Structural features of phenol derivatives determining potency for activation of chloride currents via alpha(1) homomeric and alpha(1)beta heteromeric glycine receptors // Br. J. Pharmacol. 2005. – Vol. 145. – N 7. – pp. 916-925.
13. Pat. 0028063A1. EP. 1980. Phenol derivatives, processes for their preparation and pharmaceutical compositions containing them / Oxford A.W., Ellis F.
14. Al-Mamari H. Phenolic Compounds: Classification, Chemistry, and Updated Techniques of Analysis and Synthesis // Chapter in book Phenolic Compounds - Chemistry, Synthesis, Diversity, Non-Conventional Industrial, Pharmaceutical and Therapeutic Applications. 2021. 137 p.
15. Bialecka-Florjanczyk E., Fabiszewska A., Zieniuk B. Phenolic Acids Derivatives - Biotechnological Methods of Synthesis and Bioactivity // Curr. Pharm. Biotechnol. – 2018. – Vol. 19. – N 14. - pp. 1098-1113.
16. Kumar N., Goel N. Phenolic acids: Natural versatile molecules with promising therapeutic applications // Biotechnology Reports. – 2019. – Vol. 24. – N 12. – pp. 370-379.

REFERENCES

1. Cohen A., Hall R., Heath-Brown B., Parkes M.W. Oxytocic activity of basic (aminomethyl) derivatives of phenols and related compounds // Br. J. Pharmacol. Chemother. – 1957. – Vol. 12. – N 2. – pp. 194-208.
2. Batool T., Rasool N., Gull Y., Noreen M. A convenient method for the synthesis of (prop-2-ynyloxy)benzene derivatives via reaction with propargyl bromide, their optimization, scope and biological evaluation // PLoS One. – 2014. – Vol. 9. – N 12. – pp. 115457-115462.

3. Orsini F. Biologically active phenolic compounds in fruits and leaves of *Cyclanthera pedata* (L.) Schrab (*caigua*) and in related plant-derived dietary supplements // ph D thesis. University of Rome. – 2018. – 126 p.
4. Nurzynska-Wierdak R. Phenolic Compounds from New Natural Sources – Plant Genotype and Ontogenetic Variation // *Molecules*. – 2023. – Vol. 28. – N 4. – pp. 1731-1748.
5. Yuan M., Hanwen J., Fengxin S., Qiang Ch. Rational design of novel phenol ether derivatives as non-covalent proteasome inhibitors through 3D-QSAR, molecular docking and ADMET prediction // *Explor. Drug. Sci.* 2023. – N 1. – pp. 435-453.
6. Hussain M.B., Hassan S., Waheed M., Javed A. Bioavailability and Metabolic Pathway of Phenolic Compounds // Chapter in book *Plant Physiological Aspects of Phenolic Compounds*. 2018. – 276 p.
7. Jian F.S., Xiuping L., Zhou X-F., Junting W. Pestalols A-E, new alkenyl phenol and benzaldehyde derivatives from endophytic fungus *Pestalotiopsis* sp. AcBC2 isolated from the Chinese mangrove plant *Aegiceras corniculatum* // *J. Antibiot. (Tokyo)*. – 2014. – Vol. 67. – N 6. – pp. 451-457.
8. Ankita W., Kumar N., Singh R., Harish K. Bioactive Compounds in Ficus Fruits, Their Bioactivities, and Associated Health Benefits: A Review // *Journal of Food Quality*. – 2022. – Vol. 1. – pp. 1-19.
9. da Silva F., Monte F., Lemos T., Nascimento P. Eugenol derivatives: synthesis, characterization, and evaluation of antibacterial and antioxidant activities // *Chemistry Central Journal*. – 2018. – Vol. 12. – N 1. – pp. 34-39.
10. Halve A., Dubey P., Kankoriya A., Tiwari K. 4-phenyldiazenyl 2-(phenylimino methyl) phenols; synthesis and in-vitro biological evaluation as potential antibacterial agents // *J. Enzyme Inhib. Med. Chem.* – 2009. – Vol. 24. – N 1. – pp. 176-180
11. Silva F., Borges F., Guimaraes C., Lima J. Phenolic acids and derivatives: studies on the relationship among structure, radical scavenging activity, and physicochemical parameters // *J. Agric. Food Chem.* – 2000. – Vol. 48. – N 6. – pp. 2122-2126.
12. Haeseler G., Ahrens J., Krampfi K., Bufler J. Structural features of phenol derivatives determining potency for activation of chloride currents via alpha(1) homomeric and alpha(1)beta heteromeric glycine receptors // *Br. J. Pharmacol.* 2005. – Vol. – 145. – N 7. – pp. 916-925.
13. Pat. 0028063A1. EP. 1980. Phenol derivatives, processes for their preparation and pharmaceutical compositions containing them / Oxford A.W., Ellis F.
14. Al-Mamari H. Phenolic Compounds: Classification, Chemistry, and Updated Techniques of Analysis and Synthesis // Chapter in book *Phenolic Compounds – Chemistry, Synthesis, Diversity, Non-Conventional Industrial, Pharmaceutical and Therapeutic Applications*. – 2021. – 137 p.
15. Bialecka-Florjanczyk E., Fabiszewska A., Zieniuk B. Phenolic Acids Derivatives – Biotechnological Methods of Synthesis and Bioactivity // *Curr. Pharm. Biotechnol.* – 2018. – Vol. 19. – N 14. – pp. 1098-1113.
16. Kumar N., Goel N. Phenolic acids: Natural versatile molecules with promising therapeutic applications // *Biotechnology Reports*. – 2019. – Vol. 24. – N 12. – pp. 370-379.

Информация об авторах

Г. З. Гейдарли – ст. науч. сотр. лаборатории «Химия и технология циклоалкилфенолов» Института нефтехимических процессов МНОА.

Г. Дж. Гасанова – кандидат химических наук, вед. науч. сотр. лаборатории «Химия и технология циклоалкилфенолов» Института нефтехимических процессов МНОА.

Information about authors

G. Z. Heydarly – resercher of Laboratory "Chemistry and Technology of Cycloalkylphenols" of the Institute of Petrochemical Processes MSEA.

G. J. Gasanova – candidate of chemical sciences, leading researcher. Laboratory “Chemistry and Technology of Cycloalkylphenols” of the Institute of Petrochemical Processes MSEA.

Вклад авторов

Г. З. Гейдарли – работа по экспериментальной части;

Г. Дж. Гасанова – научная идея, руководство.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

G. Z. Heydarly – work on the experimental part;

G. J. Gasanova – scientific idea, management.

The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 08.02.2024; принята к публикации 26.03.2024.

The article was submitted 08.02.2024; accepted for publication 26.03.2024.

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 547.541.3

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИМИКРОБНЫХ СВОЙСТВ АЗОМЕТИНОВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ

Лала Ашраф гызы Мехдиева¹, Парвин Шамхал гызы Мамедова², Эльбей Расим оглу Бабаев³

^{1,2,3}Институт химии присадок Министерства науки и образования Азербайджана, Баку, Азербайджан

*Автор, ответственный за переписку: Эльбей Расим оглу Бабаев,
elbeibabaev@yahoo.de*

Аннотация. В работе представлены результаты исследований в области изучения антимикробных и антибактериальных свойств азометиновых соединений и их функционально-замещенных производных. Показаны перспективы применения этих соединений в качестве антимикробных препаратов в медицинской практике. Изучено влияние азометиновых соединений на грамм-положительные и грамм-отрицательные патогенные микроорганизмы, а также на различные типы грибковых патогенов.

Ключевые слова: азометины, иминная связь, основания Шиффа, патогенные микроорганизмы, минимальная бактерицидная концентрация (МБК), минимальная ингибирующая концентрация (МИК), диффузионный метод

Для цитирования: Мехдиева Л. А., Мамедова П. Ш., Бабаев Э. Р. Исследование антимикробных свойств азометиновых производных // Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М.Акумлы. Серия: Естественные науки. 2024. № 1. С. 74-80.

CHEMICAL SCIENCES

Original article

Lala Ashraf Mehdiyeva¹, Parvin Shamkhal Mammadova², Elbey Rasim Babayev³

^{1,2,3}Institute of Chemistry of Additives Ministry of Science and Education of Azerbaijan, Baku

Correspondent author: Babayev E.R., elbeibabaev@yahoo.de

ANTIMICROBIAL PROPERTIES OF AZOMETHINE DERIVATIVES

Abstract. The paper presents the results of research in the field of studying the antimicrobial and antibacterial properties of azomethine compounds and their functionally substituted derivatives. The prospects for the use of these compounds as antimicrobial agents in medical practice are shown. The effect of azomethine compounds on gram-positive and gram-negative pathogenic microorganisms, as well as on various types of fungal pathogens, was studied.

Keywords: azomethines, imine bond, Schiff bases, pathogenic microorganisms, minimum bactericidal concentration (MBC), minimum inhibitory concentration (MIC), diffusion method

For citing: Mehdiyeva L. A., Mammadova P. Sh., Babayev E.R. Antimicrobial properties of azomethine derivatives // Bulletin of Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla. Series: Natural Sciences. 2024. No 1. pp. 74-80.

Азометины (основания Шиффа) представляют собой соединения, содержащие в своем составе иминовую группу —R-C=N— и образующиеся либо конденсацией альдегидов с первичными аминами, либо конденсацией нитрозосоединений с соединениями, имеющими метильную или метиленовую группу. Эти соединения обладают широким спектром областей применения, среди которых особо следует выделить их высокую биологическую активность. Азометины обладают ярко выраженной антибактериальной активностью и в этой работе нами показаны результаты, описывающие антимикробные и антифунгальные свойства азометинов.

Так, в работе [1] сообщается, что азометины (основания Шиффа) являются универсальными соединениями с широким терапевтическим применением, таким как антибактериальное, включая антимикобактериальное, противогрибковое, противовирусное, противомаларийное, противовоспалительное, антиоксидантное, пестицидное, цитотоксическое, ингибирующее ферменты и противораковое, включая повреждение ДНК. На основании вышеизложенного была предпринята попытка синтезировать основания Шиффа путем взаимодействия дикетонов/кетозэфиров с замещенными 2-аминопиридинами. Структуры соединений были хорошо установлены с помощью FT-IR, ^1H и ^{13}C ЯМР и масс-спектральных исследований. Далее соединения подвергали скринингу на противомикробную активность *in vitro* с использованием метода разбавления в агаре. Все соединения показали превосходную антимикробную активность в отношении бактериальных и грибковых возбудителей.

В работе [2] осуществлен синтез новых азметинов на основе 4-формил-1-фенил-3-арил(гетерил)пиразолов и исследована их антимикробная активность.

Целью работы [3]: была разработка новых молекул, эффективных против устойчивых к антибиотикам бактериальных инфекций. Ряд азометинов (от SB-1 до SB-6) синтезировали из фрагмента β -фенилакролеина. Структуры синтезированных соединений были подтверждены на основании их УФ-ультрафиолетовой (УФ) спектроскопии (λ_{max} : 200–400 нм), инфракрасного преобразования Фурье (FTIR, частота колебаний: 500–4000 cm^{-1}), ^1H ядерный магнитный резонанс (ЯМР, химический сдвиг: 0–10 м.д.), ^{13}C ЯМР (химический сдвиг: 0–200 м.д.), масс-спектрометрия (значения m/z : 0–500) и элементный анализ углерод-водород-азот (CHN). Новые соединения были проверены на антибактериальную активность методами разбавления в пробирке и дисковой диффузии с использованием гентамицина в качестве эталонного стандарта. Структуры азометинов полностью соответствовали их спектральным данным. Среди всех синтезированных соединений соединения SB-5 и SB-6 показали самую высокую минимальную ингибирующую концентрацию (МИК) 62,5 мкг/мл. При МИК 250 мкг/мл все соединения от SB-1 до SB-6 проявляли значительную антибактериальную активность по сравнению с гентамицином ($p < 0,05$). SB-5 и SB-6 были активны в отношении *S. aureus*, *P. aeruginosa* и *K. pneumoniae*; SB-3 был активен в отношении *B. subtilis* и *S. aureus*. SB-4 был активен против *P. aeruginosa* и *S. aureus*, тогда как SB-1 и SB-2 были активны против *S. aureus*. Таким образом, синтезированные соединения обладают более высокой антибактериальной активностью по сравнению с гентамицином.

Синтезированы новые основания Шиффа конденсацией 4-пиридинкарбоксальдегида с краун-эфирами (4-аминобензо-15-краун-5, 4,4-диаминодибензо-18-краун-6 и 4,4-диаминодибензо-21-краун-7) [4]. Обработкой синтезированных азометинов эквимольным количеством ацетата меди (II) были получены соответствующие комплексы меди. Изучена антимикробная активность краун-эфиров и их производных в отношении грамположительных (*Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus*) и грамотрицательных (*кишечная палочка*, *синегнойная палочка*) бактерий. Проанализировано влияние заместителей на антимикробную активность лигандов и их производных.

Выяснилось, что дизайн и разработка новых препаратов с отличительными антимикробными свойствами препятствуют и регулируют рост микроорганизмов. Несомненно, основания Шиффа — это волшебная палочка, обладающая эффективными

антимикробными свойствами против различных патогенных штаммов. Основания Шиффа, L1 и L2, описанные в работе [5], были соответственно синтезированы эквимолярной конденсацией бензофенона с циклогексиламино и 2,4-дигидроксibenзофенона с циклогексиламино. Продукты были получены с отличным выходом 66 и 75 %. Основания Шиффа подвергали испытанию на растворимость, определению точки плавления и анализу FT-IR-спектроскопии. Установлено, что они проявляют относительную термическую стабильность с температурами плавления 220 и 195 °С и растворимостью в метаноле, ацетоне и диметилформамиде используемых растворителей. FT-IR подтвердил образование оснований Шиффа с появлением азометинового (C=N) пика при 1652 и 1592 см⁻¹. Антимикробную активность оснований Шиффа *in vitro* тестировали в отношении двух грамположительных бактерий (*Staphylococcus aureus* и *Streptococcus pyogenes*) и двух грамотрицательных (*Pseudomonas aureginosa* и *Escherichia coli*), а также двух штаммов грибов (*Aspergillus Niger* и *Candida albicans*). Результаты показывают, что основание Шиффа L2 проявляет многообещающую активность против всех исследуемых патогенов. Однако активности L1 в отношении микробов, кроме *Streptococcus pyogenes*, не наблюдалось.

Авторы работы [6] сообщают о новом азо-азометиновом лиганде HL и его комплексах с ионами Cu(II) и Fe(III). Лиганд и его комплексы охарактеризованы различными физико-химическими методами с использованием анализов C, H, N, FT-IR,¹ H-ЯМР, ESI-MS и UV-Vis. Анализы ТГА показывают, что комплексы достаточно стабильны и подвергаются двухэтапным процессам деградации. Окислительно-восстановительное поведение комплексов оценивали методом циклической вольтамперометрии. Кроме того, лиганд и его комплексы тестировали на антимикробную активность в отношении бактериальных и грибковых штаммов путем определения зоны ингибирования, минимальной ингибирующей концентрации (МИК) и минимальной бактерицидной концентрации (МБК). Комплексы показали умеренную антимикробную активность при тестировании против грамположительных и грамотрицательных штаммов бактерий.

Отмечается [7], что основания Шиффа считаются очень важным классом органических соединений из-за их способности образовывать комплексы с ионами переходных металлов. Эти соединения использовались в качестве лекарств, и они обладают широким спектром антимикробной активности в отношении бактерий, грибов и определенных типов опухолей. Некоторые препараты обладают повышенной активностью при введении в виде хелатов металлов и подавляют рост опухолей. Было замечено, что биологически активные соединения становятся более бактериостатическими и канцеростатическими при хелатировании ионами металлов, а также при их применении для изготовления ионоселективных электродов. В этой статье авторы описывают успешный синтез новых оснований Шиффа и их комплексов в мягких условиях реакции. Соответствующие комплексы охарактеризованы спектроскопическими и физическими данными. Основания Шиффа и их хелаты металлов также тестировали на их антимикробную активность *in vitro* с использованием метода макроразведения (пробирки) в бульоне, определяя МИК, приводящую к ингибированию микробного роста.

Три основания Шиффа L₁, L₂ и L₃ были синтезированы конденсацией салицилового альдегида с 4-аминоантипирином, этилендиамином и 2-аминофенолом соответственно и впоследствии охарактеризованы различными физико-химическими исследованиями [8]. Все три соединения были проверены на их антибактериальную активность *in vitro* в отношении двух грамположительных бактерий, *Staphylococcus aureus* (SA), *Staphylococcus epidermidis* (SE) и двух грамотрицательных бактерий *Klebsiella pneumoniae* (KP) и *Pseudomonas aeruginosa* (PA) методом диффузии в агар. При сравнении полученных результатов с активностью коммерчески доступных антибиотиков, таких как ципрофлоксацин и хлорамфеникол, вновь синтезированные соединения показали сравнимую антибактериальную активность. Растворитель метанол проявляет активность против всех видов бактерий с IZ от 8 ± 0,25 до 17 ± 0,29 мм, в то время как стандартные антибиотики ципрофлоксацин и хлорамфеникол проявляют активность с IZ от 21,3 ± 0,31 до 28,3 ± 0,32 и

от $26,3 \pm 0,24$ мм до $32,3 \pm 0,23$ мм соответственно. Однако синтезированные авторами основания Шиффа L_1 , L_2 и L_3 показали I_Z в диапазоне от $7,4 \pm 0,23$ до $32,5 \pm 0,14$, от $3 \pm 0,57$ до $12 \pm 0,28$ и от $10 \pm 0,20$ до $32 \pm 0,36$ соответственно. Среди оснований Шиффа L_3 показал активность ($32 \pm 0,36$) в отношении СЭ и ПА, которая выше активности стандартных антибиотиков ципрофлоксацина и хлорамфеникола в отношении тех же штаммов бактерий. Полученные результаты показали, что все синтезированные основания Шиффа проявляют заметную антибактериальную активность в отношении всех видов бактерий, что потенциально позволяет применять их в качестве антибактериальных препаратов широкого спектра после дальнейших исследований цитотоксичности *in vivo*. Их активность также может быть дополнительно изменена путем изменения функциональности предшественников конденсации оснований Шиффа.

Mn(II) комплексы оснований Шиффа 4-((3-этокси-2-гидроксибензилиден)амино)-N-(пиридин-2-ил)бензолсульфонамид (HL_2) и 4-((3-этокси-2-гидроксибензилиден)амино)-N-(пиримидин-2-ил)бензолсульфонамид (HL_3) [9]. Основания Шиффа HL_2 и HL_3 и их комплексы охарактеризованы аналитическими методами, измерениями электропроводности, магнитной восприимчивости, инфракрасными, ультрафиолетовыми и видимыми, термическим анализом и масс-методами ЭУ. Спектральные данные комплексов выявили бидентатную комплексообразующую природу лиганда основания Шиффа через ион феноксида и атомы азота азометина. Антибактериальную активность комплексов тестировали в отношении грамположительных видов бактерий PSEUDOMONAS AERUGINOSA (NCIM 2036) и виды грибов ASPERGILLUS NIGER (NCIM 105) и MUCOR SP. (NCIM 108) методом дисковой диффузии.

В работе [10] был синтезирован ряд азометиновых производных D-глюкозамина и оценена их антимикробная активность. Некоторые из исследованных соединений показали значительную противомикробную активность в отношении грамположительных и грамотрицательных штаммов бактерий, а также некоторых штаммов грибов. Результаты предполагают, что присутствие сахарного фрагмента необходимо для биологической активности.

Исследование [11] направлено на изучение устойчивости микробов к противомикробным препаратам против когда-то эффективных методов лечения для разработки новых лекарств. Соответственно, три биядерных комплекса Zn(II)-оснований Шиффа, ZnLa-ZnLc, были получены прямой реакцией лигандов La-Lc с ионами Zn(II) в эквимольных соотношениях, содержащих салициловый альдегид с функциональными группами OH, NO₂ и Cl. Синтезированные соединения ZnLa-ZnLc оценивали в отношении грамположительных (E. FAECALIS, S. MUTANTE И S. AUREUS) и грамотрицательных (E. COLI, S. TYPHI И P. AERUGINOSA) штаммов бактерий методом диффузии в лунки агара и технология микроразбавления бульона. Значения Минимальная ингибирующая концентрация (МИК₉₀) были рассчитаны с использованием устройства для считывания микропланшетов при 550 нм для получения оптимальных результатов. Двухядерные комплексы Zn(II) показали превосходную антибактериальную активность по сравнению с их исходными лигандами оснований Шиффа, которые были четко исследованы по их соответствующим значениям МИК и диаметру зоны ингибирования роста. Кроме того, E. FAECALIS не были активны в отношении лиганда основания Шиффа La-Lc, тогда как их комплексы ZnLa-ZnLc проявляли биологическую активность в зоне ингибирования в диапазоне от 9-10 мм до E. FAECALIS. В целом 3,4-дигидрокси основание Шиффа, а также его металлокомплекс показали превосходную антибактериальную активность с зоной ингибирования (13-26 мм) и (10-28 мм) соответственно. Следовательно, синтезированные соединения могут быть перспективными объектами в области медицины.

Получен новый ряд азо-азометиновых соединений, производных сульфадиазина [12]. Соединения получали, начиная с сочетания сульфадиазиндиазониевой соли с 2-гидрокси-3-метоксибензальдегидом с последующей конденсацией с 4-броманилином, 2-хлоранилином, 2-метил-3-хлоранилином, сульфадиазином, 2,4-диметиланилином и 2-гидроксианилином

соответственно. Все соединения были охарактеризованы анализом CHN, FT-IR и данными спектроскопии ЯМР. Антимикробную активность всех синтезированных соединений изучали в отношении грамположительных и грамотрицательных бактерий и грибов. Они были проверены на их антибактериальную активность в отношении грамположительного золотистого стафилококка и грамотрицательной кишечной палочки, а также на их противогрибковую активность в отношении *Aspergillus niger*, *Candida albicans* и *Candida glabrata*, чтобы оценить их противомикробный потенциал. Кроме того, их антиоксидантная активность была исследована с использованием метода отбеливания β -каротином. Свойства QSAR и молекулярные свойства всех соединений были получены с использованием программного обеспечения Hyperchem.

Сообщается [13], что «зеленая химия» — это разработка химических продуктов и процессов, которые сокращают или исключают использование и/или образование опасных веществ. Растворители – вспомогательные вещества, используемые в химическом синтезе. Развитие зеленой химии переопределяет роль растворителя; единственный природный растворитель на Земле – вода. Очевидно, что вода является самым недорогим и безвредным для окружающей среды растворителем. В настоящем исследовании ряд азометинов (от C-1 до C-6) был синтезирован из фрагмента β^2 -фенилакролеина с использованием различных ароматических аминов с применением воды в качестве зеленого растворителя. вместо опасных химикатов. Увеличение числа случаев тяжелых оппортунистических бактериальных инфекций у пациентов с иммунодефицитом вместе с развитием резистентности среди патогенных грамположительных и грамотрицательных бактерий побудило исследователей найти новые молекулы, которые могут быть эффективны против устойчивых к антибиотикам бактерий. Синтезированные соединения были дополнительно охарактеризованы и проверены на антибактериальную активность методом разбавления в пробирке и методом диско-диффузии с использованием гентамицина в качестве стандартного лекарственного средства. Антибактериальное исследование показало, что минимальные ингибирующие концентрации C-5 и C-6 оказались более эффективными по сравнению со стандартным лекарственным средством гентамицином против грамположительных бактерий (*B. subtilis* и *S. aureus*) и грамотрицательных бактерий (*P. aeruginosa* и *K. пневмонии*). Кроме того, минимальная ингибирующая концентрация соединений C-3 и C-4 также показала их высокий потенциал против *B. subtilis* и *P. aeruginosa* соответственно. Все шесть азометинов показали хорошую активность против *S. aureus*. Антибактериальная активность вновь синтезированных соединений объясняется наличием в молекулах азометиновой связи.

Реакцией различных бензальдегидов с аминокислотами синтезированы три основания Шиффа [14]. Характеристику этих соединений проводили с помощью ИК-спектроскопии, молекулярных расчетов, тонкослойной хроматографии, определение температуры плавления и других физических характеристик. ИК-спектры иминогрупп (C=N), которые характерны для оснований Шиффа, показывают частоту растяжения от 1629 до 1654 cm^{-1} . Полученные спектральные результаты были подтверждены молекулярными расчетами с использованием теории функционала плотности (DFT) и были выполнены до экспериментальных работ. Deskriptory глобальной химической реактивности DFT были рассчитаны и использованы для прогнозирования их относительных значений стабильности и реакционной способности синтезированных соединений. Антимикробный анализ всех соединений подвергли скринингу на наличие видов грамположительных бактерий: *Staphylococcus aureus* ATCC 25923; Метициллин-резистентный золотистый стафилококк: MRSA ATCC 33591; *Bacillus subtilis* ATCC 6633; и *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, грамотрицательные: *сальмонелла энтерика* ATCC 31194; *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027; *кишечная палочка* ATCC 25922; *E. coli*, продуцирующая бета-лактамазу: ESBL *E. coli* ATCC 35218 и один вид дрожжей *Candida albicans* ATCC 1023. Наибольшие значения зон ингибирования зарегистрированы для всех синтезированных соединений, которые оказывали ингибирующее действие только в случае MRSA. Расчеты DFT показывают, что антимикробная активность имеет хорошую корреляцию с дескрипторами химической реактивности полученных оснований Шиффа.

В работе [15] авторы стремились впервые изучить антимикробную и антимуtagenную активность новых двух оснований Шиффа, полученных из первичного амина (*n*-толуидин, *o*-толуидин) и альдегида (хелицин). Синтезированные соединения охарактеризованы методами элементного анализа, ИК-спектроскопии с преобразованием Фурье, УФ-видимой спектрофотометрии, спектроскопия ЯМР ^1H - ^{13}C . Антимуtagenную активность оценивали с помощью анализа микроядер. Продемонстрирована антимикробная активность оснований Шиффа в отношении патогенных четырех грамположительных бактерий (*Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermis*, *Micrococcus luteus*, *Bacillus cereus*) и четырех грамотрицательных бактерий (*Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhi* H, *Brucella abortus*, *Escherichia coli*) и двух дрожжевые грибки (*Candida albicans* и *Saccharomyces cerevisiae*).

Результаты показали, что оба основания Шиффа обладают антимуtagenной активностью. В частности, высокая концентрация (20 мкМ) (Е)-2-(гидроксиметил)-6-(2-((п-толилимину)метил)феноксигтетрагидро-2Н-пиран-3,4,5-триола (соединение I) и (Е)-2-(гидроксиметил)-6-(2-((о-толилимину)метил)феноксигтетрагидро-2Н-пиран-3,4,5-триола (соединение II) обладают сильной антимуtagenной активностью в отношении афлатоксина. B1. С другой стороны, оба соединения оказались эффективными против патогенных бактерий и дрожжей. Соединение I проявляло большую активность в отношении *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *S. typhi* H и *C. albicans*, сравнимую с активностью соединения II и стандартных антибиотиков. Кроме того, соединение II показало лучшую ингибирующую активность, чем соединение I, в отношении *Candida albicans*.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Mashood Ahamed F.M., Arshad A., Manikandan M. Aminopyridine derived azomethines as potent antimicrobial agents // Materials today – Proceedings. – 2021. – Vol. 47. – N 9. – pp. 2053-2061. DOI.org/10.1016/j.matpr.2021.04.424
2. Bratenko M.K., Sidorchuk L.I., Khalaturnik M.V. Synthesis and antimicrobial activity of new azomethines synthesized from 4-formyl-1-phenyl-3-aryl(heteryl)pyrazoles // Pharmaceutical Chemistry Journal. – 1999. – Vol. 33. – pp. 81-83
3. Chigurupati S., Fuloria N., Karupiah S. Synthesis and antibacterial profile of novel azomethine derivatives of β -phenylacrolein moiety // Tropical Journal of Pharmaceutical Research. – 2016. – Vol. 14. – N 154. – pp. 821-831 DOI:10.4314/tjpr.v15i4.22
4. Sadovskaya N.Y., Glushko V.N., Blokhina L.I. Synthesis and studies of antimicrobial activity of azomethine crown ether derivatives and their copper complexes // Russian Chemical Bulletin. – 2022. – Vol. 71. – pp. 1300-1304.
5. Abubakar A., Kurama A., Buba U., Wakil I. Synthesis and Evaluation of Antimicrobial Activity of Two Schiff Bases Derived From Cyclohexylamine // Algerian Journal of Chemical Engineering. – 2022. – Vol. 1. – N 1 – pp. 49-54. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.5608636
6. Azam M., Al-Resayes S., Wabaidur S. Synthesis, Structural Characterization and Antimicrobial Activity of Cu(II) and Fe(III) Complexes Incorporating Azo-Azomethine Ligand // Molecules. – 2018. – Vol. 23. – N 4. – pp. 813-820 DOI.org/10.3390/molecules23040813.
7. Naeimi H., Nazifi Z., Amininezhad S. Synthesis, characterization and *in vitro* antimicrobial activity of some new Schiff bases and their complexes // Journal of Antibiotics. – 2013. – Vol. 66. – pp. 687-689. DOI:10.1038/ja.2013.73;
8. Bayeh Y., Mohammed F., Gebrezgiabher M., Elemo F. Synthesis, Characterization and Antibacterial Activities of Polydentate Schiff Bases, Based on Salicylaldehyde // Advances in Biological Chemistry. – 2020. – Vol. 10. – N 5. – pp. 127-139. – DOI: 10.4236/abc.2020.105010
9. Gomathi V., Selvameena R. Synthesis, Structural Analysis and Antimicrobial Screening of Mn(II) Complexes of Schiff Bases // Journal of the Mexican Chemical Society. – 2022. – Vol. 66. – N 1. – pp. 148-162. DOI.org/10.29356/jmcs.v66i1.1621
10. Appelt H., Oliveira J., Santos R., Rodrigues O. Synthesis and Antimicrobial Activity of Carbohydrate Based Schiff Bases: Importance of Sugar Moiety // International Journal of Carbohydrate Chemistry. – 2013. – N 1- pp. 213-234 – DOI. org/10.1155/2013/320892.

11. Sarwar A., Nabi N., Naureen B., Sherino B. Antibacterial Properties of Binuclear Zn(II)-Azomethine Complexes Derived from Diaminodiphenylsulphide Bridged Spacer // Sci Inquiry Rev. – 2022. – Vol. 6. – N 4. – pp. 84-107. DOI: <https://doi.org/10.32350/sir.64.04>.
12. Jadou B., Hameed A., Al-Rubaje A.Z. Synthesis, Antimicrobial, Antioxidant and Structural Studies of Some New Sulfa Drug Containing an Azo-azomethine Group // Egyptian Journal of Chemistry. – 2021. – Vol. 64. – N 2. – pp. 751-759. – DOI 10.21608/EJCHEM.2020.43195.2872.
13. Chiqurupati S. Green synthesis and antibacterial activity of novel azomethines // Organic Chem. Curr. Res. – 2015. – Vol. 4. – N 2. – pp. 113-117. – DOI.org/10.4172/2161-0401.C1.008
14. Salihovic M., Pazalja M., Mahmutovic-Dizdarevic I. Jerkovic-Mujkic A. Synthesis, DFT study and antimicrobial activity of Schiff bases derived from benzaldehydes and aminoacids // Rasayan j. Chemistry. – 2018. – Vol. 11. – N 3. – pp. 1074-1083. – DOI:10.31788/RJC.2018.1133077.
15. Ogutcu H., Meral S., Ceker S., Aqar A. Determination of antimicrobial and antimutagenic properties of some Schiff bases // An Acad Bras. Cienc. – 2021. – Vol. 93. – N 3. – pp. 20191432-20191437. – DOI: 10.1590/0001-3765202120191432.

Информация об авторах

Л. А. Мехдиева – докторант лаборатории «Смазочно-охлаждающие композиции» Института Химии Присадок Министерства Науки и Образования Азербайджана;
П. Ш. Мамедова – доктор химических наук, зав. лаборатории «Смазочно-охлаждающие композиции» Института химии присадок МНОА;
Э. Р. Бабаев – кандидат химических наук, в.н.с. лаборатории «Защитные органические соединения» Института химии присадок МНОА.

Information about authors

L. A. Mehdiyeva – doctoral student of the laboratory "Lubricant-cooling compositions" of the Institute of Chemistry of Additives MSEA;
P. Sh. Mammadova – doctor of chemistry, head of laboratory "Lubricant-cooling compositions" of the Institute of Chemistry of Additives MSEA;
E.R. Babayev – candidate of chemical sciences, leading researcher of laboratory "Protective organic compounds" of the Institute of Chemistry of Additives MSEA.

Вклад авторов

Л. А. Мехдиева – работа по экспериментальной части;
П. Ш. Мамедова – научная идея, руководство;
Э. Р. Бабаев – сбор и обработка материала.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

L. A. Mehdiyeva – work on the experimental part;
P. Sh. Mammadova – scientific idea, management;
E.R. Babayev – collection and processing of material.
The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 12.01.2024; принята к публикации 26.03.2024.

The article was submitted 12.01.2024; accepted for publication 26.03.2024.

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 547.541.3

Мирза Мамед оглу Мовсумзаде¹, Гюнай Вугар гызы Алишанбейли², Эльбей Расим оглу Бабаев³

^{1,2,3}Институт химии присадок Министерства науки и образования Азербайджана, Баку, Азербайджан

*Автор, ответственный за переписку: Эльбей Расим оглу Бабаев,
elbeibabaev@yahoo.de*

СИНТЕЗ И ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ПРОИЗВОДНЫХ ТИАЗОЛА

Аннотация. Тиазолы являются одними из важнейших представителей гетероциклических соединений, и в частности, пятичленных гетероциклов, содержащих два гетероатома, среди которых один является атомом серы, а другой атомом азота. Специфичность структуры этих соединений придает им ряд особенных свойств, в связи с чем интерес к этим гетероциклам весьма повышенный. В этой работе мы рассмотрели основные способы получения тиазола и его производных, в том числе общие и специфические методы синтеза.

Ключевые слова: тиазолы, гетероциклы с двумя гетероатомами, пятичленные циклы, синтез по Ганчу, метод Кука-Хейлмана

Для цитирования: Мовсумзаде М. М., Алишанбейли Г. В., Бабаев Э. Р. Синтез и основные свойства производных тиазола // Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М.Акмоллы. Серия: Естественные науки. 2024. № 1. С. 81-89.

CHEMICAL SCIENCES

Original article

Mirza Mammad Movsumzade¹, Gunay Vugar Alishanbeyli², Elbey Rasim Babayev³

^{1,2,3}Institute of Chemistry of Additives Ministry of Science and Education of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan

Correspondent author: Elbey Rasim Babayev, elbeibabaev@yahoo.de

SYNTHESIS AND BASIC PROPERTIES OF THIAZOLE DERIVATIVES

Abstract. Thiazoles are one of the most important representatives of heterocyclic compounds, and in particular, five-membered heterocycles containing two heteroatoms, one of which is a sulfur atom and the other a nitrogen atom. The specificity of the structure of these compounds gives them a number of special properties, and therefore interest in these heterocycles is very heightened. In this work, we reviewed the main methods for obtaining thiazole and its derivatives, including general and specific methods of synthesis.

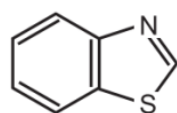
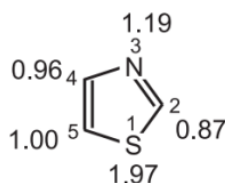
Keywords: thiazoles, heterocycles with two heteroatoms, five-membered rings, Hantzsch synthesis, Cook-Heilman method

For citing: Movsumzade M. M., Alishanbeyli G. V., Babayev E. R. Synthesis and basic properties of thiazole derivatives // Bulletin of Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla. Series: Natural Sciences. 2024. No 1. pp. 81-89.

Гетероциклические соединения, содержащие атомы серы и азота, оказывают огромное значение в области медицинской и фармацевтической химии [1]. Сообщается, что они обладают различной биологической активностью, такой как противовоспалительная, противогрибковая, антигипертензивная и антибактериальная. Они также служат мультидентатными лигандами для различных металлов из-за присутствия атомов серы и азота и поэтому широко используются в координационной химии для создания новых каркасов с эффективной биологической активностью. Среди таких соединений наиболее важным является тиазол.

Тиазол или 1,3-тиазол представляет собой пятичленное гетероциклическое соединение, содержащее атом серы и атом азота. Термин «тиазолы» также относится к большому семейству молекул, содержащих одно или несколько тиазольных колец [2]. Разработка и синтез новых производных тиазола в качестве противораковых средств были в центре внимания недавних исследований, во многом из-за их биологических свойств и их применения при разработке лекарств. В этой работе предпринята попытка рассмотреть сообщения о последних достижениях исследований в области синтеза тиазолов и бензотиазолов, особенно опубликованные за последнее десятилетие.

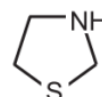
Тиазол представляет собой бледно-желтую жидкость с температурой кипения 116-118°C. Это ароматическое соединение с запахом, похожим на запах пиридина. Это более слабое основание, чем пиридин. Тиазол был впервые описан Ханчем и Вебером в 1887 году. Частично восстановленные тиазолы называются тиазолинами, а полностью восстановленные тиазолы называются тиазолидинами.



Benzothiazole



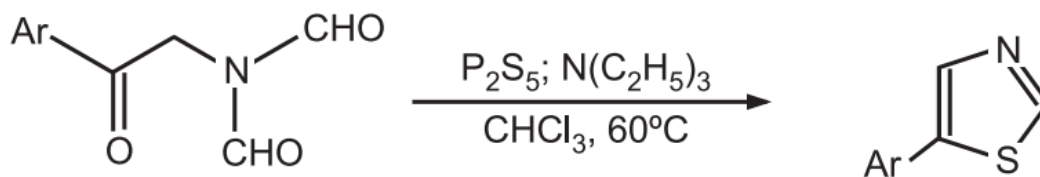
2-Thiazoline



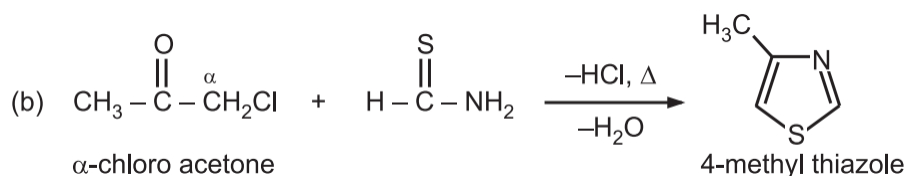
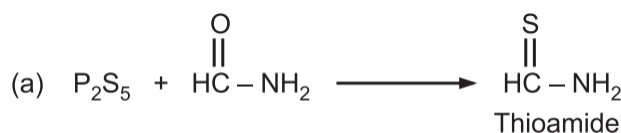
Thiazolidine

К основным методам синтеза тиазола относятся:

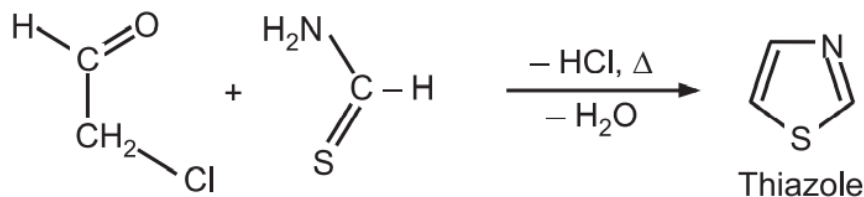
1) Обработка N,N-диформиламинометиларилкетонов пентасульфидом фосфора и триэтиламином в хлороформе дает 5-арилтиазолы.



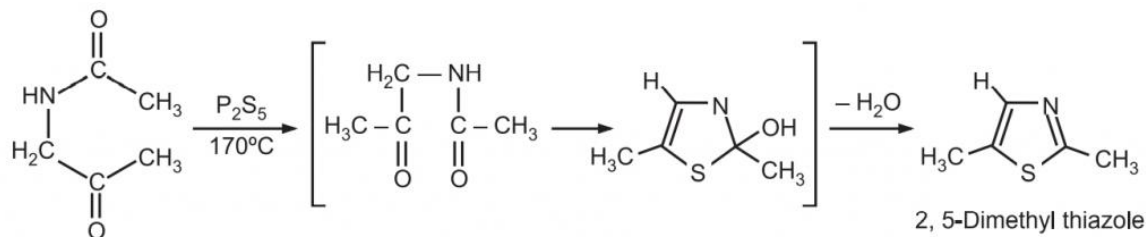
2) Синтез по Ганчу. Это реакция конденсации α - галогенкарбонильного соединения с соответствующим тиоамидом или тиомочевинной. Тиоамид можно получить путем взаимодействия пентасульфида фосфора и формамида при комнатной температуре.



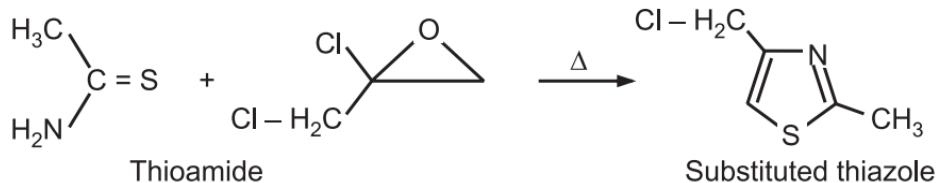
Хлороацетальдегид при конденсации с тиоформамидом дает незамещенный тиазол



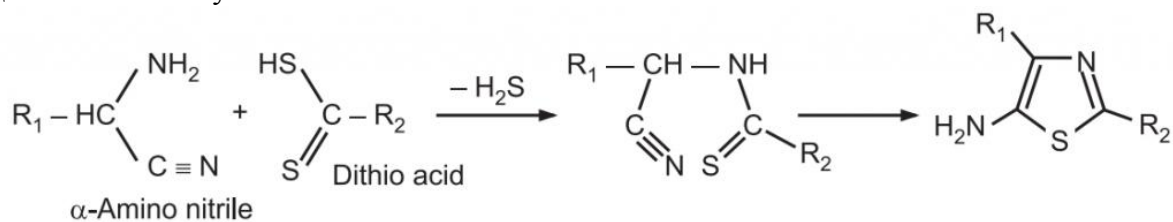
3) Синтез по Габриэлю. α -Ациламинкетоны реагируют с пентасульфидом фосфора с образованием 2-, 5- или 2,5-дизамещенных тиазолов.



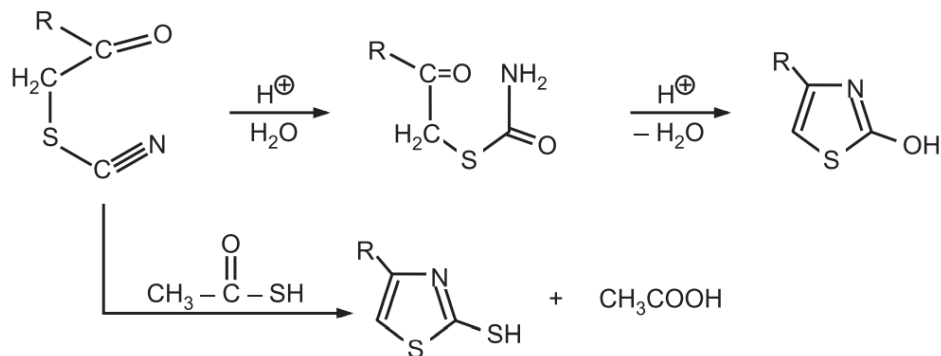
4) Тиоамид реагирует с замещенными 2-хлороксиранами с образованием производных тиазола.



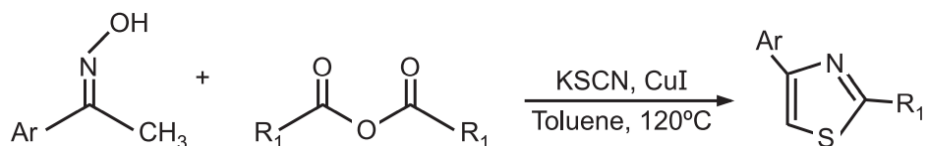
5) Синтез по Куку-Хейлборну. В мягких условиях α -аминонитрилы обрабатывают дитио кислотами или эфирами, сероуглеродом, оксисульфидом углерода или изотиоцианатами с получением 5-аминотиазолов.



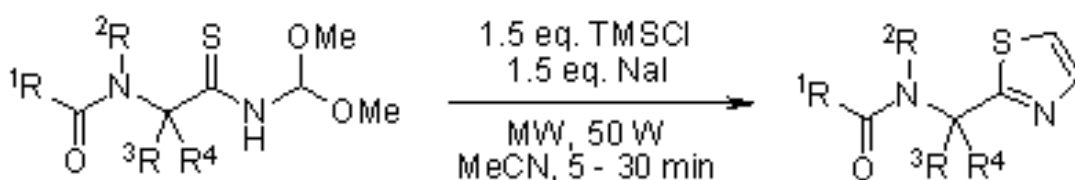
6) Метод Черняка. 2-замещенные тиазолы получают либо кислотным гидролизом α -тиоциановых кетонов, либо его обработкой сернистыми соединениями.



7) Катализируемая медью конденсация оксимов и ангидридов в присутствии роданида калия (KSCN) в мягких условиях реакции дает тиазолы с очень хорошими выходами.

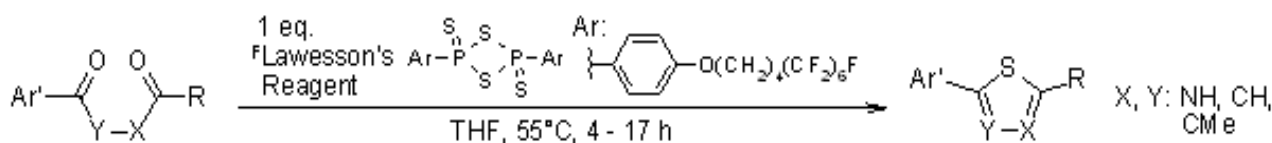


Однако имеются некоторые специфические методы получения производных тиазолов, которые рассмотрены нами в этой работе. Так, в работе [3] сообщается, что *эндо*-тиопептиды можно легко получить реакцией Уги, используя тиокислоты в качестве кислотных компонентов. Если применить изонитрилы с ацетальной группой, *эндо*-тиопептиды можно напрямую превратить в тиазолы с помощью TMSCl–NaI под воздействием микроволнового излучения.

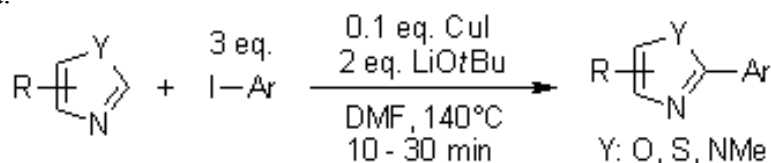


Показано [4], что реакция Азингера — очень мощный инструмент для образования 2,5-дигидро-1,3-тиазолов с высокими выходами. Обработка гетероциклических иминов хлорангидридами с последующим добавлением карбоксилатов натрия привела к образованию большого количества новых O,N-диацил-O,N-ацеталей. При использовании хиральных исходных материалов в нескольких случаях наблюдалась высокая диастереоселективность. Рентгеновские структуры документируют строение и уточняют относительную конфигурацию полученных O,N-диацил-O,N-ацеталей.

Тионирование амидов, 1,4-дикетон, N-(2-оксоалкил)амидов, N,N'-ацилгидразинов и ацилзащищенных уридинов с использованием фтористого аналога реактива Лавессона приводит к тиоамидам, тиофенам 1, 3-тиазолы, 1,3,4-тиадиазолы и ацилзащищенные 4-тиоуридины [5]. Выделение конечных продуктов с высокими выходами в большинстве случаев достигается простой фильтрацией (фторсодержащая твердофазная экстракция).

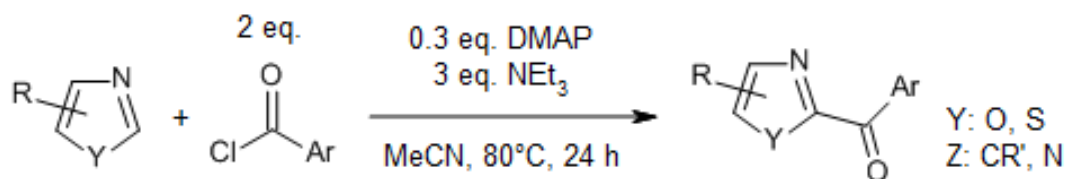


Новый метод прямого катализируемого медью арилирования связей C–H гетероцикла арилидами позволяет конвертировать богатые электронами пятичленные гетероциклы и бедные электронами пиридиноксиды [6]. Наилучшие результаты получаются при использовании комбинации *трет*-бутоксид лития в качестве основания и йодида меди в качестве катализатора.



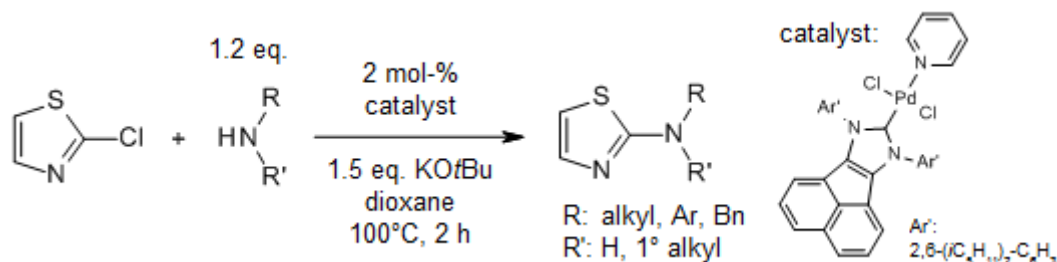
Синтез новых 2-(гет)арилзамещенных тиазолоконденсированных шести- и семичленных гетероциклов, таких как тиазоло[4,5-*b*]пиридин-5(4Н)-оны, тиазоло[4,5-*c*]изохинолин-5(4Н)-оны, тиазоло[4,5-*b*]хинолин-9(4Н)-оны, 4Н-бензо[*e*]тиазоло[4,5-*b*]азепин-5,10-дионы разработан на основе одnoreакторной операции посредством внутримолекулярной гетероаннелиации генерируемых *in situ* 2-(гет)арил-4-амино-5-функционализированных тиазолов [7]. Эти 4-амино-5-функционализированные тиазолы были легко получены в одnoreакторном процессе путем обработки ряда (гет)арилдитиоэфиров цианамидом в присутствии NaH с последующей внутримолекулярной конденсацией S-алкилирования *in situ* полученного тиоимидата - соли с соответствующими активированными метилгалогенидами. С другой стороны, соответствующие 4Н-бензо[*b*]тиазоло[4,5-*e*][1,4]дiazепин-10(9Н)-оны были синтезированы в двухстадийном процессе, требующем предварительного выделения 5-карбозтокси-4-(2-нитрофенил)аминотиазолов и их последующая восстановительная циклизация. Активированными метилгалогенидами, использованными в этих реакциях для синтеза различных тиазолоконденсированных гетероциклов, были метилбромкротонат, этил-2-(бромметил)бензоат, 2-фторфенацилбромиды, этил-2-(2-бромацетил)бензоат и этилбромацетат. Некоторые из этих тиазолоконденсированных гетероциклов демонстрируют флуоресценцию от желто-зеленого до зеленого; также были исследованы их спектры поглощения и испускания.

Прямое С-2-ароилирование (бензо)оксазолов, (бензо)тиазолов и 1,3,4-оксадиазолов регелевского типа хлорангидами катализируется N,N-диметил-4-аминопиридином (ДМАП). и дает соответствующие 2-кетоазолы с хорошими выходами [8].



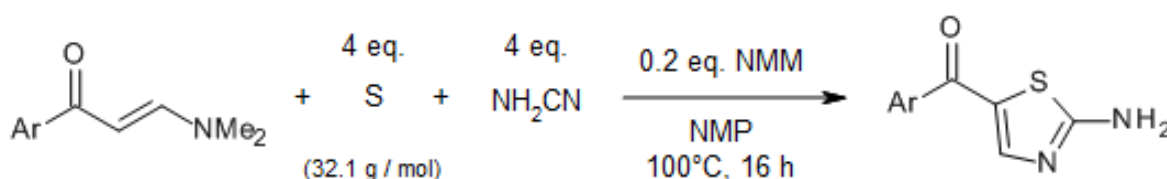
Комбинаторная серия новых оксазол-тиазольных бис-гетероциклов была синтезирована с общими выходами от хороших до превосходных и высокой чистотой с использованием подхода параллельного синтеза в растворе и твердой фазе [9]. Аминокислоты оксазола, полученные из метилового эфира серина и аминокислот путем сочетания и циклодегидратации, обрабатывали Fmoc-NCS и α -галогенкетонами для параллельного синтеза разнообразных бисгетероциклов. Fmoc-изотиоцианат используется в качестве бесследового реагента для образования тиазола. Разнообразие оксазолов может быть достигнуто за счет использования различных аминокислот, тогда как разнообразие тиазолов достигается за счет различных галокетонов.

«Объемный, но гибкий» комплекс Pd-PEPPSI-IPentAn катализирует высокоэффективное аминирование пространственно затрудненных (гетеро)арилхлоридов различными алифатическими и ароматическими аминами [10]. Простой в эксплуатации протокол плавно работал в мягких условиях без исключения воздуха и влаги для получения желаемых продуктов



В работе [11] получено производное бис-тиосемикарбазона, взаимодействием которого с N-арил-2-оксопропангидразоноилхлоридом и этил(N-арилгидразоно)хлорацетатом в абсолютном этаноле в присутствии триэтиламина при кипячении получена новая серия тиазолов соответственно. Также производное тиосемикарбазона подвергали взаимодействию с N'-фенилбензогидразоноилхлоридом с образованием соответствующего производного бис-тиадиазола. Кроме того, реакция этого соединения с рядом галогенкетонів и галогенэфиров приводила к соответствующим производным бис-тиадиола. Обсуждаются механизмы образования продуктов. Также методами спектроскопического и элементного анализа была проиллюстрирована молекулярная структура синтезированных соединений.

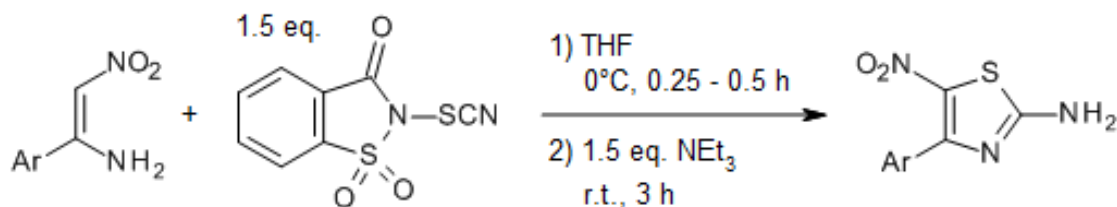
Трехкомпонентная каскадная циклизация енаминонов, цианамида и элементарной серы в одном реакторе дает 2-амино-5-ацилтиазолы с хорошими выходами и хорошей толерантностью к функциональным группам [12]. Этот метод предлагает эффективный способ получить доступ к ценным и потенциально биоактивным производным 2-амино-5-ацилтиадиола.



Авторы работы [13] сообщают о синтезе и характеристике низкочастотного, излучающего синий свет и термостабильного сопряженного олигомера методом конденсации Виттига. Синтезированы тиофеновый и тиазольный тип донорно-акцепторной серии сопряженных олигомеров, олиго-4,5-бис-[2-[5-[2-тиофен-2-ил-винил]тиофен-2-ил]винил]тиазол (ОБТВ-ТЗ) и олиго-2,4,5-Трис-[2-[5-[2-тиофен-2-ил-винил]тиофен-2-ил]винил]тиадиола (ОТТВ-ТЗ). Наличие этих олигомеров было подтверждено с помощью ИК-Фурье, ¹H-ЯМР и анализа ЖХ/МС. Систематически исследовано влияние количества тиофеновых колец на оптические, электрохимические, термические и морфологические свойства олигомеров. Оба олигомера демонстрировали почти одинаковую длину волны поглощения в растворе метанола ($\lambda_{\text{max}} = 365 \text{ нм}$ и 369 нм), что указывает на то, что оба олигомера демонстрируют схожий внутримолекулярный перенос заряда (ICT). В твердом состоянии олигомеры демонстрировали уширенные пики с более высоким начальным поглощением ($\lambda_{\text{max}} = 600 \text{ нм}$ и 580 нм). Спектр фотолюминесценции поглощения олигомеров наблюдался при 433 нм и 434 нм соответственно в метанольном растворе с синим излучением. Электрохимическая запрещенная зона (E_g) ОБТВ-ТЗ составляла 1,55 эВ (низкая запрещенная зона), а ОТТВ-ТЗ демонстрировал большее значение высшей занятой молекулярной орбитали (ВЗМО) ($E_{\text{ВЗМО}} = -6,6 \text{ эВ}$). Кроме того, морфологические параметры обеих олигомерных пленок на 2D- и 3D-диаграммах наблюдались с помощью исследования АСМ.

Сообщается [14], что гетероциклические соединения, содержащие азот и серу в основном скелете, являются биоактивной группой. Тиазольные и бензотиазольные фрагменты представляют собой биологически значимый класс этой группы. Эти исследования сосредоточены на синтезе и характеристике производных 1,3-тиадиола и бензотиадиола. Для этих недавно синтезированных соединений также были сделаны прогнозы сходства лекарств.

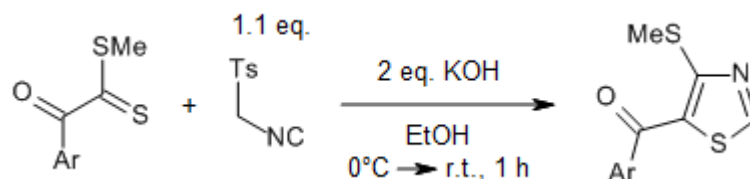
Безметалловый синтез тиоцианированных аминонитроалкенов и 2,4,5-тризамещенных тиазолов/селеназолов из β -аминонитроалкенов и N-тио/селеноцианатосахарина предлагает простую операцию, мягкие условия реакции, короткое время реакции и хорошую совместимость функциональных групп [15].



Реакционная среда играет ключевую роль в органическом синтезе и фармацевтических исследованиях. Существует много мнений по поводу выбора наилучших условий, включая стоимость и экологические последствия, но главное требование состоит в том, чтобы они имели необходимое взаимодействие с растворителями, чтобы вызвать растворение, осаждение, стабилизацию или нестабильность [16]. С этой целью в данной статье был проведен синтез тиазольного кольца в различных условиях реакции. Так, новые соединения 2-(изохинолин-5-илимино)-3-фенилтиазолидин-4-он, (4-амино-3-фенилтиазол-2(3H)-илиден)изохинолин-5-амин, (4-амино-3-фенилтиазол-2(3H)-илиден)изохинолин-5-амин синтезированы реакцией производного тиомочевины с монохлоруксусной кислотой, диэтилоксалатом и хлорацетонитрилом. Для этого были созданы синтезы в различных реакционных условиях, с использованием разных оснований (ацетат натрия/этоксит натрия/триэтиламин или пиридин) и растворителей (1,4-диоксан, толуол, уксусная кислота, этанол, тетрагидрофуран, диметилформамид). В конце этих реакций наибольшая эффективность была получена при однореакторной реакции с использованием ТГФ/ДМФ и Et₃N. Структуры всех новых соединений, представленных здесь, были установлены с использованием спектров ИК-Фурье, ¹H ЯМР и ¹³C ЯМР, а также метода элементного анализа.

В результате серии реакций было получено несколько гетероциклических колец (триазол, тиadiaзол, тиазол), содержащих имидазо(1,2-а)пиримидиновый фрагмент [17]. Для этого был осуществлен синтез 2-замещенного имидазо(1,2-а)пиримидина конденсацией 2-аминопиримидина с (4-бромфенацилбромидом) или (4-фенилфенацилбромидом). Карбальдегидную группу получали в положении 3 2-замещенных имидазо/пиримидиновых колец реакцией Вильсмейера-Хаака. Производные тиосемикарбазона (основания Шиффа) синтезированы конденсацией производных 3-карбальдегида с тиосемикарбазидом. Циклизация производных тиосемикарбазона с Ac₂O, 4-бромфенацилбромидом и HCl привела к соответствующим производным тиadiaзола(диацетила), производным 1,3-тиазола и производным 1,2,4-тиазола соответственно. Структуры новых производных были подтверждены с помощью ИК-Фурье-спектроскопии, некоторые из которых были подтверждены с помощью ¹H-ЯМР-спектроскопии. Три из этих новых производных были оценены по их антикоррозионной активности.

Циклизация тозилметилизоцианида с α-оксодитиоэфирами в присутствии KOH приводит к образованию 4-метилтио-5-ацилтиазолов, тогда как этилизоцианоацетат подвергается циклизации с α-оксодитиоэфирами с образованием 4-этоксикарбонил-5-ацилтиазолов в присутствии DBU/EtOH [18]. Синтез производных тиазола также рассматривался в работах [19-22].



Таким образом, из приведенного обзора следует, что разработка новых методов синтеза производных тиазолов остается весьма актуальной задачей для современной органической химии и эти работы продолжают интенсивно развиваться и по сегодняшний день.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Kaur N. Thiazole Synthesis // Chapter in book Lawesson's Reagent in Heterocycle Synthesis. – 2021. – pp 35–62.
2. Svadlenka A. Thiazole: Synthesis and Reactions. – 2020. – 139 p.
3. Kazmayer U., Ackermann S. A straightforward approach towards thiazoles and endothiopyptides VIA Ugi reaction // Organic and Biomolecular Chemistry. 2005. Vol. 3. N 17. pp. 3185-3197.
4. Stalling T., Brockmeyer F., Kroger D., Schwaebelin A. 2,5-Dihydro-1,3-thiazoles as Scaffolds in the Synthesis of O,N-Diacyl O,N-Acetals in a One-pot Reaction // Zeitschrift fur Naturforschung B. 2014. – Vol. – 67. – N 10. – pp. 1045-1055.
5. Kaleta Z., Makowski B., Soos T., Dembinski R. Thionation Using Fluorous Lawesson's Reagent // Org. Lett. 2006. – Vol. 8. – N 8. – pp. 1625-1628.
6. Do H-Q., Dauqulis O. Copper-Catalyzed Arylation of Heterocycle C-H Bonds // J. Amer. Chem. Soc. 2007. – Vol. 129. – pp. 12404-12406.
7. Kumar Y., Hiriyakkanavar B. Domino Synthesis of Thiazolo-Fused Six- and Seven-Membered Nitrogen Heterocycles via Intramolecular Heteroannulation of In-Situ-Generated 2-(Het)aryl-4-amino-5-functionalized Thiazoles // J. Org. Chem. 2022. – Vol. 87. – N 18. – pp. 12397-12413.
8. Lassalas P., Marsais F., Hoarau Ch. DMAP-Catalyzed Regel-Type Direct C-2 (Hetero)Aroylation of Oxazoles and Thiazoles Derivatives with Acid Chlorides // Synlett. – 2013. – Vol. 24. – pp. 2233-2240.
9. Murru S., Nefzi A. Combinatorial Synthesis of Oxazol-Thiazole Bis-Heterocyclic Compounds // ACS Comb. 2014. – Vol. 16. – N 1. – pp. 39-45
10. Huang F-D., Chang X., Dong L., Shen D., Li T. Pd-PEPPSI-IPent^{An} Promoted Deactivated Amination of Aryl Chlorides with Amines under Aerobic Conditions // J. Org. Chem. 2018. – Vol. 83. – pp. 9144-9155.
11. Mahmoud H., Kassab R., Gomha S. Synthesis and characterization of some novel bis-thiazoles // Journal of Heterocyclic Chemistry. 2019. – Vol. 56. – N 11. – pp. 3157-3163.
12. Ronggeng F., Wang Y., Xia F., Zhang H. Synthesis of 2-Amino-5-acylthiazoles by a Tertiary Amine-Promoted One-Pot Three-Component Cascade Cyclization Using Elemental Sulfur as a Sulfur Source // Journal of Organic Chemistry. 2019. – Vol. 84. – N 18. – pp. 12237-12245.
13. Mahesh K., Subramanian K. Synthesis and Optoelectronic Properties of Thiophene Donor and Thiazole Acceptor Based Blue Fluorescent Conjugated Oligomers // Journal of Fluorescence. – 2016. – Vol. 26. – N 4. – pp. 171-178.
14. Naqvi A. Synthesis, Characterization and Drug-Likeness Predictions of 1,3-Thiazole and Benzothiazole Derivatives // Oriental Journal of Chemistry. – 2018. – Vol. 34. – N 6. – pp. 15-27.
15. Yang H., Chen Y., Xu X., Li Z. Metal-Free Synthesis of Thiocyanated Aminonitroalkenes and 2-Aminothiazoles/selenazoles from β -Aminonitroalkenes and N-Thio/Selenocyanatosaccharin // Synlett. – 2023. – Vol. 34. – pp. 176-182.
16. Berber N. Synthesis and Characterization of Thiazole Compounds in the Presence of Various Reagents, Catalysts and Solvents // Sakarya University Journal of Science. – 2022. – Vol. 26. – N 4. – pp. 757-767.
17. Rehan T., Al-Lami N., Khudhair N. Synthesis, Characterization and Anti-corrosion Activity of New Triazole, Thiadiazole and Thiazole Derivatives Containing Imidazo [1,2-a] pyrimidine Moiety // Chemical Methodologies. – 2021. – Vol. 5. – N 4. – pp. 285-295.
18. Kiran K., Swaroop T.R., Rajeev N., Anil S. Cyclization of Active Methylene Isocyanides with α -Oxodithioesters Induced by Base: An Expedient Synthesis of 4-Methylthio/Ethoxycarbonyl-5-acylthiazoles // Synthesis. – 2020. – Vol. 521. – N 9. – pp. 131-138.
19. Dabholkar V.V., Mishra S.K. Efficient synthesis of some novel spiro heterocycles containing thiazole, oxazole, thiadiazole and triazolole–thiadiazole moiety under microwave irradiation // Heterocyclic Communications. – 2006. – Vol. 12. – N 3-4. – pp. 241-247.

20. Dondonu A. Heterocycles in organic synthesis: thiazoles and triazoles as exemplar cases of synthetic auxiliaries // *Organic and Biomolecular Chemistry*. 2010. – Vol. 8. – N 15. – pp. 3366-3385.
21. Puth Ch., Cahyana A.H. Synthesis and antioxidant activity screening of thiazole and oxazole derivative compounds // *AIP Conference Proceedings*. – 2021. – Vol. 2391. – N 1. – pp. 50004-50010.
22. Konstantinova L.S., Lysov K.A., Souvorova L.I., Rakitin O.A. Synthesis of 2,3-dihydronaphtho[2,3-d][1,3]thiazole-4,9-diones and 2,3-dihydroanthra[2,3-d][1,3]thiazole-4,11-diones and novel ring contraction and fusion reaction of 3H-spiro[1,3-thiazole-2,1'-cyclohexanes] into 2,3,4,5-tetrahydro-1H-carbazole-6,11-diones // *Beilstein J. Org. Chem.* – 2013. – Vol. 19. – N 9. – pp. 577-584.

Информация об авторах

М. М. Мовсумзаде – доктор химических наук, профессор Института химии присадок МНОА.

Г. В. Алишанбейли – докторант Института химии присадок МНОА.

Э. Р. Бабаев – кандидат химических наук, в.н.с. лаборатории «Защитные органические соединения» Института химии присадок МНОА.

Information about authors

M. M. Movsumzade – doctor of chemical sciences, professor of the Institute of Chemistry of Additives of the MSEA.

G. V. Alishanbeyli – doctoral student of the Institute of Chemistry of Additives MSEA.

E. R. Babayev – candidate of chemical sciences, leading researcher of laboratory "Protective organic compounds" of the Institute of Chemistry of Additives MSEA.

Вклад авторов

М. М. Мовсумзаде – создание концепции исследования, контроль;

Г. В. Алишанбейли – работа по экспериментальной части;

Э. Р. Бабаев – сбор и обработка материала.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

M. M. Movsumzade – development of research concept, supervision;

G. V. Alishanbeyli – work on the experimental part;

E.R. Babayev – collection and processing of material.

The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 02.02.2024; принята к публикации 26.03.2024.

The article was submitted 02.02.2024; accepted for publication 26.03.2024.

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 547.541.3

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ ФЕНОЛОВ

Чингиз Князь оглу Расулов¹, Гюльшен Джаббар гызы Гасанова²

*^{1,2}Институт нефтехимических процессов Министерства науки и образования
Азербайджана, Баку, Азербайджан*

*Автор, ответственный за переписку: Гюльшен Джаббар гызы Гасанова,
gulwen.hesenova@inbox.ru*

Аннотация. Фенолы и их функционально-замещенные производные находят широкое применение в фармацевтической промышленности. Согласно списку Всемирной Организации Здравоохранения более 371 лекарственных препаратов, одобренных ВОЗ в период с 1951 по 2020 год, содержат либо фенол, либо фенольный эфир (фенол с алкильной группой), при этом представлены почти все классы низкомолекулярных лекарств, причем большую часть составляют натуральные продукты. Среди этих соединений можно выделить тирозин, пропифол, витамин К, амоксициллин, эстрадиол и др. В этой работе нами рассмотрены основные представители фенольных соединений, находящихся широкое применение в фармацевтике.

Ключевые слова: фенолы, антиоксидантная активность, фенольные соединения, флавонолы, полифенолы, антибактериальные препараты

Для цитирования: Расулов Ч. К., Гасанова Г. Дж. Биологически активные производные фенолов // Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М.Акумлы. Серия: Естественные науки. 2024. № 1. С. 90-97.

CHEMICAL SCIENCES

Original article

BIOLOGICALLY ACTIVE PHENOL DERIVATIVES

Chingiz Knyaz Rasulov¹, Gulshen Jabbar Gasanova²

*^{1,2}Institute of Petrochemical Processes of Ministry of Science and Education of Azerbaijan
Republic, Baku, Azerbaijan*

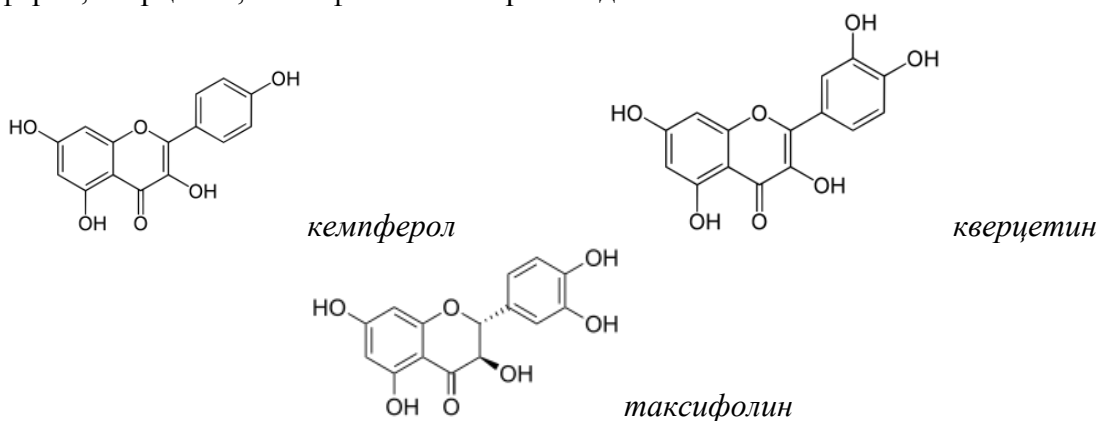
*Correspondent author: Gulshen Jabbar Gasanova,
gulwen.hesenova@inbox.ru*

Abstract. Phenols and their functionally substituted derivatives are widely used in the pharmaceutical industry. According to the World Health Organization's list, more than 371 drugs approved by WHO between 1951 and 2020 contain either a phenol or a phenolic ether (a phenol with an alkyl group), representing almost every class of small molecule drug, with the majority being natural products. Among these compounds we can highlight tyrosine, propofol, vitamin K, amoxicillin, estradiol, etc. In this work, we examined the main representatives of phenolic compounds that are widely used in pharmaceuticals.

Keywords: phenols, antioxidant activity, phenolic compounds, flavonols, polyphenols, antibacterial drugs

For citing: Rasulov Ch. K., Gasanova G. J. Biologically active phenol derivatives // Bulletin of Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla. Series: Natural Sciences. 2024. No 1. pp. 90-97.

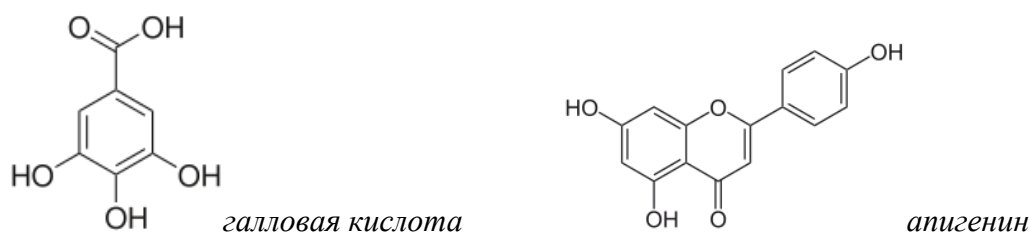
Фенолы и их функционально-замещенные производные нашли широкое применение в фармацевтической промышленности. Отдельные их представители получили важное практическое использование в синтезе лекарственных препаратов. В этой работе нами рассмотрены основные фенольные соединения, находящие широкое применение в процессе создания лекарственных препаратов. Так, в работе [1] показано, что фенольные смолы и экстрагированные фенольные соединения сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и ели европейской (*Picea abies*) проявляют антибактериальную активность в отношении ряда бактерий. Большинство фенольных соединений представляют собой стильбены, флавоноиды, проантоцианидины, фенольные кислоты и лигнаны, которые биосинтезируются в древесине фенолпропаноидным путем. В сосне обыкновенной (*P. sylvestris*) наиболее распространенными фенольными и антибактериальными соединениями являются стильбены пиносильвинового типа и флавоноиды флавонольного и дигидрофлавонолового типа, такие как кемпферол, кверцетин, таксифолин и их производные.



С другой стороны, у ели европейской (*P. abies*) основным стильбеном является ресвератрол, а основными флавоноидами являются кверцетин и мирицетин.



В целом, при суммировании литературных результатов по активности флавоноидных гликозидов и их агликонов в отношении в общей сложности двадцати одного микроорганизма, было установлено, что фенольные гликозиды менее активны, чем соответствующие агликоны, хотя возможен и ряд исключений. Агликоны растений реагируют на различные виды биотического стресса. Наблюдались синергические эффекты между агликонами и их гликозидами. Сообщалось о минимальных концентрациях ингибирования бактерий ниже 10 мг/л для галловой кислоты, апигенина и некоторых метилированных и ацилированных флавонолов, присутствующих в этих промышленно важных деревьях.



В целом фенольные соединения более активны против грамположительных бактерий, но сообщается, что апигенин проявляет сильную активность против грамотрицательных бактерий. В настоящем обзоре перечислены некоторые пути биосинтеза антибактериальных фенольных метаболитов, обнаруженных у сосны обыкновенной (*P. sylvestris*) и ели европейской (*P. abies*). Антимикробную активность соединений собирают и сравнивают для сбора информации о наиболее эффективных вторичных метаболитах.

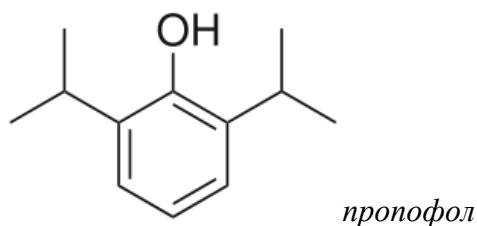
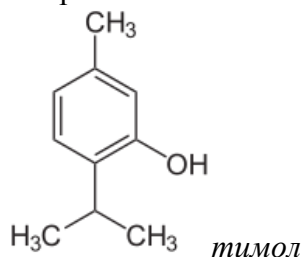
Отмечается [2], что полифенолы, а также летучие соединения, ответственные за ароматические свойства, играют решающую роль в жизнедеятельности овощей, лекарственных и ароматических растений (МАР). Исследования, проведенные в последние годы, показали, что эти растения содержат биологически активные соединения, главным образом полифенолы, обладающие антимикробными, антиоксидантными и противопаразитарными свойствами.

Цель данной работы — предоставить обзор присутствия летучих и нелетучих соединений в некоторых наиболее экономически значимых и потребляемых овощах, лекарственных и ароматических растениях, с акцентом на биологически активные полифенолы, в качестве пребиотиков, а также наиболее важные факторы, влияющие на содержание и профили летучих и нелетучих соединений, ответственных за ароматические свойства овощей и МАР. Кроме того, сообщается о новых задачах для науки в плане улучшения состава полифенолов и интенсификации летучих соединений, ответственных за положительные свойства овощей, лекарственных и ароматических растений.

Поскольку производные фенола обладают высоким потенциалом в качестве строительных блоков для синтеза биоактивных природных продуктов и проводящих полимеров, было изобретено множество методов синтеза [3]. В последние годы разработаны инновационные синтетические методы получения *m*-арилоксифенолов, которые позволили получать сложные *m*-арилоксифенолы с функциональными группами, такими как сложные эфиры, нитрилы и галогены, которые придают им специфические свойства соединения. В этом обзоре представлен обзор последних достижений в области синтетических стратегий *m*-арилоксифенолов и их потенциальной биологической активности. В этой статье подчеркивается важность *m*-арилоксифенолов в различных отраслях промышленности, включая производство пластмасс, клеев и покрытий, а также обсуждается их применение в качестве антиоксидантов, поглотителей ультрафиолета и антипиренов.

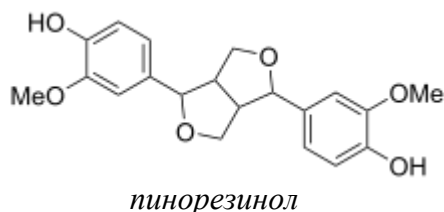
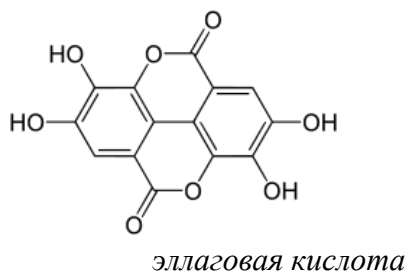
Сообщается [4], что в условиях роста резистентности патогенных микроорганизмов к антибиотикам разработка новых антимикробных препаратов, обладающих специфическим механизмом действия, становится актуальной задачей. Лишь немногие противомикробные препараты обладают широким спектром действия против грамположительных и грамотрицательных бактерий, плесени и дрожжей. В связи с этим целью работы была разработка методов синтеза биологически активных производных алкилзамещенных фенолов (реакции по гидроксигруппе) для изучения их биологического действия. Синтез имидазолацетатов замещенных фенолов проводили в две стадии. На первом этапе получали хлорацетильное производное выбранных соединений, к которому затем добавляли имидазол. Реакции *O*-ацилирования на первой стадии синтеза проводили в различных условиях. Первый вариант синтеза проводился с использованием хлорацетилхлорида в качестве ацилирующего агента совместно с высококипящим растворителем. Во втором варианте использовали хлоруксусный ангидрид и попытались заменить растворитель на низкокипящий. Дополнительно по известному методу синтезировали метоксипроизводное тимола с использованием метилиодида и варьированием параметров реакции. Полученные результаты позволили оптимизировать параметры хлорацетилирования и метоксилирования ароматических спиртов за счет рационального подбора растворителей и соотношения реагентов в реакциях. Синтезированные производные тимола (2-изопропил-5-метилфенола) и пропофола (2,6-изопропилфенола) содержали имидазол в качестве дополнительного фармакофора, обладающего сродством к белкам мембран клеток микроорганизмов. Также было получено метоксипроизводное тимола, содержащее ароматический эфир, обладающий

повышенной гидрофобностью. Синтезированные соединения охарактеризованы методом ЯМР-спектроскопии.



Таким образом, хлороацетильные производные ароматических спиртов можно эффективно синтезировать при охлаждении реакционной смеси с использованием избыточного количества ацилирующего агента и увеличении времени реакции (по сравнению с литературными данными). Выход хлорацетата тимола составил 75%, а хлорацетата пропофола – 30%. Это можно объяснить стерически затрудненной реакцией спиртовой группы пропофола, имеющей изопропильные заместители во втором и шестом положениях бензольного кольца.

В работе [5] описано химическое исследование этилацетатной фракции, полученной из гидроэтанольного экстракта ксиллоподия *Cochlospermum regium*, которое связано с антимикробной активностью. Фитохимическое исследование выявило семь производных фенола: эллаговую кислоту, галловую кислоту, дигидрокемпферол, дигидрокемпферол-3-О-β-глюкопиранозид, дигидрокемпферол-3-О-β-(6"-галлоил)-глюкопиранозид, пинорезинол и эксельсин. Он также содержал два триацилбензола, известные как кохлоспермины А и В. Гидроэтанольный экстракт и его фракции проявляют антимикробную активность (0,1 мг/мл) в отношении *Staphylococcus aureus* и *Pseudomonas aeruginosa*. Галловая кислота проявляет активность в отношении *S. aureus*.



Фенолы широко распространены в природе, являясь основными компонентами ряда растений и эфирных масел [6]. Антимикробные, антибактериальные, антиоксидантные, фармакологические и питательные свойства природных фенолов в настоящее время хорошо известны. Учитывая их особую биологическую роль, в настоящее время продолжают многочисленные исследования, направленные на преодоление их ограничений, а также на повышение их активности. В этом обзоре критически рассматривается функционализация отдельных природных фенолов, в основном подчеркивая их повышенную биологическую активность после соответствующих химических преобразований. В частности, исследуется функционализация наиболее распространенных в природе монофенолов, дифенолов, липидных фенолов, фенольных кислот, полифенолов и производных куркумина.

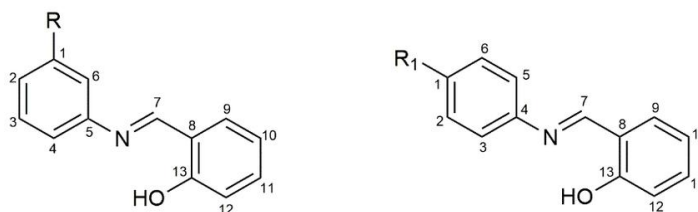
В [7] была разработана методология индукции каллюса в сегментах листьев *V. verbascifolia* и оценена продукция биоактивных фенольных соединений. Эксплантаты листьев культивировали в среде MS с 30 г/л сахарозы, отвержденной агаром с 7 г/л, дополненным 2,4-Д (0; 4,52; 9,05; 18,10 мкМ) и ВАР (0; 4,44; 8,88; 17,75 мкМ) в присутствии и в отсутствие света. Через сорок пять дней после инокуляции авторы оценивали процент индукции каллуса, цвет, консистенцию, свежее и сухое вещество, общее содержание фенолов, флавоноидов, дубильных веществ и хроматографический профиль методом ВЭЖХ-

DAD. Индукция каллуса происходила только на среде с регуляторами роста. Максимальная индукция (100%) была обнаружена в среде, содержащей 2,4-Д в сочетании с БАП, в присутствии и в отсутствие света. Авторы получили рыхлый и компактный каллус желтого, зеленого и красного цвета. Культуральные среды, содержащие 4,52 мкМ 2,4-Д + 4,44 мкМ БАП, индуцировали 100% рыхлый каллус с более высокой свежей и сухой массой в отсутствие света. Каллус продуцировал большее количество фенолов и флавоноидов, чем исходный эксплант. Суммарные танины были обнаружены только в каллусе, индуцированном на средах, содержащих 17,75 мкМ БАП и 4,52 мкМ 2,4-Д + 17,75 мкМ БАП, и не были обнаружены в исходном эксплантате. Обнаруженные биоактивные фенольные соединения происходят из бензойной, *n*-кумаровой, коричной, галловой кислот и катехинов.

Патент [8] предлагает новые метилendioксифенольные соединения и их производные, способы их получения и применения для лечения или профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, воспалительных заболеваний, а также пациентов с диабетом I и II типа, находящихся в группе риска при гипертонии, инсульте, сердечно-сосудистых и почечных заболеваниях. В еще одном патенте [9] описаны новые биологически активные производные фенола.

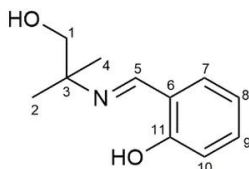
Фенольные соединения играют важную роль в растениях и пищевых продуктах [10]. Эти соединения хорошо известны своей биологической и фармацевтической активностью. Кроме того, они также действуют как красители и антиоксиданты. Исследования фенольных соединений в основном сосредоточены на их антиоксидантных свойствах. Эти соединения показали значительное влияние на хронические дегенеративные заболевания, такие как центральные нейродегенеративные заболевания, катаракта, дегенерация желтого пятна (возрастная), сахарный диабет, сердечно-сосудистые осложнения и рак. Эти соединения также оказали влияние на здоровье человека, поскольку повышенное воздействие свободных радикалов может привести к повышенному риску дегенеративных заболеваний. Фрукты и овощи богаты фенольными соединениями. Фенольное соединение состоит из одной (фенольные кислоты) или нескольких ароматических структур полифенолов, присоединенных к гидроксильной группе. Фенольное соединение встречается в сочетании с моно- или полисахаридами, и они могут встречаться в группе в виде сложного или метилового эфира. Их биологическая и фармацевтическая активность основана на фенольном кольце и гидроксильной группе. Помимо антиоксидантной активности, они оказывают множество других терапевтических эффектов на здоровье человека. Среди нескольких классов фенольных соединений флавоноиды, дубильные вещества и фенольные кислоты считаются основными диетическими фенольными соединениями. В этой работе авторы суммировали биологическую и фармацевтическую активность, связанную с различными классами фенольных соединений.

Производные оснований Шиффа с цинком общей формулы $[Zn(L)Cl]_n \cdot xH_2O$ { $n = 2$; $x = 1$, $L = 3$ -п.п. (1), $L = 4$ -п.п. (2); $x = 0$, $L = \text{hмур}$ (3)} синтезированы реакцией конденсации аминифенола с 2-гидроксибензальдегидом [11]. Шиффовы основания в комплексах - 1, 2 и 3 связаны с металлом через атомы азота и кислорода. Эти комплексы имеют димерную структуру с мостиковыми атомами кислорода; Согласно данным рентгеноструктурного анализа, металл находится в центре тетраэдра в комплексе 1 и 2 и в центре квадратно-пирамидальной геометрии в комплексе 3.



R = OH (E)-2-(((3-hydroxyphenyl)imino)methyl)phenol (*3-hmp*)

R₁ = OH (E)-2-(((4-hydroxyphenyl)imino)methyl)phenol (*4-hmp*)



(E)-2-(((1-hydroxy-2-methylpropan-2-yl)imino)methyl)phenol (*hmpy*)

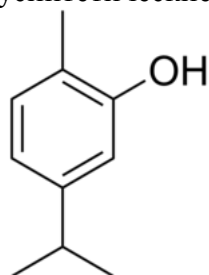
Их охарактеризовали методами ИК, ЯМР (^1H , ^{13}C), молярной проводимости, температуры плавления и микроанализа. Биоанализ этих производных Zn(II) на штаммах *S. aureus*, *B. subtilis*, *E. coli* и *S. typhimurium* показал минимальную ингибирующую концентрацию (МИК) между 60 и 520 мкМ, что находится в пределах диапазона, указанного в литературе для комплексов Zn(II) с основаниями Шиффа. Комплекс 2 показал лучший антибактериальный результат при МИК 65 мкМ на грамположительных бактериях *S. aureus* и *B. subtilis*.

В работе [12] ди(2,6-диметилфенол) (Ди-ДМП), ди(2,6-диизопропилфенол) (Ди-ДИП, дипропофол) и ди(2,6-ди-*m*-бутилфенол) (Ди-ДТФ) были синтезированы реакцией мономерных производных фенола с каталитическим CuCl(OH), ТМЭДА и Na₂S₂O₄. Их антиоксидантную способность и активность по улавливанию радикалов исследовали с использованием различных методик *in vitro*, таких как улавливание свободных радикалов 1,1-дифенил-2-пикрилгидразил (DPPH*), 2,2'-азино-бис(3-этилбензтиазолин-6-)сульфоновая кислота (ABTS), активность по удалению радикалов, общая антиоксидантная активность тиоцианата железа, общая восстанавливающая способность по методу восстановления феррицианида калия, удаление радикалов супероксидных анионов, удаление перекиси водорода и хелатирующая активность ионов железа. Показана высокая антиоксидантная активность этих производных фенола.

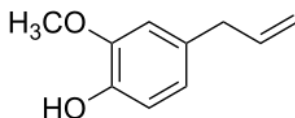
Ряд новых 4-О-алкилтриазолилфенольных производных впервые синтезируется с хорошими и отличными выходами посредством клик-реакции 3-метокси-4-О-пропаргилбензальдегида или 3-аллил-4-О-пропаргилацетофенона и производных ароматических азидов [13]. Далее халконы получают методом Кляйзена-Шмидта из производных 4-О-алкилфенилкетона в присутствии соответствующих (гетеро)ароматических альдегидов в качестве электрофилов. Строение вновь синтезированных соединений подтверждено данными инфракрасной спектроскопии, ядерного магнитного резонанса и элементным анализом. Основными преимуществами этого метода являются экономичность условий реакции, легкодоступность исходных материалов и простота обработки. Антиоксидантную активность некоторых продуктов определяют с помощью анализа удаления радикалов DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразилгидрат). 4-О-пропаргилванилин (IC₅₀ = 14,54 мкг/мл) обладал умеренной антиоксидантной активностью.

Полусинтетические производные фенолов получены из природных фенолов: тимола, карвакрола, эвгенола и гваякола путем каталитического оксихлорирования, синтеза Вильямсона и ароматической перегруппировки Кляйзена [14]. Характеристика соединений

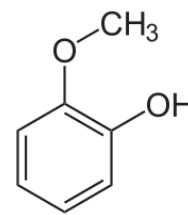
проведена методами ЯМР ^1H , ЯМР ^{13}C и масс-спектрометрии. Природные фенолы и их полусинтетические производные испытывали на антимикробную активность в отношении бактерий: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Listeria innocua*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enterica Typhimurium*, *Salmonella enterica ssp. enterica* и *Bacillus cereus*. Значения минимальной ингибирующей концентрации (МИК) и минимальной бактерицидной концентрации (МБК) определяли с использованием концентраций от 220 до 3,44 мкг/мл. Большинство тестируемых соединений имели значения МИК ≤ 220 мкг/мл для всех бактерий, использованных в анализах. Молекулярные свойства соединений рассчитаны методом РМ6. Путем анализа основных компонентов были сгруппированы природные фенолы и их полусинтетические производные с более высоким антимикробным потенциалом.



карвакол



эвгенол



тимакол

Сообщается [15], что фенольные вещества – важный класс вторичных метаболитов, широко распространённых в растительном мире. Этому классу веществ приписывается несколько биологических активностей *in vitro*. Однако некоторые из этих веществ не имеют одинакового профиля активности в анализах *in vivo*. Частично этот факт можно объяснить низкой биодоступностью этих веществ. Основными причинами такой низкой биодоступности могут быть низкая растворимость в воде, плохая стабильность в желудочно-кишечном тракте и трудности с проникновением через мембраны. Быстрый и обширный метаболизм фенольных веществ кишечной флорой и некоторыми ферментами печени после перорального приема может объяснить плохую биодоступность. Напротив, биотрансформация также может привести к образованию метаболитов, потенциально более активных, чем исходные вещества. Учитывая важность темы, цель данной статьи – рассмотреть влияние метаболизма фенольных веществ на их фармакологические эффекты. Кроме того, авторы показывают стратегии по повышению биоэффективности этих веществ, способствуя их использованию при разработке лекарств растительного происхождения.

Таким образом, представленный обзор результатов научных исследований показывает, что фенольные производные весьма широко используются в фармацевтике при разработке и синтезе новых лекарственных препаратов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Metswamuuronen S., Siren H. Bioactive phenolic compounds, metabolism and properties: a review on valuable chemical compounds in Scots pine and Norway spruce // *Phytochemistry Reviews*. – 2019. – Vol. 18. – pp 623-664.
2. Pinto T., Aires A., Cosme F., Bacelar E. Bioactive (Poly)phenols, Volatile Compounds from Vegetables, Medicinal and Aromatic Plants // *Foods*. – 2021. – Vol. 10. – N 1. – pp. 106-111.
3. Amankulova D., Berganayeva B., Kudaibergenova B., Zhetpisbay D. Recent Advances in the Synthesis and Applications of m-Aryloxy Phenols // *Molecules*. – 2023. – Vol. 28. – N 6. – pp. 2657-2662.
4. Sokhraneva V.A., Yusupova D.A., Bonskin V.S., Groza N.V. Obtaining substituted phenol derivatives with potential antimicrobial activity // *Fine Chemical Technologies*. – 2022. – Vol. 17. – N 3. – pp. 210-230.
5. Solon S., Carollo C., Brandao L., Macedo C. Phenolic derivatives and other chemical compounds from *Cochlospermum regium* // *Quimica Nova*. – 2011. – Vol. 35. – N 6. – pp. 1169-1172.
6. Floris B., Galloni P., Conte V., Sabuzi F. Tailored Functionalization of Natural Phenols to Improve Biological Activity // *Biomolecules*. – 2021. – Vol. 11. – N 9. – pp. 1325-1332.

7. Castro A., Braga K., Sousa F., Coimbra M. Callus induction and bioactive phenolic compounds production from *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC. (Malpighiaceae) // *Revista Ciencia Agronomica*. – 2016. – Vol. 47. – N 1. – pp. 143-151.
8. Pat 2324005A1. EP. 2009. Novel methylenedioxy phenolic compounds and their use to treat disease / Parthasarathy S., Rajagopalan S., Desikan R.
9. Pat. 0046270A1. EP. 1981. Novel derivatives of bio-affecting phenolic compounds and pharmaceutical composition containing them / Bodor N., Sloan K., Pogany S.
10. Kumar A., Feroz Kh., Saikia Dh. Phenolic Compounds and their Biological and Pharmaceutical Activities // Chapter 7 in book. *The Chemistry Inside Spices and Herbs: Research and Development*. – 2022. – pp. 204-234.
11. Da Silveira J., Santos A., de Sousa M., Diniz R. Novel zinc (II) derivatives of phenol Schiff bases – synthesis, characterization, crystal structure and antimicrobial activity // *Journal of Engineering and Exact Sciences*. 2018. – Vol. 4. – N 1. – pp. 131-138.
12. Gullcin I., Dastan A. Synthesis of dimeric phenol derivatives and determination of in vitro antioxidant and radical scavenging activities // *J. Enzyme Inhib. Med. Chem.* – 2007. – Vol. 22. – N 6. – pp. 685-695.
13. Nqameni B., Erdogan M., Dastan A. Synthesis and structural characterization of novel *O*-substituted phenolic and chalcone derivatives with antioxidant activity // *Journal of Chemical Research*. – 2020. – N 3. – pp. 234-239.
14. Pinheiro P., Menini L., Bernardes P., Saraiva S. Semisynthetic Phenol Derivatives Obtained from Natural Phenols: Antimicrobial Activity and Molecular Properties // *J. Agric. Fodd Chem.* – 2018. – Vol. 66. – N 1. – pp. 323-330.
15. De Sousa J., Casanova L.M., Costa S. Bioavailability of phenolic compounds: a major challenge for drug development? // *Revista Fitos*. – 2015. – Vol. 9. – N 1. – pp. 1-72.

Информация об авторах

Ч. К. Расулов – доктор химических наук, профессор, зав. лаборатории «Химия и технология циклоалкилфенолов» Института нефтехимических процессов МНОА.

Г. Дж. Гасанова – кандидат химических наук, вед. науч. сотр. лаборатории «Химия и технология циклоалкилфенолов» Института нефтехимических процессов Министерства науки и образования Азербайджана.

Information about authors

Ch. K. Rasulov – Doctor of Chemical Sciences, Professor, head of Laboratory "Chemistry and Technology of Cycloalkylphenols" of the Institute of Petrochemical Processes MSEA.

G. J. Gasanova – candidate of chemical sciences, leading researcher Laboratory "Chemistry and Technology of Cycloalkylphenols" of the Institute of Petrochemical Processes of the MSEA.

Вклад авторов

Ч. К. Расулов – работа по экспериментальной части;

Г. Дж. Гасанова – научная идея, руководство.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

Ch. K. Rasulov – work on the experimental part;

G. J. Gasanova – scientific idea, management.

The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 06.02.2024; принята к публикации 26.03.2024.

The article was submitted 06.02.2024; accepted for publication 26.03.2024.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Уважаемые коллеги!

**При подготовке статей в журнал
просим руководствоваться следующими правилами**

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Научный журнал «Вестник БГПУ им. М. Акмуллы» публикует статьи по следующим сериям:

- Естественные науки
- Филологические науки
- Социально-гуманитарные науки.

Основным требованием к публикуемому материалу является соответствие его высоким научным критериям (актуальность, научная новизна и другое).

Авторский материал может быть представлен как:

- обзор (до 16 стр.);
- оригинальная статья (до 8 стр.);
- краткое сообщение (до 2 стр.).

Работы сопровождаются **аннотацией и ключевыми словами**. К статье молодых исследователей (студентов, магистрантов, аспирантов) следует приложить заключение научного руководителя о возможности опубликования её в открытой печати.

Все принятые к работе оригиналы проходят проверку с помощью программы «Антиплагиат».

Всем авторам необходимо предоставить в редакцию отдельным файлом:

а) персональные данные по предложенной форме:

Фамилия Имя Отчество	
Место учебы / работы	
Должность	
Учёная степень	
Почтовый адрес (домашний)	
Факультет, курс, специальность	
Тел.: рабочий / мобил., дом.	
E-mail	
Тема работы	
Рубрика для публикации	

б) согласие на обработку персональных данных по форме
(ссылка: <https://bspu.ru/unit/251/docs>);

в) оформленная строго по требованиям научная статья;

г) заключение научного руководителя (студентам и аспирантам).

Название файла и письма должны соответствовать фамилии автора/ авторов.
Материалы отправляются по электронному адресу: vestnik.bspu@yandex.ru

РЕКОМЕНДУЕМАЯ СТРУКТУРА ПУБЛИКАЦИЙ

В начале статьи в левом верхнем углу на отдельной строке ставится индекс УДК.

Далее на первой странице данные идут в следующей последовательности:

1. Фамилия и инициалы (полностью), наименование, адрес организации, где выполнена работа, электронный адрес
2. Полное название статьи (прописными буквами по центру)
3. Аннотация (содержит основные цели предмета исследования, главные результаты и выводы объёмом не более 8 строк)
4. Ключевые слова (не более 10)
5. Текст публикации
6. Список источников (по центру), оформленная в соответствии с требованиями.

Далее пункты 1,2,3,4 дублируются на английском языке.

Список источников в конце статьи представляется в транслитерации.

Основные сведения об авторе содержат:

- имя, отчество, фамилию автора (полностью);
 - наименование организации (учреждения), её подразделения, где работает или учится автор (без обозначения организационно-правовой формы юридического лица: ФГБУН, ФГБОУ ВО, ПАО, АО и т. п.);
 - адрес организации (учреждения), её подразделения, где работает или учится автор (город и страна);
 - электронный адрес автора (e-mail);
 - открытый идентификатор учёного (Open Researcher and Contributor ID – ORCID) (при наличии).
- Адрес организации (учреждения), где работает или учится автор, может быть указан в полной форме.
- Электронный адрес автора приводят без слова “e-mail”, после электронного адреса точку не ставят.
- ORCID приводят в форме электронного адреса в сети «Интернет». В конце ORCID точку не ставят.
- Наименование организации (учреждения), её адрес, электронный адрес и ORCID автора отделяют друг от друга запятыми.

Пример –

Сергей Юрьевич Глазьев

Финансовый университет, Москва, Россия, serg1784@mail.ru,

<https://orcid.org/0000-0003-4616-0758>

1. В случае, когда автор работает (учится) в нескольких организациях (учреждениях), сведения о каждом месте работы (учёбы), указывают после имени автора на разных строках и связывают с именем с помощью надстрочных цифровых обозначений.

Пример –

Арник Ашотовна Асратян^{1, 2}

¹Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии имени почетного академика Н.Ф. Гамалеи, Москва, Россия, zasratyan@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0003-1288-7561>

²Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Россия

2. Если у статьи несколько авторов, то сведения о них приводят с учётом

нижеследующих правил.

Имена авторов приводят в принятой ими последовательности.

Сведения о месте работы (учёбы), электронные адреса, ORCID авторов указывают после имён авторов на разных строках и связывают с именами с помощью надстрочных цифровых обозначений¹.

Пример –

Пётр Анатольевич Коротков¹, Алексей Борисович Трубянов², Екатерина Андреевна Загайнова³

¹*Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола, Россия, korotr@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0340-074X>*

²*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия, true47@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2342-9355>*

³*Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, Россия, e.zagaynova@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5432-7231>*

3. Если у авторов одно и то же место работы, учёбы, то эти сведения приводят один раз.

Пример –

Юлия Альбертовна Зубок¹, Владимир Ильич Чупров²

^{1,2}*Институт социально-политических исследований, Федеральный научно-исследовательский социологический центр, Российская академия наук, Москва, Россия*

¹*uzubok@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3108-261>*

²*chuprov443@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7881-9388>*

После сведений обо всех авторах на отдельной строке в начале статьи.

Пример –

Автор, ответственный за переписку: Иван Васильевич Перов, ivp@mail.ru
Corresponding author: Ivan V. Perov, ivp@mail.ru

4. Когда приводят электронный адрес только одного автора или данный автор указан отдельно как ответственный за переписку, электронные адреса других авторов приводят в дополнительных сведениях об авторах в конце статьи.

5. Сведения об авторе (авторах) повторяют на английском языке после заглавия статьи на английском языке. Имя и фамилию автора (авторов) приводят в транслитерированной форме на латинице полностью, отчество сокращают до одной буквы (в отдельных случаях, обусловленных особенностями транслитерации, до двух букв).

Пример –

Sergey Yu. Glaz'ev

Financial University, Moscow, Russia, serg1784@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0003-4616-0758>

6. Дополнительные сведения об авторе (авторах) могут содержать:

- полные имена, отчества и фамилии, электронные адреса и ORCID авторов, если они не указаны на первой полосе статьи (см. 4.9.2.2);
- учёные звания;
- учёные степени;
- другие, кроме ORCID, международные идентификационные номера авторов.

Дополнительные сведения об авторе (авторах) приводят с предшествующими словами «Информация об авторе (авторах)» (“Information about the author (authors)”) и указывают в конце статьи после «Списка источников».

Пример –

Информация об авторах

Ю.А. Зубок – доктор социологических наук, профессор;

В.И. Чупров – доктор социологических наук, профессор.

Information about the authors

Ju.A. Zubok – Doctor of Science (Sociology), Professor;

V.I. Chuprov – Doctor of Science (Sociology), Professor.

Пример

Информация об авторе

С.Ю. Глазьев – д-р экон. наук, проф., акад. Рос. акад. наук.

Information about the author

S.Yu. Glaz'ev – Dr. Sci. (Econ.), Prof., Acad. of the Russ. Acad. of Sciences.

7. Аннотацию формируют по ГОСТ Р 7.0.99. Объем аннотации не превышает 250 слов. Перед аннотацией приводят слово «Аннотация» (“Abstract”).

Вместо аннотации может быть приведено резюме. Объем резюме обычно не превышает 250–300 слов.

8. Ключевые слова (словосочетания) должны соответствовать теме статьи и отражать её предметную, терминологическую область. Не используют обобщённые и многозначные слова, а также словосочетания, содержащие причастные обороты.

Количество ключевых слов (словосочетаний) не должно быть меньше 3 и больше 15 слов (словосочетаний). Их приводят, предваряя словами «Ключевые слова:» (“Keywords:”), и отделяют друг от друга запятыми. После ключевых слов точку не ставят.

Пример –

Книгоиздание России в 2019 г.

Галина Викторовна Перова¹, Константин Михайлович Сухоруков²

^{1,2}Российская книжная палата, Москва, Россия

¹perova_g@tass.ru

²a-bibliograf@mail.ru

Аннотация. Авторы приводят основные статистические показатели отечественного книгоиздания за 2019 г., анализируя состояние выпуска печатных изданий и тенденции развития издательского дела в России.

Ключевые слова: издательское дело, статистика книгоиздания, Российская книжная палата, Россия

Publishing in Russia in 2019

Galina V. Perova¹, Konstantin M. Sukhorukov²

^{1,2}Russian Book Chamber, Moscow, Russia

¹perova_g@tass.ru

²a-bibliograf@mail.ru

Abstract. The authors provide the main statistics of the Russian book publishing in 2019, analyzing the output indicators of printed publications and trends in the publishing industry in Russia.

Keywords: publishing, publishing statistics, Russian Book Chamber, Russia

9. После ключевых слов приводят слова благодарности организациям (учреждениям), научным руководителям и другим лицам, оказавшим помощь в подготовке статьи, сведения о грантах, финансировании подготовки и публикации статьи, проектах, научно-исследовательских работах, в рамках или по результатам которых опубликована статья.

Эти сведения приводят с предшествующим словом «Благодарности:». На английском языке слова благодарности приводят после ключевых слов на английском языке с предшествующим словом “Acknowledgments:”.

Пример –

Благодарности: работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 17-77-3019; авторы выражают благодарность Алексею Вадимовичу Зимину за предоставление данных о донной топографии в Белом море.

Acknowledgments: the work was supported by the Russian Science Foundation, Project № 17-77-300; the authors are grateful to Aleksey V. Zimin for providing the bottom topography data of the White Sea.

10. Знак охраны авторского права приводят по ГОСТ Р 7.0.1 внизу первой полосы статьи с указанием фамилии и инициалов автора (-ов) или других правообладателей и года публикации статьи.

Знак охраны авторского права приводят внизу первой полосы статьи с указанием фамилий и инициалов авторов и года публикации статьи.

© Олесова Е.И., 2022

или

© Левитская Н.Г., Бойкова О.Ф., Киян Л.Н., 2022.

11. Перечень затекстовых библиографических ссылок помещают после основного текста статьи с предшествующими словами «СПИСОК ИСТОЧНИКОВ». Использование слов «Библиографический список», «Библиография» не рекомендуется.

12. В перечень затекстовых библиографических ссылок включают записи только на ресурсы, которые упомянуты или цитируются в основном тексте статьи.

Библиографическую запись для перечня затекстовых библиографических ссылок составляют по ГОСТ Р 7.0.5.

13. Отсылки на затекстовые библиографические ссылки оформляют по ГОСТ Р 7.0.5.

14. Библиографические записи в перечне затекстовых библиографических ссылок нумеруют и располагают в порядке цитирования источников в тексте статьи.

15. Дополнительно приводят перечень затекстовых библиографических ссылок на латинице (“**REFERENCES**”) согласно выбранному стилю оформления перечня затекстовых библиографических ссылок, принятому в зарубежных изданиях: Harvard, Vancouver, Chicago, ACS (American Chemical Society), AMS (American Mathematical Society), APA (American Psychological Association) и др. (см. Приложение). Нумерация записей в дополнительном перечне затекстовых библиографических ссылок должна совпадать с нумерацией записей в основном перечне затекстовых библиографических ссылок.

16. Пристатейный библиографический список помещают после перечня затекстовых ссылок с предшествующими словами «Библиографический список».

17. В пристатейный библиографический список включают записи на ресурсы по теме статьи, на которые не даны ссылки, а также записи на произведения лиц, которым посвящена статья.

Библиографическую запись для пристатейного библиографического списка составляют по ГОСТ 7.80, ГОСТ Р 7.0.100.

18. Библиографические записи в пристатейном библиографическом списке нумеруют и располагают в алфавитном или хронологическом порядке.

19. Приложение (приложения) к статье публикуют с собственным заглавием. В заглавии или подзаголовочных данных приложения приводят сведения о том, что данная публикация является приложением к основной статье.

При наличии двух и более приложений их нумеруют.

20. В статье могут быть внутритекстовые, подстрочные и затекстовые примечания.

21. Внутритекстовые примечания помещают внутри основного текста статьи в круглых скобках.

22. Подстрочные примечания помещают внизу соответствующей страницы текста статьи.

22. Затекстовые примечания помещают после основного текста статьи перед «Списком источников» с предшествующим словом «Примечания».

23. Затекстовые и подстрочные примечания связывают с текстом, к которому они относятся, знаками выноски или отсылки.

24. Внутритекстовые и подстрочные примечания, содержащие библиографические ссылки, составляют по ГОСТ Р 7.0.5.

25. При публикации статьи, переведённой с языка народов Российской Федерации или иностранного языка, а также при перепечатке статьи из другого источника в подстрочном примечании на первой полосе статьи приводят библиографическую запись на оригинальную статью по ГОСТ 7.80, ГОСТ Р 7.0.100.

26. Сведения о вкладе каждого автора, если статья имеет несколько авторов, приводят в конце статьи после «Информации об авторах». Этим сведениям предшествуют слова «Вклад авторов:» (“Contribution of the authors:”). После фамилии и инициалов автора в краткой форме описывается его личный вклад в написание статьи (идея, сбор материала, обработка материала, написание статьи, научное редактирование текста и т. д.).

Пример –

Вклад авторов:

Артемяева С. С. научное руководство; концепция исследования; развитие методологии; участие в разработке учебных программ и их реализации; написание исходного текста; итоговые выводы.

Митрохин В. В. участие в разработке учебных программ и их реализации; доработка текста; итоговые выводы.

Contribution of the authors:

Artemyeva S. S. scientific management; research concept; methodology development; participation in development of curricula and their implementation; writing the draft; final conclusions.

Mitrokhin V. V. participation in development of curricula and their implementation; follow-on revision of the text; final conclusions.

27. Сведения об отсутствии или наличии конфликта интересов и детализацию такого конфликта в случае его наличия приводят в конце статьи после «Информации об авторах». Если в статье приводят данные о вкладе каждого автора, то сведения об отсутствии или наличии конфликта интересов указывают после них.

Пример –

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.

ТРЕБОВАНИЯ К ТЕКСТОВОЙ ЧАСТИ СТАТЬИ

Текст статьи предоставляется в редакцию в виде файла с названием, соответствующим фамилии первого автора статьи в формате.doc (текстовый редактор Microsoft Word 6.0 и выше), и должен отвечать нижеприведенным требованиям.

Компьютерную подготовку статей следует проводить посредством текстовых редакторов, использующих стандартный код ASCII (Multi-Edit, Norton-Edit, Lexicon), MS Word for Windows или (предпочтительно) любой из версий пакета TeX.

- Параметры страницы: формат А4; ориентация книжная; поля: верхнее 2 см, нижнее 2 см, левое 2 см, правое 2 см.

- Шрифт Times New Roman; размер шрифта 12 pt; межстрочный интервал 1; отступ (абзац) 1,25.

Следует различать дефис (-) и тире (–). Дефис не отделяется пробелами, а перед тире и после ставится пробел.

Перед знаком пунктуации пробел не ставится.

Кавычки типа « » используются в русском тексте, в иностранном “ ”.

Кавычки и скобки не отделяются пробелами от заключенных в них слов, например: (при 300 К).

Все сокращения должны быть расшифрованы.

Подписи к таблицам и схемам должны предшествовать последним. Подписи к рисункам располагаются под ними и должны содержать четкие пояснения, обозначения, номера кривых и диаграмм. На таблицы и рисунки должны быть ссылки в тексте, при этом не допускается дублирование информации таблиц, рисунков и схем в тексте. Рисунки и фотографии должны быть предельно четкими (по возможности цветными, но без потери смыслового наполнения при переводе их в черно-белый режим) и представлены в формате *.jpg, *.eps, *.tif, *.psd, *.psx. Желательно, чтобы рисунки и таблицы были как можно компактнее, но без потери качества. В таблице границы ячеек обозначаются только в «шапке». Каждому столбцу присваивается номер, который используется при переносе таблицы на следующую страницу. Перед началом следующей части в правом верхнем углу

курсивом следует написать «*Продолжение табл. ...*» с указанием ее номера. Сложные схемы, рисунки, таблицы формулы желательно привести на отдельном листе. Не допускается создание макросов Microsoft Word для создания графиков и диаграмм.

Расстояние между строками формул должно быть не менее 1 см. Следует четко различать написание букв n, h и u ; g и q ; a и d ; U и V ; ξ и ζ ; v, θ и ν и т.д. Прописные и строчные буквы, различающиеся только своими размерами (C и c , K и k , S и s , O и o , Z и z и др.), подчеркиваются карандашом двумя чертами: прописные снизу, строчные сверху ($\underline{P}, \overline{p}; \underline{S}, \overline{s}$). Латинские буквы подчеркиваются волнистой чертой снизу, греческие – красным цветом, полужирные символы – синим.

Индексы и показатели степени следует писать четко, ниже или выше строки, и отчеркивать дужкой (\frown для нижних индексов и \smile для верхних) карандашом. Цифра 0 (ноль), а также сокращения слов в индексах подчеркиваются прямой скобкой $_$.

Употребление в формулах специальных, в частности, готических и русских букв, а также символов (например, $\mathcal{L}, \mathcal{P}, \mathcal{A}, \mathcal{D}, \mathcal{M}, \mathcal{G}, \mathcal{F}, \mathcal{Z}, \mathcal{P}, \mathcal{R}, \nabla, \oplus, \exists$ и др.) следует особо отмечать на полях рукописи.

Нумерация математических формул приводится справа от формулы курсивом в круглых скобках. Для удобства форматирования следует использовать таблицы из двух столбцов, но без границ. В левом столбце приводится формула, в правом номер формулы.

Ссылки на математические формулы приводятся в круглых скобках курсивом и сопровождаются определяющим словом. Например: согласно уравнению (2) ...

Транскрипцию фамилий и имен, встречающихся в ссылке, необходимо по возможности представлять на оригинальном языке (преднамеренно не русифицируя), либо приводить в скобках иноязычный вариант транскрипции фамилии.

Список источников литературы оформляется в соответствии с ГОСТ 7.0.5 в порядке цитирования. Литературный источник в списке литературы указывается один раз (ему присваивается уникальный номер, который используется по всему тексту публикации).

ОБРАЗЦЫ ОФОРМЛЕНИЯ ССЫЛОК НА ЛИТЕРАТУРУ

Общая схема библиографического описания:

КНИГА С ОДНИМ, ДВУМЯ или ТРЕМЯ АВТОРАМИ:

ЗАГОЛОВОК (фамилия, инициалы авторов) ОСНОВНОЕ ЗАГЛАВИЕ

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ (учеб. пособие)

СВЕДЕНИЯ ОБ ОТВЕТСТВЕННОСТИ (И.О. Фамилия редактора, составителя; университет)

СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗДАНИИ (2-е изд., перераб. и доп.)

МЕСТО ИЗДАНИЯ (Москва, Новосибирск)

ИЗДАТЕЛЬСТВО

ГОД ИЗДАНИЯ.

КОЛИЧЕСТВО СТРАНИЦ.

Если нет какой-либо области описания пропускаем.

Примеры:

Книга с одним автором:

Росляков А. В. ОКС №7: архитектура, протоколы, применение. – Москва: ЭкоТрендз, 2010. – 315 с.

Книга с двумя авторами:

Ручкин В. Н., Фулин В. А. Архитектура компьютерных сетей. – Москва: ДИАЛОГ-МИФИ, 2010. – 238 с.

Книга с тремя авторами:

Тарасевич Л. С., Гребенников П. И., Леусский А. И. Макроэкономика: учебник. Москва: Высш. образование, 2011. – 658с.

Максименко В. Н., Афанасьев В. В., Волков Н. В. Защита информации в сетях сотовой подвижной связи / под ред. О. Б. Макаревича. Москва: Горячая линия-Телеком, 2009. – 360 с.

Книга с четырьмя и более авторами: Описание начинается с ОСНОВНОГО ЗАГЛАВИЯ. В сведениях об ответственности указываются либо все авторы, либо первый автор с добавлением в квадратных скобках сокращения "и другие" [и др.]

1. История России в новейшее время: учебник / А. Б. Безбородов, Н. В. Елисеева, Т. Ю. Красовицкая, О. В. Павленко. – Москва: Проспект, 2014. – 440с.

или

1. История России в новейшее время: учебник / А. Б. Безбородов [и др.]. Москва: Проспект, 2014. – 440 с.

Книга без автора:

Страхование: учебник / под ред. Т. А. Федоровой. 3-е изд., перераб. и доп. Москва: Магистр, 2011. – 106 с.

Многотомное издание:

Экономическая история мира. Европа. Т. 3 / под общ. ред. М. В. Конотопова. – Москва: Издат.-торг. корпорация «Дашков и К», 2012. – 350 с.

Учебное пособие вуза:

Заславский К. Е. Оптические волокна для систем связи: учеб. пособие / Сиб. гос. ун-т телекоммуникаций и информатики. – Новосибирск, 2008. – 96 с.

или

Заславский К. Е. Оптические волокна для систем связи: учеб. пособие. – Новосибирск: СибГУТИ, 2008. – 96 с.

Нормативные документы:

Типовая инструкция по охране труда для пользователей персональными электронно-вычислительными машинами (ПЭВМ) в электроэнергетике: РД 153-34.0-03.298-2001. Введ. с 01.05.2001. – М., 2002. – 91с.

ГОСТ 7.80-2000. Библиографическая запись. Заголовок. Общие требования и правила составления. Введ. 2001-07-01. М., 2000. 7с.

Общая схема описания статей из журналов:

Фамилия И. О. автора статьи. Название статьи // Название журнала. – Год. – №. С.

Статья с одним автором:

Волков А. А. Метод принудительного деления полосы частот речевого сигнала // Электросвязь. 2010. – № 11. – С. 48-49.

Статья с тремя авторами:

Росляков А., Абубакиров Т., Росляков Ал. Системы поддержки операционной деятельности провайдеров услуг VPN // Технологии и средства связи. 2011. – № 2. – С. 60-62.

Статья с четырьмя и более авторами:

Сверхширокополосные сигналы для беспроводной связи / Ю. В. Андреев, А. С. Дмитриев, Л. В. Кузьмин, Т. И. Мохсени // Радиотехника. – 2011. – № 8. – С. 83-90.

Общая схема описания электронного документа:

ЗАГОЛОВОК (фамилия, инициалы авторов) ОСНОВНОЕ ЗАГЛАВИЕ
ОБЩЕЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ МАТЕРИАЛА [Электронный ресурс]
СВЕДЕНИЯ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ЗАГЛАВИЮ : справочник
СВЕДЕНИЯ ОБ ОТВЕТСТВЕННОСТИ / под ред. И.И. Бун
МЕСТО ИЗДАНИЯ ГОРОД
ИМЯ ИЗДАТЕЛЯ
ДАТА ИЗДАНИЯ
ПРИМЕЧАНИЯ

1. Смирнов А.И. Информационная глобализация и Россия [Электронный ресурс]: вызовы и возможности. – М., 2005. 1 CD-ROM.

Описание ресурсов удаленного доступа (интернет-ресурсы) описание сайта:

Название сайта [Электронный ресурс]: сведения, относящиеся к заглавию / сведения об ответственности (это данные о составителях сайта). – Город: Имя (наименование) издателя или распространителя, год. – URL: <http://www>. (дата обращения: . . .)

Пример:

1. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс] / Центр информ. технологий РГБ; ред. Т. В. Власенко; Web-мастер Н. В. Козлова. – Москва: Рос. гос. б-ка, 1997. – URL : <http://www.rsl.ru>. (дата обращения: 11.12.13).

2. Исследовано в России [Электронный ресурс]: научный журнал / Моск. физ.-техн. ин-т. Долгопрудный: МФТИ, 1998. – URL: <http://zhurnal.mipt.rssi.ru>. (дата обращения: 11.12.13)

Материал (текст, статья), расположенный на сайте:

Фамилия И.О. авторов. Заглавие текста на экране [Электронный ресурс] // Заглавие сайта: сведения, относящиеся к заглавию / сведения об ответственности. URL : <http://www>. (дата обращения: . . .)

Если нет какой-либо области описания пропускаем.

Пример:

1. Новосибирск [Электронный ресурс] // Википедия: Свободная энциклопедия. – URL: <http://www.ru.wikipedia.org/wiki/%D0%ED%E2%E2%F1%E8%E1%E8%F0%F1%EA> (дата обращения: 11.12.13)

Книга из полнотекстовой электронно-библиотечной системы (эбс)

Книга с 1-3 авторами:

Карпенков С. Х. Экология [Электронный ресурс]: учебник. Электрон. Текстовые данные. – М.: Логос, 2014. – 400 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/21892>. ЭБС «IPRbooks».

Книга с 4 и более авторами:

Сборник задач по аналитической геометрии и линейной алгебре [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Л. А. Беклемишева [и др.]; под ред. Д. В. Беклемишева. Электрон. текстовые дан. Изд. 3-е, испр. – СПб.: Лань, 2008. – URL: <http://e.lanbook.com/view/book/76/>

Ссылки внутри текста

Затекстовые библиографические ссылки:

В конце абзаца текста в квадратных скобках [3, с. 25]

3 номер источника в списке литературы с. 25 номер страницы.

Статьи, оформленные с нарушением перечисленных выше правил, редакцией не рассматриваются.

Образец:

ЛИТЕРАТУРОВЕДЕНИЕ

Научная статья
УДК 81'38

СТИЛИСТИЧЕСКОЕ СВОЕОБРАЗИЕ ПОВЕСТИ А.С. ПУШКИНА «КАПИТАНСКАЯ ДОЧКА»

*Иван Иванович Иванов*¹, *Иван Иванович Сидоров*²

^{1,2}*Башкирский государственный педагогический университет им. М.Акмиллы, Уфа, Россия*

¹*Институт нефтехимических процессов Национальной академии наук Азербайджана, Баку, Азербайджан*

¹*ivanov@mail.ru*

²*nova8@mail.ru*

Автор, ответственный за переписку: Иван Иванович Иванов, ivanov@mail.ru

Аннотация. В статье проводится стилистический анализ повести А.С. Пушкина «Капитанская дочка», исследуются уникальные стилистические особенности произведения. Анализ текста с точки зрения языковых и стилистических приемов позволяет раскрыть особенности художественного исполнения и языкового мастерства. Исследование фокусируется на использовании лексических оборотов, фразеологизмов, художественных приемов, а также на роли стилистики в создании образов. Результаты анализа помогают более глубоко понять и оценить вклад А.С. Пушкина в развитие русской литературы, а также выдвинуть новые исследовательские гипотезы относительно структуры и смысла «Капитанской дочки».

Ключевые слова: А.С. Пушкин, Капитанская дочка, стилистический прием, языковое мастерство, повесть

Для цитирования: Иванов И.И., Сидоров И.И. Стилистическое своеобразие повести А.С. Пушкина «Капитанская дочка» // Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М.Акмиллы. Серия: Филологические науки. 2024. № 1. С.

LITERARY STUDIES

Original article

THE STYLISTIC UNIQUENESS OF THE NOVELLA "THE CAPTAIN'S DAUGHTER" BY A.S. PUSHKIN

*Ivan I. Ivanov*¹, *Ivan I. Sidorov*²

^{1,2}*Bashkir State Pedagogical University n.a. M. Akmulla, Ufa, Russia*

¹*ivanov@mail.ru*

²*nova8@mail.ru*

Corresponding author: Ivan I. Ivanov, ivanov@mail.ru

Abstract. The article presents a stylistic analysis of Alexander Pushkin's novella "The Captain's Daughter," exploring its unique stylistic features. Analyzing the text from the perspective of language and stylistic devices helps reveal the artistic execution and linguistic mastery of the work. The study focuses on the use of lexical expressions, phraseology, artistic techniques, and the role of stylistics in character creation. The results of the analysis aid in a deeper understanding and

appreciation of Alexander Pushkin's contribution to the development of Russian literature, as well as in proposing new research hypotheses regarding the structure and meaning of "The Captain's Daughter."

Keywords: Alexander Pushkin, The Captain's Daughter, stylistic device, linguistic mastery, novella

For citing: Ivanov I.I., Sidorov I.I. Stylistic uniqueness of Alexander Pushkin's novella "The Captain's Daughter" // Bulletin of Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmully. Series: Philological Sciences. 2024. № 1. P.P.

Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст
Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст
Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст
Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст
Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст
Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст
Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст
Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст
Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст
Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст
Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст
Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст
Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст
Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст
Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст Текст

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Мардаева Т. В. Культурологический контекст изучения философской повести-притчи Ричарда Баха «Чайка по имени Джонатан Ливингстон» в школе // Известия Самарского научного центра РАН. Самара, 2016. – Т. 18. – № 2 (2). – С. 181-183.
2. Никулин К. А. Поэтика художественного текста: учебно-методическое пособие. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2024. – 258 с.
3. Bach R. Jonathan Livingston Seagull. London: Element, 2020. – 56 p.

REFERENCES

1. Mardaeva T. V. Kulturulogicheskiy kontekst izucheniya filosofskoy povesti-pritchi Richarda Bacha Chaika to imeni Jonathan Livingston” [Cultural context of studying the philosophical tale of Richard Bach's “Jonathan Livingston Seagull” in school] // Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN. Samara, 2016. – Vol. 18. – No. 2 (2). – PP. 181-183.
2. Nikulin, K. A.. Poetika ahudozhestvennogo teksta: uchebno-metodicheskoe posobie [Poetics of the English-language artistic text: a study guide]. – Ufa: BGPU Publishing, 2016. – 258 p.
3. Bach R. Jonathan Livingston Seagull. London: Element, 2003. – 56 p.

Информация об авторах

И.И. Иванов – аспирант;

И.И. Сидоров – кандидат филологических наук, доцент.

Information about the authors

I.I. Ivanov – graduate student;

I.I. Sidorov – Candidate of Science (Philology), Associate Professor.

Вклад авторов

И.И. Иванов – сбор материала, обработка материала.

И.И. Сидоров – научное редактирование текста; концепция исследования;

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

I.I. Ivanov – scientific editing of the text; research concept;

I.I. Sidorov – data collection, data processing.

The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 00.00.2024; принята к публикации 00.00.2024.

The article was submitted 00.09.2024; accepted for publication 00.00.2024.

**ВЕСТНИК
БАШКИРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
им. М. АКМУЛЛЫ**

16 +

№ 1/ 2024

Серия: Естественные науки.

**Редакция не всегда разделяет мнение авторов.
Статьи публикуются в авторской редакции.**

Лиц. на издат. деят. Б848421 от 03.11.2000 г.
Компьютерный набор.
Гарнитура Times.