

ISSN (Print) 2616-6771

ISSN (Online) 2617-9962

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің

ХАБАРШЫСЫ

BULLETIN

of L.N. Gumilyov Eurasian
National University

ВЕСТНИК

Евразийского национального
университета имени Л.Н. Гумилева

ХИМИЯ. ГЕОГРАФИЯ. ЭКОЛОГИЯ сериясы

CHEMISTRY. GEOGRAPHY. ECOLOGY Series

Серия ХИМИЯ. ГЕОГРАФИЯ. ЭКОЛОГИЯ

2(143)/ 2023

1995 жылдан бастап шығады

Founded in 1995

Издается с 1995 года

Жылына 4 рет шығады

Published 4 times a year

Выходит 4 раза в год

Астана, 2023

Astana, 2023

Редакция алқасы: Бас редактор (химия): Копишев Э.Е.

х.ғ.к., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

- Бас редактор (география):* **Рамазанова Н.Е., PhD, қауымдас. проф., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан**
- Бас редактор (экология):* **Берденов Ж.Г., PhD, қауымдас. проф., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан**
- Жауапты хатшы:* **Уәли А.С., х.ғ.к., қауымдас. проф., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан**

Редакция алқасы:

Химия

- Айбұльдинов Е.К.** PhD, Х.Досмұхамедов атындағы Атырау университетінің ғылым және халықаралық байланыстар жөніндегі проректоры, Атырау, Қазақстан
- Амерханова Ш.К.** х.ғ.д., проф., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
- Бакибаев А.А.** х.ғ.д., проф., Томск Политехникалық Университеті, Томск, Ресей
- Джакупова Ж.Е.** х.ғ.к., доцент, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
- Еркасов Р.Ш.** х.ғ.д., проф., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
- Маскевич А.А.** ф.-м.ғ.д., проф., Я.Купала мемлекеттік университеті, Гродно, Беларусь
- Мустафин Р.И.** PhD, доцент, Қазан Мемлекеттік Медициналық Университеті, Қазан, Ресей
- Султанова Н.А.** х.ғ.д., проф., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
- Филиппов В.** PhD, Або Академия университетінің профессоры, Турку, Финляндия
- Хуторянский В.В.** PhD, проф., Рединг Университеті, Ұлыбритания
- Шатрук М.** PhD, проф., Флорида Мемлекеттік Университеті, Талахасси, АҚШ
- Адекенов С.М.** х.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі, Фитохимия халықаралық ғылыми-өндірістік холдингі, Қарағанды, Қазақстан
- Байкенов М.** х.ғ.д., проф., Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, Қарағанды, Қазақстан

География

- Атасой Е.** Phd, проф., Бурса-Улудаг Университеті (Bursa Uludağ University), Бурса, Турция
- Джаналеева К.М.** г.ғ.д., проф., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
- Сапаров К.Т.** г.ғ.д., проф., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
- Саипов А.А.** п.ғ.д., проф., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
- Озгелдинова Ж.О.** PhD, доцент, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
- Жангужина А.А.** PhD, доцент м.а., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

Акиянова Ф.Ж.	г.ғ.д., проф., «Астана» ТҰК География және табиғаты пайдалану институты, ҚР ҰЖҒА академигі, Астана, Қазақстан
Дунец А.Н.	г.ғ.д., проф., Алтай мемлекеттік университеті, Барнаул, Ресей
Самарханов К.Б.	г.ғ.к., «Астана» халықаралық ғылыми кешені, Астана, Қазақстан
Иржи Хлахула	PhD, проф., А.Мицкевич Университеті, Познань, Польша
Останин О.В.	г.ғ.к., доцент, Алтай мемлекеттік университеті, Барнаул, Ресей
Абдиманапов Б.Ш.	г.ғ.д., проф., Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан
Алагуджаева М.А.	PhD, «Қазақстан Ғарыш Сапары» ҰК АҚ, Астана, Қазақстан

Экология

Сафаров Р.З.	х.ғ.к., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
Саспугаева Г.Е.	PhD, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
Инкарова Ж.И.	б.ғ.к., доцент, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
Зандыбай А.	б.ғ.к., доцент, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
Илеш А.	PhD, проф., Орадя университеті, Орадя, Румыния
Ян А. Вент	Хабилит. докторы, проф., Гданьск университеті, Гданьск, Польша
Мендыбаев Е.Х.	б.ғ.к., проф., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
Жамангара А.К.	б.ғ.к., доцент, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
Ахмеденов К.М.	г.ғ.к., проф., М. Өтемісұлы атындағы Батыс Қазақстан университеті, Орал, Қазақстан

Редакцияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Астана қ., Сәтбаев к-сі, 2,
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, 402 б.
Тел.: +7 (7172) 709-500, (ішкі 31-413). **E-mail:** vest_chem@enu.kz
Техникалық хатшы: Изтелеуова Е.А.

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысы. Химия. География.

Экология сериясы

Меншіктенуші: КеАҚ "Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті"

Мерзімділігі: жылына 4 рет

Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникациялар министрлігінде 02.02.2021 ж.

№ KZ81VPY00031939 тіркеу қуәлігімен тіркелген

Типографияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Астана қ., Қажымұқан к-сі 13/1

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті

Тел: +7 (7172)709-500 (ішкі 31-413). Сайт: <http://bulchmed.enu.kz>

Editor-in-Chief (Chemistry): Kopishev E.E.

Cand.Chem.Sci., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

Editor-in-Chief (Geography): **Ramazanova N.E.**, PhD, Assoc.Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

Editor-in-Chief (Ecology): **Berdenov Zh.G.**, PhD, Assoc.Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

Executive Secretary: **Uali A.S.**, Cand.Chem.Sci., Assoc.Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

**Editorial board:
Chemistry**

- Aibuldinov E.K.** PhD, Vice-Rector for Science and International Relations, Kh. Dosmukhamedov Atyrau University, Atyrau, Kazakhstan
- Amerkhanova Sh.K.** Dr. Chem.Sci., Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
- Bakibayev A.A.** Dr.Chem.Sci., Prof., Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia
- Jakupova Zh.E.** Cand.Chem.Sci., Assoc.Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
- Erkassov R.Sh.** Dr.Chem.Sci., Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
- Maskevich A.A.** Dr.Phys.-Math.Sci., Prof., Ya. Kupala State University, Grodno, Belarus
- Mustafin R.I.** PhD, Assoc.Prof., Kazan State Medical University, Kazan, Russia
- Sultanova N.A.** Dr.Chem.Sci., Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
- Filippov V.** PhD, Prof., Abo Akademi University, Turku, Finland
- Khutoryanskiy V.V.** PhD, Prof., University of Reading, Great Britain
- Shatruck M.** PhD, Prof., Florida State University, Tallahassee, USA
- Adekenov S.M.** Dr.Chem.Sci., Prof., Academician of NASRK, International Research & Production Holding Phytochemistry, Karaganda, Kazakhstan
- Baikenov M.I.** Dr.Chem.Sci., Prof., Karaganda Buketov University, Karaganda, Kazakhstan

Geography

- Atasoy E.** Phd, Prof., Bursa Uludağ University, Bursa, Turkey
- Dzhanaleyeva K.M.** Dr.Geogr.Sci., Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
- Saparov K.T.** Dr.Geogr.Sci., Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
- Saipov A.A.** Dr.Ped.Sci., Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
- Ozgeldinova Zh.** PhD, Assoc.Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
- Zhanguzhina A.A.** PhD, acting Assoc.Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

Akiyanova F.Zh.	Dr.Geogr.Sci., Prof., Institute of Geography and Environmental Management, International Science Complex «Astana», Academician of NANS RK, Astana, Kazakhstan
Dunetc A.N.	Dr.Geogr.Sci., Prof., Altai State University, Barnaul, Russia
Samarkhanov K.B.	Cand.Geogr.Sci., International Science Complex «Astana», Astana, Kazakhstan
Jiří Hlahula	PhD, Prof., A. Mickiewicz University, Poznan, Poland
Ostanin O.V.	Cand.Geogr.Sci., Assoc.Prof., Altai State University, Barnaul, Russia
Abdimanapov B.Sh.	Dr.Geogr.Sci., Prof., Abay Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan
Alagudzhaeva M.A.	PhD, JSC NC "Kazakhstan Garysh Sapary", Astana, Kazakhstan

Ecology

Safarov R.Z.	Cand.Chem.Sci., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
Saspugayeva G.E.	PhD, Assoc.Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
Inkarova J.I.	Cand.Biol.Sci., Assoc.Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
Zandybai A.	Cand.Biol.Sci., Assoc.Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
Ilesh A.	PhD, Prof., University of Oradea, Oradea, Romania
Jan A. Wendt	Dr.habil., Prof., Gdansk University, Poland
Mendibaev E.Kh.	Cand.Biol.Sci., Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
Zhamangara A.K.	Cand.Biol.Sci., Assoc.Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
Akhmedenov K.M.	Cand. Biol. Sci., Prof., M. Otemiusly West Kazakhstan University, Uralsk, Kazakhstan

Editorial address: 2, Satpayev str., of. 402,
L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan,
010008 **Tel.:** +7 (7172) 709-500 (ext. 31-413), **E-mail:** vest_chem@enu.kz
Technical secretary: Yelena Izteleuova

Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University.

Chemistry. Geography. Ecology Series

Owner: Non-profit joint-stock company «L.N. Gumilyov Eurasian National University»

Periodicity: 4 times a year

Registered by the Ministry of Information and Communication of the Republic of Kazakhstan Reistration certificate № KZ81VPY00031939 from 02.02.2021

Address of Printin Office: 13/1 Kazhimukan str., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan 010008

Tel: +7 (7172) 709-500 (ext. 31-413). Website: <http://bulchmed.enu.kz>

Главный редактор (химия): Копишев Э.Е.

к.х.н., Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

Главный редактор (география): **Рамазанова Н.Е.**, PhD, ассоц.проф., Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Казахстан

Главный редактор (экология): **Берденов Ж.Г.**, PhD, ассоц.проф., Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Казахстан

Ответственный секретарь: **Уали А.С.**, к.х.н., ассоц.проф., Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

Редакционная коллегия:

Химия

- Айбульдинов Е.К.** PhD, проректор по науке и международным связям, Атырауский университет им. Х. Досмухамедова, Атырау, Казахстан
- Амерханова Ш.К.** д.х.н., проф., Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
- Бакибаев А.А.** д.х.н., проф., Томский политехнический университет, Томск, Россия
- Джакупова Ж.Е.** к.х.н., доцент, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
- Еркасов Р.Ш.** д.х.н., проф., Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
- Маскевич А.А.** д.ф.-м.н., профессор, Гродненский государственный университет имени Я. Купалы, Гродна, Беларусь
- Мустафин Р.И.** PhD, доцент, Казанский государственный медицинский Университет, Казань, Россия
- Султанова Н.А.** д.х.н., проф., Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
- Филиппов В.** PhD, проф., Abo Akademi University, Турку, Финляндия
- Хуторянский В.В.** PhD, проф., Университет Рединга, Великобритания
- Шатрук М.** PhD, проф., Государственный университет Флориды, Талахасси, США
- Адекенов С.М.** д.х.н., проф., академик НАН РК, Международный научно-производственный холдинг Фитохимия, Караганда, Казахстан
- Байкенов М.** д.х.н., проф., Карагандинский университет им. Е.А.Букетова, Караганда, Казахстан

География

- Атасой Е.** PhD, проф., Университет Бурсы-Улудаг, Бурса, Турция
- Джаналеева К.М.** д.г.н., проф., Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
- Сапаров К.Т.** д.г.н., проф., Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
- Саипов А.А.** д.п.н., проф., Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
- Озгелдинова Ж.О.** PhD, ассоц.проф., Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
- Жангужина А.А.** PhD, и.о. доцента, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

Акиянова Ф.Ж.	д.г.н., проф., Институт географии и природопользования МНК «Астана», академик НАЕН РК, Астана, Казахстан
Дунец А.Н.	д.г.н., проф., Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия
Самарханов К.Б.	к.г.н., Международный научный комплекс «Астана», Астана, Казахстан
Иржи Хлахула	PhD, проф., Университет им. А. Мицкевича, Познань, Польша
Останин О.В.	к.г.н., доцент, Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия
Абдиманапов Б.Ш.	д.г.н., проф., Казахский национальный педагогический университет им. Абая, Алматы, Казахстан
Алагуджаева М.А.	PhD, АО НК «Қазақстан Ғарыш Сапары», Астана, Казахстан

Экология

Сафаров Р.З.	к.х.н., Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
Саспугаева Г.Е.	PhD, ассоц.проф., Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
Инкарова Ж.И.	к.б.н., доцент, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
Зандыбай А.	к.б.н., доцент, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
Илеш А.	PhD, проф., Университет Орадя, Орадя, Румыния
Ян А. Вент	д.г.н., проф., Университет Гданьска, Гданьск, Польша
Мендыбаев Е.Х.	к.б.н., проф., Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
Жамангара А.К.	к.б.н., доцент, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
Ахмеденов К.М.	к.г.н., проф., Западно-Казахстанский университет им. М.Утемисова, Уральск, Казахстан

Адрес редакции: 010008, Казахстан, г. Астана, ул. Сатпаева, 2,
Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, каб. 402

Тел.: +7(7172) 709-500, (вн. 31-413). **E-mail:** vest_chem@enu.kz

Технический секретарь: Изтелеуова Е.

Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева.

Серия Химия. География. Экология

Собственник: НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева»

Периодичность: 4 раза в год

Зарегистрирован Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан Регистрационное свидетельство № KZ81VPU00031939 от 02.02.2021 г.

Адрес типографии: 010008, Казахстан, г. Астана, ул. Кажымукана, 13/1, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева

Тел.: +7(7172)709-500 (вн.31-413). Сайт: <http://bulchmed.enu.kz>

МАЗМҰНЫ/ CONTENTS/ СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ/ CHEMISTRY

<i>Оразбеков А.Т., Жандосов Ж.М., Байменов А.Ж., Сейтхан Азат, Абдусадыхов Н., Нурғалиев Н.Н., Сабитова А.</i> Күріш қауызы мен лигнин негізіндегі ұялы құрылымды көміртекті тасымалдаушы арқылы зәр қышқылын жою	10
<i>Orazbekov A. T., Jandosov J., Baimenov A., Seitkhan Azat, Abdusadykov N., Nurgaliev N.N., Sabitova A.</i> Uric acid elimination using honeycomb carbon support derived from rice husk and lignin	10
<i>Оразбеков А. Т., Жандосов Ж.М., Байменов А.Ж., Сейтхан Азат, Абдусадыхов Н., Нурғалиев Н.Н., Сабитова А.</i> Элиминация мочевой кислоты с помощью углеродных носителей сотовой структуры на основе рисовой шелухи и лигнина	10
<i>Фронтасева М.В.</i> Біріккен Ұлттар Ұйымының бағдарламасы туралы «Еуропадағы ауыр металдардың атмосфералық шөгінділері – биомонитор мүктерін талдауға негізделме бағалаулар»	23
<i>Frontasyeva M.V.</i> About the United Nations Program «Atmospheric deposition of heavy metals in Europe – estimates based on the analysis of moss biomonitors»	23
<i>Фронтасьева М.В.</i> О Программе Организации Объединенных Наций «Атмосферные выпадения тяжелых металлов в Европе – оценка на основе анализа мхов-биомониторов»	23
<i>Гиладжов Е.Г., Кулбатыров Д.К., Жолдасқалиева Ә.Ж., Тоғайбаева А.Г.</i> Метил-терт-бутил эфири мен этинилциклогексаноиддың бензин композицияларының октан санын арттыру тиімділігі (баяу кокстеу қондырғысы + риформинг бензині)	36
<i>Gilazhov Y.G., Kulbatyrov D.K., Zholdaskalieva A.Z., Togaybayeva A.G.</i> Effectiveness of methyl tret-butyl ether and ethynylcyclohexanol for increasing the octane number of gasoline compositions (gasoline from delayed coking unit + reforming)	36
<i>Гиладжов Е.Г., Кулбатыров Д.К., Жолдасқалиева А.Ж., Тоғайбаева А.Г.</i> Эффективность метил-трет-бутилового эфира и этинилциклогексанола на повышение октанового числа бензиновых композиций (бензина сустановки замедленного коксования + риформинг)	36
<i>Фролова С.А., Соболев О.В.</i> Тепе-теңдік және тепе-теңдіксіз кристалдану процесінде қатты ерітінділердің балқымаларының кластерлік құрылымының өзгеру динамикасы	45
<i>Frolova S.A., Sobol O.V.</i> Dynamics of cluster structure change in melts that forms a continuous series of solid solutions during equilibrium and nonequilibrium crystallization	45
<i>Фролова С.А., Соболев О.В.</i> Динамика изменения кластерной структуры расплавов твердых растворов в процессе равновесной и неравновесной кристаллизаций	45

ГЕОГРАФИЯ. ЭКОЛОГИЯ/ GEOGRAPHY. ECOLOGY

<i>Айкенова Н.Е., Карасаева Ш.А.</i> Мұнайөңдеу өндірісіндегі ағынды суларды фенолдардан тазарту.....	52
<i>Aikenova N.Y., Karassayeva Sh.A.</i> Purification of wastewater from oil refineries from phenols	52
<i>Айкенова Н.Е., Карасаева Ш.А.</i> Очистка сточных вод нефтеперерабатывающих предприятий от фенолов	52
<i>Латышева О.А., Котельникова А.В., Куликова А.А.</i> Туристік аймақтарды жобалаудағы тәсілдер: Алтай өлкесінің тәжірибесі	60
<i>Latysheva O.A., Kotelnikova A.V., Kulikova A.A.</i> Approaches to the design of tourist areas: the experience of the Altai Territory	60
<i>Латышева О.А., Котельникова А.В., Куликова А.А.</i> Подходы к проектированию туристских территорий: опыт Алтайского края	60
<i>Тұрсынова Т.Т.</i> Қазақстандағы туризм: қазіргі жағдайдағы даму келешегі	71
<i>Tursynova T.T.</i> Tourism in Kazakhstan: Prospects for development in modern conditions	71
<i>Тұрсынова Т.Т.</i> Туризм в Казахстане: перспективы развития в современных условиях	71
<i>Сапаров К.Т., Шахантаева Ж.Р., Егинбаева А.Е.</i> Жамбыл облысының микрогидронимдерін зерттеудегі жасанды және табиғи сүзектері атауларының көрінісі	79
<i>Saparov K.T., Shakhantayeva Zh.R., Yeginbayeva A.Ye.</i> Reflection of the names of artificial and natural water sources in the study of microhydronyms of Zhambyl Region	79
<i>Сапаров К.Т., Шахантаева Ж.Р., Егинбаева А.Е.</i> Отражение названий искусственных и природных источников воды при изучении микрогидронимов Жамбылской области ...	79



МРНТИ 31. 27. 01

А.Т. Оразбеков¹, Ж.М. Жандосов², А.Ж. Байменов³,
Сейтхан Азат⁴, Н. Абдусадыхов⁵, Н.Н. Нурғалиев^{1*}, А.Н. Сабитова¹

¹Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Семей, Қазақстан*

²ШЖҚ РМК «Жану проблемалары институты», Алматы, Қазақстан

³«National Laboratory Astana», Назарбаев Университеті, Астана, Қазақстан

⁴Инженерлік бейінді зертхана, Satbayev university, Алматы, Қазақстан

⁵№106 жалпы білім беретін мектеп, Түрксіб ауданы, Алматы, Қазақстан

Автор для корреспонденции: ashokkz@mail.ru^{1*}

Күріш қауызы мен лигнин негізіндегі ұялы құрылымды көміртекті тасымалдаушы арқылы зәр қышқылын жою

Аңдатпа. Қазіргі күнде биомедицинада ерекше назарға ие болатын перспективті бағыттардың бірі – беттік қабаты ферментпен модифицирленген ұялы құрылымды көміртекті тасымалдағыштардың биокатализ бен гемосорбцияда қолданылуы. Қан құрамында натрий уратының жоғары деңгейі бар гиперурикемиямен ауыратын науқастар подагра, созылмалы бүйрек жеткіліксіздігі және бүйрек тас ауруы сияқты ауруларға бейім.

Зерттеу жұмысында ұялы құрылымды көміртекті тасымалдағыштар 75:25 қатынастағы күріш қауызы мен лигнин қоспасын экструзиялап, ары қарай карбонизациялау, дисиликация және бұмен физико-химиялық активациялану жолымен алынған. Сканирлеуші электронды микроскопия, төмен температуралы азотты адсорбциялау әдісі арқылы көміртекті тасымалдағыштардың морфологиясы мен текстуралық сипаттамалары зерттелді: үлгілердің нанокеуектілігі анықталды; БЭТ әдісі бойынша меншікті беттік ауданы $-1323 \text{ м}^2/\text{г}$, DFT моделі бойынша кеуектердің жалпы көлемі – $1,053 \text{ см}^3/\text{г}$ құрады.

Уриказа ферментін көміртекті тасымалдағыштардың беттік қабатына $1,5 \text{ г}$ көміртекті тасымалдаушыға 1 бірлік фермент мөлшерінде байланыстырушы агент мето-п-толуолсульфонат 1-циклогексил-3-(2 морфолиноэтил) карбодиимидтің көмегімен иммобилизациялау жүргізілді.

Натрий уратының субстратының адсорбция немесе катализ арқылы көміртекті тасымалдағыштардың көмегімен шығарылуын анықтау үшін зерттеулер рециркуляциялық жүйеде аргонның инертті ортасында және бөлме температурасында оттегі қатысындағы тотығу ортасында да жүргізілді.

Беттік қабатына 1 бірлік уриказа иммобилизденген көміртекті тасымалдағыш концентрациясы 66 мг/л болатын модельді ерітіндіден зәр қышқылын 92% элиминациялауға қабілетті және ферменттің жуылып кетуі минималды шамада, ал артық мөлшері адам ағзасына түссе, аллергия тудыруы мүмкін. Көміртекті тасымалдаушының масса бірлігіне уриказа бірлігінің санын ферментті иммобилизациялау әдісін оңтайландыру арқылы азайтуға болатындығы орнатылды.

Түйін сөздер: күріш қауызы, натрий ураты, уриказа, ферментативті белсенділік, иммобилизацияланған биокатализатор, ұялы құрылымды көміртекті тасымалдағыш (КТ).

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-6771-2023-143-2-10-22>

Кіріспе

Лигноцеллюлоза өзіндік құны төмен көміртекті материалдар алу үшін жыл сайын қалпына келетін және қолжетімді өсімдік шикізаты болып табылады [1]. Көміртекті катализатор мен адсорбенттер технологиясын дамытудағы болашағы бар бағыттардың бірі гемоперфузия кезінде теріс жанама әсерлерді төмендетуге мүмкіндік беретін ұялы құрылымды көміртекті тасымалдағыш (КТ) алу әдістерін жасап шығару болып табылады [2]. Көміртекті тасымалдағыш бұйымдарды дайындау технологиясын шет елдерде (Жапония, АҚШ) жүргізеді. Патентті ақпараттың анализі КТ бұйымдарды дайындау үшін ағаштан және тас көмірден жасалған дисперсті белсендірілген көмір, кокс, термореактивті шайырлар материал ретінде қолданылады [3]. КТ бұйымдар алу үшін бұл материалдар дисперсияланады, байланыстырғышпен (карбонизациялайтын полимер балқымасы) араласады да, алынған пластикалық композит фильера арқылы экструзиядан өтеді. Кейін пішінге келтірілген жартылай фабрикалар кептіріледі және термоөңдеуден өтеді, ары қарай олардың бу-газды активациясы жүргізіледі. Термоөңдеу процесі кезінде байланыстырғыштың карбонизациясы жүреді және түзілген көміртек бөлшектерін механикалық беріктігі жоғары монолитті көміртекті бұйымға біріктіреді. Келесі бу-газды активация монолитті КТ беттік қабатында жетілген кеуек құрылымы (меншікті беті 1000 м²/г) бар көміртекті қабаттың қалыптасуына мүмкіндік туғызады [4].

Зерттеу жұмыстарында механикалық беріктілік және жетілген кеуек құрылымына мән беріліп, минералды компоненттерді құрамайтын ұялы құрылымды КТ жасау технологиясы қарастырылды [5]. Мезокеуекті құрылымды және 99% көміртектен құралатын блокты бұйымдарды дайындау технологиясын өңдеу жөнінде алға мақсат қойылды. Бұл технология жалпы меншікті кеуек көлемі 0,2-0,8 см³/г, меншікті беттік ауданы 10-500 м²/г (БЭТ бойынша), кеуектердің орташа диаметрі 5-200 нм болатын мезокеуекті көміртекті материал синтездеуге мүмкіндік береді [6].

Подаграмен және бүйрек тасы ауруларынан зардап шегетін науқастардың қан құрамында натрий ураты (гиперурикемия) шамадан тыс көбейіп, полиоргандық жетіспеушілік (бүйрек, бауыр) жоғары болады [7]. Зәр қышқылын жоюдың тиімділігін арттырудың жолы химиялық тігу арқасында ферментпен иммобилизденген КТ беттік қабатында адсорбция мен оның ыдырау катализін біріктіру болып табылады [8].

Келтірілген деректер бойынша салыстырмалы жүрек-қан тамырлары ауруларына негізгі себептердің бірі зәр қышқылының ағзада жинақталуымен болатындығы дәлелденген. Зәр қышқылы адам ағзасындағы пурин метаболизмінің соңғы өнімі және ол подагра, гипертония, атриальды фибрилляция, созылмалы бүйрек ауруы, жүрек жеткіліксіздігі, жүректің ишемиялық ауруы сияқты жүрек-қан тамырлары ауруларының дамуында маңызды рөл атқаруы мүмкін [9].

Уратоксидаза (уриказа) – зәр қышқылының аллантаинге тотығуын катализдейтін пуриндердің ыдырау жолындағы фермент. Уриказа әр түрлі организмдерде болады, бірақ жоғары приматтарда, соның ішінде адамдарда болмайды. Уриказа қатерлі ісіктері бар сүтқоректілерде гиперурикемияның алдын алу мен емдеуде тиімді. Ол тез, қауіпсіз жұмыс істейді және қан плазмасындағы зәр қышқылы деңгейінің күрт төмендеуіне әкеледі [10].

Тәжірибе мен зерттеу әдістері.

Лигноцеллюлоза негізіндегі ұялы құрылымды көміртекті тасымалдағыштарды алу әдістемесі

Сілтілік активация арқылы кремний диоксидін жою (десилицирлеу) үшін күріш қауызы көлемі 2 л болатын 0,5 молярлы сілті ерітіндісінде 30 минут бойы қайнатылды. Ерітінді седиментация аяқталғанша тұндырылып, кейін декантацияланды. Нейтралды ортаға дейін дистилденген сумен жуылып, ары қарай ұнтақталған күріш қауызы және байланыстырғыш компонент – лигниннен (КҚ:лигнин қатынасы 75:25) формаланатын масса дайындалды. Формаланатын масса Z-бейнелі араластырғышта араластырылды және

тоңазытқышта 2 күн бойы ұсталды. Масса фильерадан экструзияланып және кептіргіш шкафта 2 С/мин жылдамдықпен 20 °С –тан 250 °С дейін қыздырып отырып, 2 сағат ұсталынды. Алынған КТ 1-5 С жылдамдықпен қыздырыла отырып, 750 °С температурада карбонизацияланды. Меншікті беттік аудан мен кеуек көлемін жоғарылату үшін КТ жекелей түрде сілті ерітіндісімен жуылып және әр түрлі жағдайларда көмірқышқылы газымен өңделді.

Физико-химиялық зерттеу әдістері **Сынаптық порометрия әдісі**

Активтелген көміртекті материалдар порограммасы PoreMaster 33/60 порозиметр (Quantachrome Instruments, АҚШ) көмегімен анықталды. Quantachrome бағдарламалық жабдықталуын қолдана отырып алынған мәліметтердің порометрлік анализін өңдеу жүргізілді.

Төмен температуралы азот адсорбциясы әдісі

Көміртекті материалдардың микрокеуектілігі мен мезокеуектілігі туралы текстураны (17-ден 3000 Å) төмен температуралы азот адсорбциясы әдісін қолданы отырып, Autosorb-1 (Quantachrome, АҚШ) қондырғысында 200 0С температурада және 0,001 мм.сын.бағ. болатын алдын-ала жаттығу жұмысынан кейін жүргіздік. Ары қарай сұйылтылған азот температурасында 0,005–тен 0,991 салыстырмалы қысымында азот адсорбциясы изотермасы түсірілді және Barret-Joyner-Halenda (ВЈН) әдісі бойынша цилиндрлік кеуектің шартты моделін қолдана отырып суммарлы S_{Σ} меншікті беттік ауданды, Брунауэр-Эммет-Теллера (БЭТ) және функционалдық тығыздық теориясы (Density Functional Theory – DFT) қолдана отырып микрокеуектің меншікті беттік ауданы S_{μ} және микрокеуек көлемі V_{μ} , кеуектің орташа диаметрі $D_{орт.}$ (микро- және мезокеуек) есептелді.

Сканирлеуші электрондық микроскопия (СЭМ) әдісі

Зерттеу кернеуі 5кВ болатын сканирлеуші электрондық микроскопында «Zeiss NTS» жүргізілді. Зерттеу үшін, көміртекті материалды үлгілерді ұстағышқа бекіттік. Алдын-ала үлгілердің беттік қабатына Quorum (Q150TES) арнайы вакуумдік қондырғысында заряд эффектісін жою үшін платинаның 4 нм болатын өткізгіш жұқа қабаты жүргізілді. Сканирлеуші электронды микроскопия (СЭМ) әдісі материалдың беттік қабатын сипаттау үшін қолданылады. Фокустелген шоғырдың электрондарының үлгінің атомдарыменен әрекеттесуі жарықтандырғыш электронды микроскопта суреттерді алу үшін ғана қолданылатын олардың сәулеленуіне ғана әкеліп қоймай, материалдың беттік қабатының қасиеттері туралы ақпаратты тасымалдайтын екіншілік құбылыстардың да пайда болуына әкеледі (екіншілік электронды эмиссия, шектеулі рентгендік сәулелену, сипаттамалық рентгендік сәулелену, катодолюминесценция, электрондардың өтуі мен жұтылуы, т.б.).

Ультра-күлгін спектроскопия әдісі

Зерттеу кезінде UV-7504 spectrometer маркалы спектрометр пайдаланылды. Ал кювета ретінде ультракүлгін сәулелерді жұтпайтын қалыңдығы 10 мм, көлемі 1 мл болатын пластинка материалы пайдаланылды. UV-7504 spectrometer маркалы қондырғысымен жүзеге асырылды.

Ультра күлгін спектроскопия – ультра күлгін диапазондағы жұтылу, шашырау және шығару спектрларының зерттеу мен қолдану аясы туралы оптикалық спектроскопияның бөлімі. Ультракүлгін спектроскопия көрінетінаймақтатпен жұтылатын электромагниттік тербелістер байланыстыратын орбитальдан электрондардың босаң орбитальға ауысуына негізделген. УК сәулелену көзі ретінде желіге 220 және 120 Вт сәйкес қуаты бар дроссель арқылы жалғанатын ПРК-4, СВД-120 А типіндегі сынап-кварцты лампалар пайдаланылды.

НӘТИЖЕЛЕР МЕН ТАЛҚЫЛАУЛАР

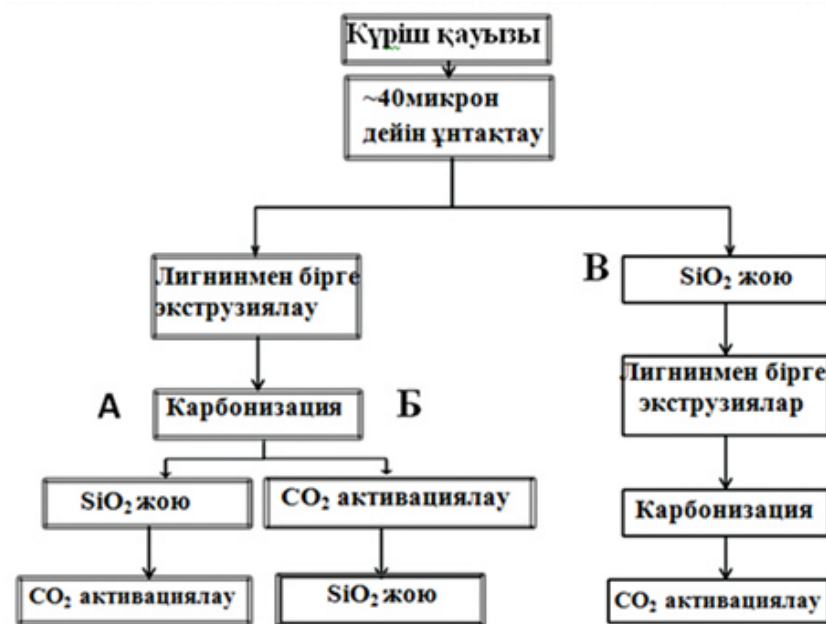
Ұялы құрылымды көміртекті тасымалдағыштарды алу, текстуралық қасиеттері мен морфологиясын зерттеу

Күріш қауызынан көміртекті тасымалдағыштарды алу әдістемесін оңтайландыру

Күріш қауызынан жасалған КТ полимерлі байланыстырғыштары екі жолмен жүзеге асады: 1) күріш қауызы – байланыстырғыш – экструзия – карбонизация – активация; 2) күріш қауызы – карбонизация – кремнийді жою – байланыстырғыш – экструзия – активация.

Ертедегі зерттеулерге сүйенсек, лигнин биомедициналық көмірді өндіру үшін ең жақсы байланыстырғыш қасиет көрсетеді. Лигнин мен күріш қауызының – 25:75 қатынасы беріктілігі жоғары және кеуек құрылымы сақталған КТ алуға мүмкіндік береді. Егер лигниннің массалық үлесі арта берсе, ол беріктік қасиетті жоғарлатқанменен, кеуектік қасиетті төмендетеді. Лигниннің массалық үлесі он пайызды болса, кеуекті құрылымды арттырғанымен, механикалық қасиеті айтарлықтай төмендейді.

Бұл бөлімде өсімдік шикізаты негіздігі көміртекті материалдардан ұялы құрылымды КТ формалау үшін байланыстырғыш компонентті таңдауда жүргізілген жұмыстар сурет 1 келтірілген. Жоғарыда айтылған үлгілердің меншікті беттік ауданы және кеуек көлемі төмен болғандықтан, қан құрамындағы токсиндерді элиминациялауда жеткіліксіз нәтижелер көрсетті.

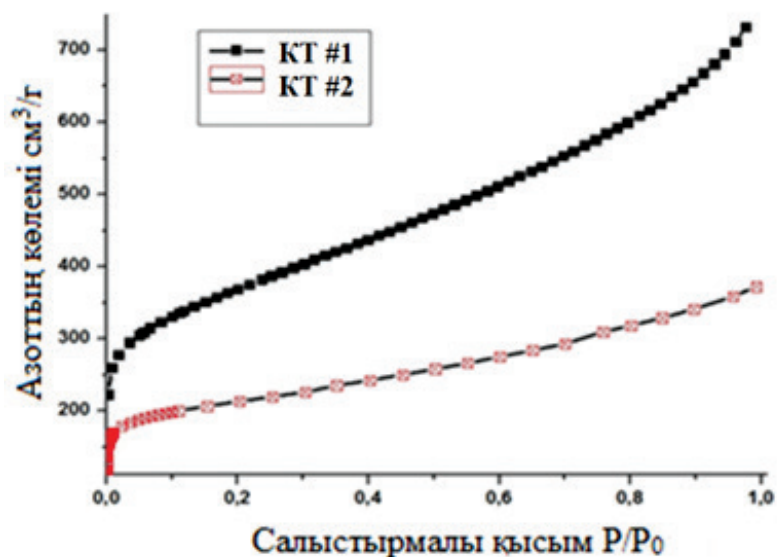


Сурет 1 – Көміртекті тасымалдағыштарды алу схемасы

Төмен температуралы азот адсорбциясы әдісі бойынша көміртекті тасымалдағыштардың текстуралық қасиеттерін зерттеу

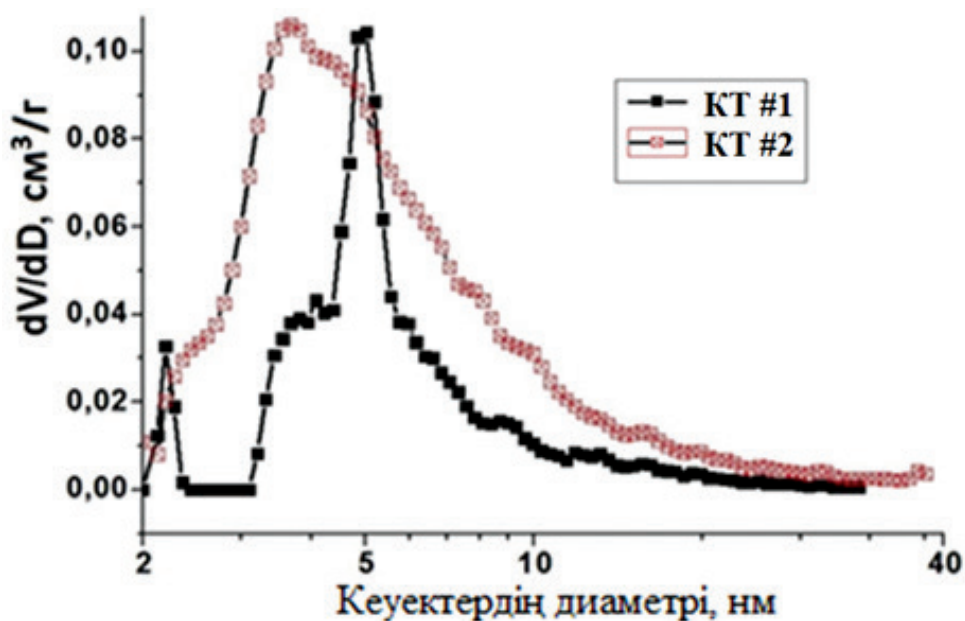
Кеуекті көміртекті материалдардың адсорбциялық қабілетін көрсететін маңызды параметрлері – меншікті беттік ауданы (СБЭТ) мен кеуек көлемі $V_{кеуек}$ сияқты текстуралық қасиеттерін анықтауда сүйенетін физико-химиялық зерттеу әдістерінің бірі – төмен температуралы азот адсорбциясы әдісі. Ол сұйық азоттың кеуекке адсорбцияланып, кейін жылулық десорбциясына негізделген.

Төмен температуралы азот адсорбциясы арқылы алынған КТ #1 және КТ #2 үлгілерінің изотермалық қисықтары сурет 2 көрсетілген.



Сурет 2 – КТ #1 және КТ #2 үлгілері үшін азот адсорбциясының изотермалары

Кеуекті құрылымдардың параметрлерін толық зерттеу кезінде көміртекті материалдар үшін алғашқыда өңделген термодинамикалық тәсілге негізделген DFT әдісі қолданылды. Бұл теория нәтижеге едәуір жақын әдіс ретінде өзін көрсетті. Тығыздық функционалының теориясы бойынша есептелген тәжірибелік нәтижелер мен мәндердің сәйкестілігі сурет 3 ұсынылған.



Сурет 3 – КТ #1 және КТ #2 үлгілерінің кеуек өлшемі бойынша дифференциалды таралуы

Суреттен үлгілер кеуектерінің өлшем бойынша таралуы 3 тен 10 нм аралығында жатағынын көруге болады. КТ #2 үлгісінің құрылымында кеуек өлшемінің таралуының едәуір мөлшері 3-5 нм аралығында болды. Яғни, алынған қос КТ да мезокеуектер бар екенін ұсынылған кеуек диаграммасы көрсетеді, әсіресе, сілтілік жуылуға ұшыраған КТ #2

өзінің кеуек (мезокеуек) көлемі бойынша КТ #1 асып түседі, яғни, оның биологиялық үлкен молекулаларды сорбциялауға қабілетті екендігін физико-химиялық зерттеулер арқылы алынған текстуралық қасиеттері мен морфологиясы туралы алынған кесте 1 ұсынылған мәліметтер көрсете алады.

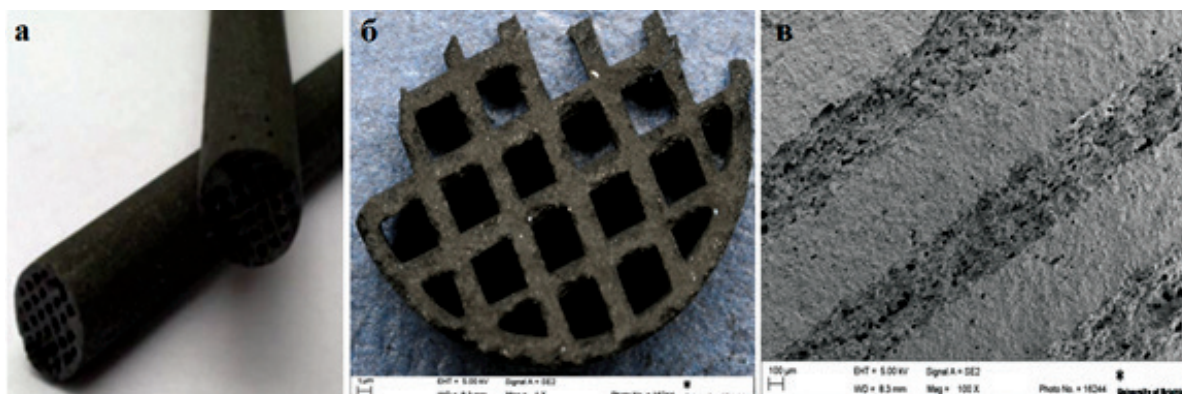
Кесте 1 – Азот адсорбциясының нәтижесі бойынша КТ үлгілерінің текстуралық қасиеттері

Үлгі атауы	$S_{\text{БЭТ}}$ м ² /г	V_{Σ} см ³ /г	$D_{\text{ср}}$ нм
КТ #1	1323	1,220	3,0
КТ #2	1039	0,54	2,7

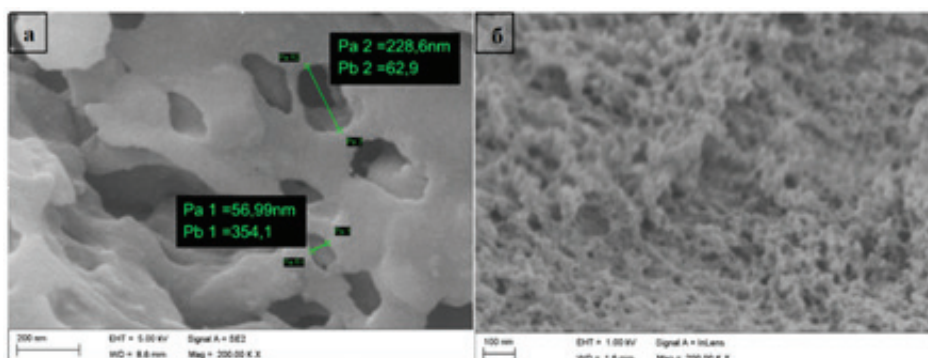
Кестеден байқағанымыздай, КТ #1 және КТ #2 ұялы құрылымды көміртекті тасымалдағыштары салыстырмалы деңгейде жоғары меншікті беттік ауданға ие. Дегенмен де, жоғарыдағы кеуектердің өлшем бойынша дифференциалдық таралуын көрсететін жоғарыдағы қисықтардың өзінен КТ #1 кеуек көлемі жоғары екендігін шамалауға болатынын байқаймыз.

Сканирлеуші электрондық микроскопия әдісі бойынша алынған көміртекті тасымалдағыштардың морфологиялық құрылымын зерттеу

Қазіргі күнде наноматериалдардың алынуын наноөлшемдік шамаға дейін ұлғайтып, нанокеуектерді көрсетуге мүмкіндік беретін әмбебап зерттеу әдістерінің бірі – сканирлеуші электрондық микроскопия. Күріш қауызы және лигнин байланыстырғышынан дайындалған КТ үлгілерінің қалыпты шамадағы және СЭМ әдісімен түсірілген ұлғайтылған фототүсірілімдері сурет 4 және сурет 5 көрсетілген.



Сурет 4 – КТ үлгісінің қалыпты фототүсірілімдері



Сурет 5 – КТ үлгісінің СЭМ көрінісі

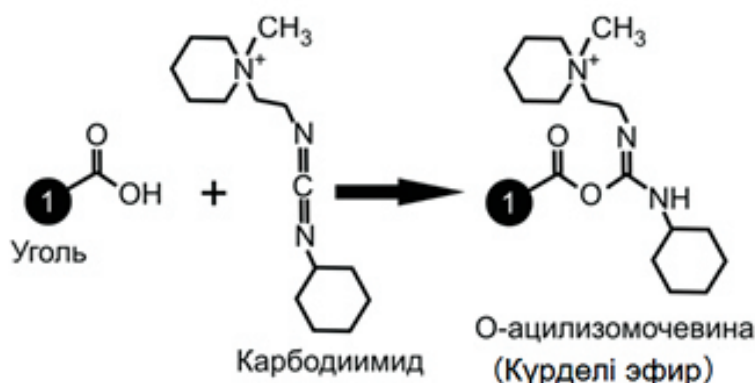
Сурет 4 көрініп тұрғандай, қалыпты жағдайда КТ рельефі канал тәрізді құрылымға ие. Жоғары шамада ұлғайтылған суреттер (сурет 5 а, б) кіші макрокеуектердегі ішкі құрылымның негізгі морфологиясы мен үлкен мезокеуектердің диаметрлері диапазонын сәйкесінше көрсетеді. СЭМ суреттері КТ беттік морфологиясы жақсы жетілген нано-мезокеуекті және макро-кеуекті құрылымымен сипатталатынын растайды.

Үлгі морфологиясындағы құрылымның осындай күрделі өзгеріске ұшырауы сілтілік активация әсерінен күріш қауызы құрамындағы «фитолит» түрінде болатын наномөлшердегі кремний диоксидімен SiO_2 (кремнеземмен) әрекеттесуі нәтижесінде наноөлшемдегі аралықта қажетті микро/мезокеуекті жасауға қосымша үлгі ретінде болмақ деп түсіндіріледі.

КТ беттік қабатының рельефі түбегейлі өзгеріске ұшыраған, дегенмен де үлгі күріш қауызына тән бастапқы морфологиялық құрылымды сақтап қалғандығын толықтай байқауға болады.

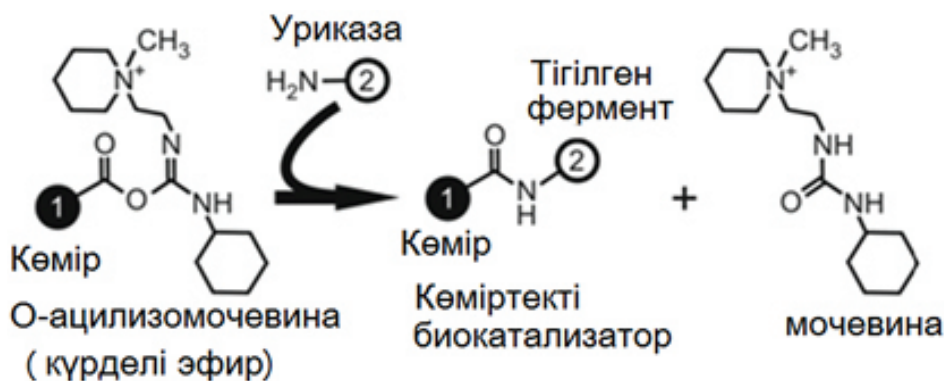
Химиялық тігіс әдісімен көміртекті тасымалдағышқа уриказа ферментін иммобилизациялау

Тотықтырудан кейін беттік қабаты зәкірлі топшен (карбоксилді) модифицирленген КТ тігуші агенттің (1-циклогексил-3-(2-морфолиноэтил) карбодиимид) сулы ерітіндісімен өңдедік, ол О-ацилизомочевина түзе отырып сурет 6 көрсетілген схема бойынша реакцияға түседі.



Сурет 6 – КТ беттік қабатындағы карбоксилді топтармен реакцияға түсетін тігуші агент реакциясының схемасы

Көміртекті материалдың беттік қабатына тігуші агентті отырғызғаннан кейін, сурет 7 көрсетілгендей уриказаның химиялық иммобилизациясы схемада ұсынылғандай өткізілді.

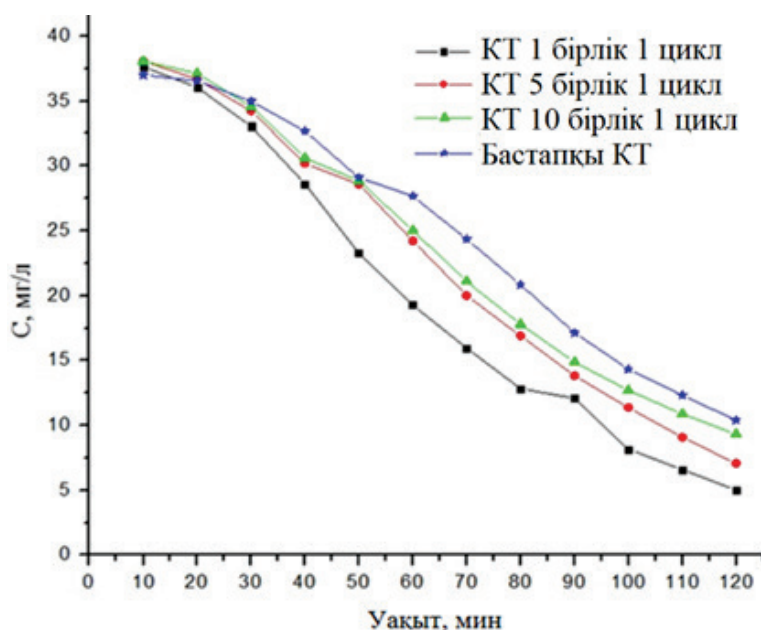


Сурет 7 – КТ беттік қабатына уриказаны химиялық жолмен тігудің схемасы

Орныққан О-ацилизомочевинаның функционалды (зәкірлі) топтарының уриказамен әсерлесуі бос аминотоптармен әрекеттесу есебінен жүреді, соның нәтижесінде көміртекті тасымалдағыш бетіне химиялық тігілу жүреді.

Иммобилизденген ұялы құрылымды көміртекті биокатализатор арқылы натрий уратын динамикалық жағдайда элиминациялау

Зәр қышқылын аллантаинға дейін тотықтыру уриказа ферменті қатысында адам ағзасындағы жалпы үрдістердің табиғатымен байланысты 40 °С температурада жүргізілді. Бастапқы кезде ұялы құрылымды көміртекті тасымалдағыштың беттік қабатына уриказа ферментінің әр түрлі мөлшері (1, 5 және 10 бірлік) иммобилизацияланды. Ал уақытқа байланысты оның УК-спектрометр көмегімен анықталған зәр қышқылының концентрациясының өзгерісі сурет 8 келтірілген.



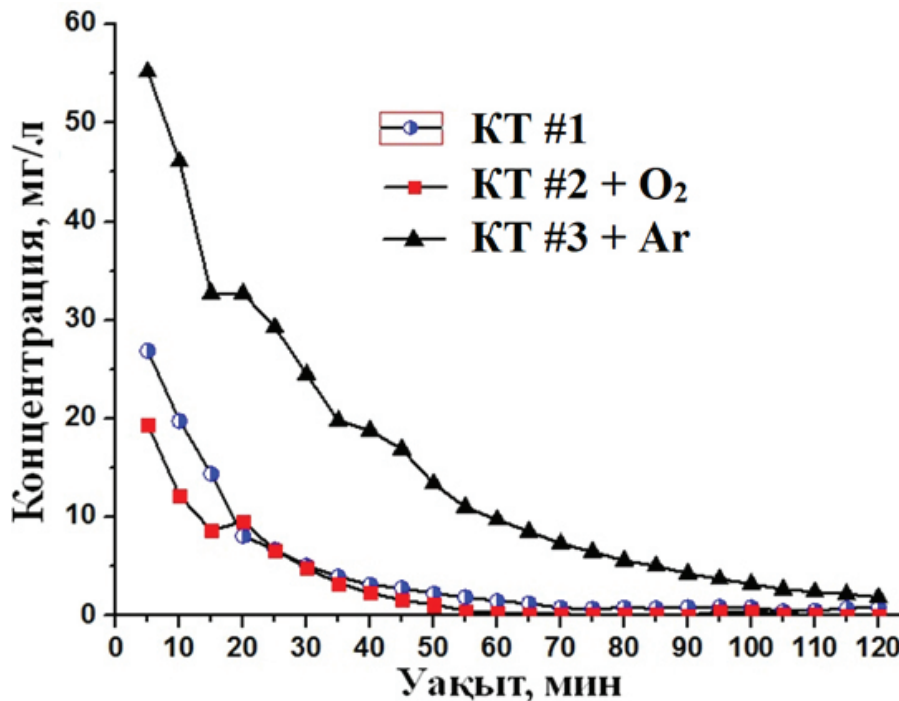
Сурет 8 – КТ арқылы натрий уратының уақыт бойынша элиминациялану көрсеткіштері

Сурет 8 көрініп тұрғандай, 5 және 10 бірлік уриказамен иммобилизденген биокатализатордың 1 бірлік уриказамен иммобилизденген КТ қарағанда тиімділігі төменірек. Себебі, олар иммобилизация үрдісінің әр сатысындағы фосфатты буфер PBS ерітіндісімен шаю кезінде жуылып кетуінде деп тұжырымдалды. Яғни, тек 1 бірлік шамасындағы уриказа құрамындағы негізгі аминқышқылдар көміртекті материалдың беттік қабатындағы функционалды топтармен жақсы берік коваленттік байланыс түзеді.

Натрий уратын элиминациялау кезінде өте зерттеуді талап ететін маңызды факторлардың бірі – ферментативтік-адсорбциялық кинетика болып табылады. Яғни, негізгі тапсырма – натрий ураты элиминациясы КТ кеуекті құрылымына адсорбциялану немесе биокатализатордың активтілігі есебінен жүретін анықтау. Сондықтан зәр қышқылының натрий тұзын 1 бірлік уриказамен иммобилизденген ұялы құрылымды КТ элиминациялау үш жағдайда зерттелген:

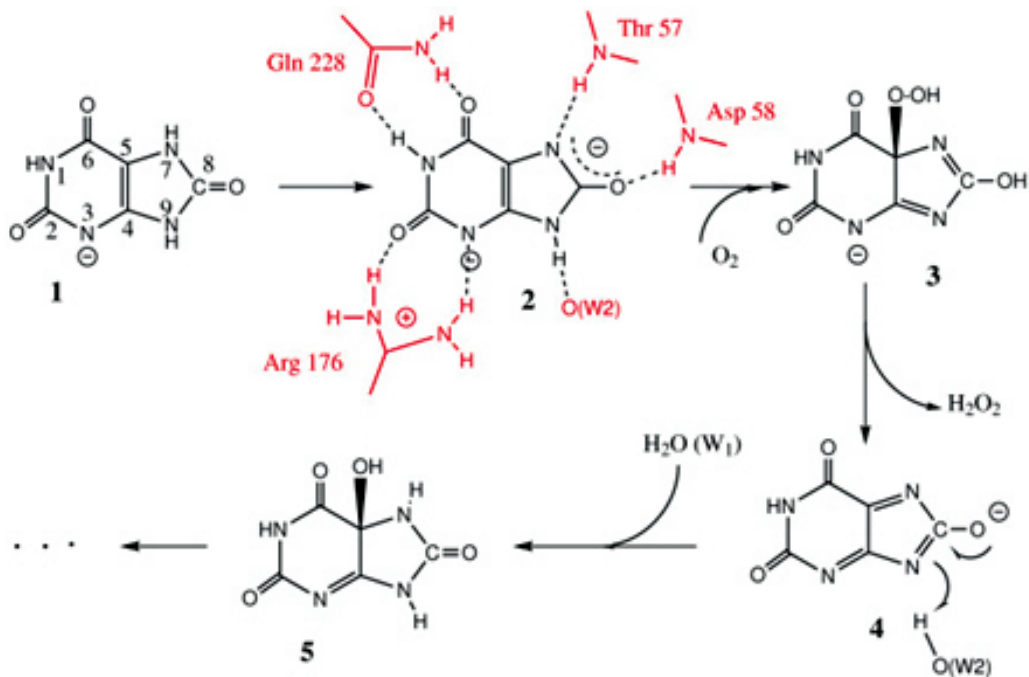
- а) таза КТ;
- б) уриказамен иммобилизденген КТ оттек қатысында;
- в) уриказамен иммобилизденген КТ арқылы инертті ортада.

Адам ағзасына аналогиялық түрде алынған 40 °С температурада өткізілген ұялы құрылымды биокатализатормен элиминацияланған натрий ураты концентрациясының уақыт бойынша әр түрлі жағдайдағы өзгерісі сурет 9 келтірілген.



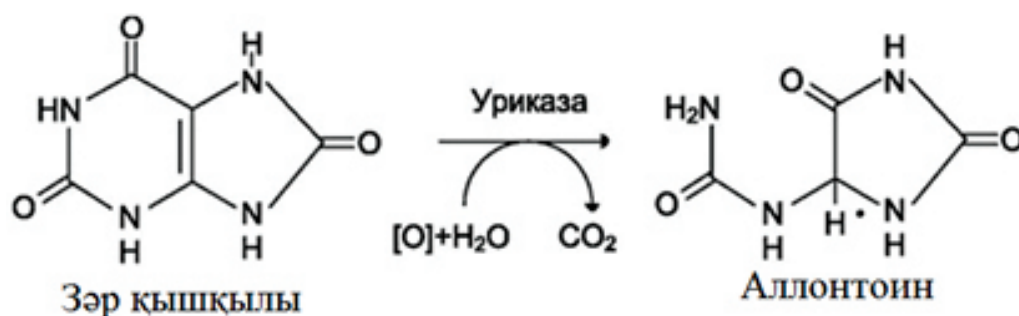
Сурет 9 – КТ арқылы зәр қышқылының натрий тұзының әр түрлі жағдайда (бастапқы КТ, иммобилизацияланған КТ оттегі қатысында және аргон қатысында) элиминициялану көрсеткіштері

Субстраттың (натрий ураты) тотығу механизмі энзим (уриказ) қатысында жүретінін 10-суреттен көруге болады. Қызыл түспен көрсетілген амин қышқыл қалдықтары (аргинин 176, глутамин 228, тирозин 57 және аспарангин 58) сутектік байланыстар арқасында субстратпен байланысады.



Сурет 10 – Зәр қышқылының ыдырау реакциясының схемалық кескіндемесі

Зәр қышқылының аллентоинға дейін тотығу реакциясының жалпы теңдеуі сурет 11 келтірілген.



Сурет 11 – Зәр қышқылының аллентоинға дейін тотығу реакциясы

Уриказаны қолданып уратты тотықтыру кезінде сутектің асқын тотығының түзілу мүмкіндігі бар. Дегенмен, мынандай мәлімет бар, көмір сутектің асқын тотығының су мен оттекке ыдырауының катализаторы болып табылады.

Сурет 9 көрініп тұрғандай, әр түрлі реакцияда өткізілген натрий уратының иммобилизацияланған КТ арқылы элиминациясы құбыла отырып жүрген. Жалпы сурет 9 байқалғанда ең жылдам жүретін элиминация оттегі қатысында жүреді. Сол себепті элиминация деңгейі оттекті ортада болғанда жоғары пайыздық көрсеткішке 95 % ие. Ал иммобилизация жүргізілмеген КТ жағдайында КТ кеуектің құрылымына сәйкес элиминация адсорбциялық түрде жүргізіліп, 90 % құрады. Дегенмен де, натрий ураты элиминациясы иммобилизацияланған КТ аргон ортасында инертті жағдайда өткізгенде жойылу 85 % құрады. Жалпы таза КТ пен оттегі қатысындағы иммобилизацияланған КТ бастапқы 5 минутта үлкен сорбциялық жылдамдыққа ие болады. Яғни, осы жағдайда иммобилизацияға оттектің әсері үлкендігін байқауға болады, сөйтіп көміртекті тасымалдағышқа натрий уратының адсорбциясы мен биокатализатордың ферменттік әсерінің айырмасы анықталды. Ферментативтік-адсорбциялық кинетикалық тұрғыдай қарасақ, таза КТ беттік қабатына отырғызылған уриказа ферменті натрий ураты субстратын элиминациялауды катализдейді, ал тиімділігі 10 % шамасында.

Қорытынды

Қазіргі күнде арзан өсімдік қалдықтарынан алынатын ұялы құрылымды иммобилизацияланған көміртекті биокатализаторлар синтезі өзекті мәселе болып табылады. Зерттеу жұмысын орындау кезінде күріш қауызы мен лигниннен өндірілген ұялы құрылымды КТ текстуралық қасиеттері зерттелді, беттік қабатына фермент иммобилизацияланған биокатализаторлар алынды, гемоперфузия кезінде науқастардың қанындағы зәр қышқылының элиминациясын тиімді ету үшін мүмкіндіктері қарастырылды, сондай-ақ натрий ураты айырылуының ферментативтік кинетикасы мен адсорбциясы зерттелді.

Зерттеу жұмысын жүзеге асыру кезінде келесідей тұжырымдар алынды:

– ұялы құрылымды КТ текстуралық қасиетінің экструзиясы мен оптимизациясы кезінде ең оңтайлы күріш қауызы мен лигниннің қатынасы – 75:25; ал карбонизация температурасы – 700 °С; ал көмірқышқыл газымен активациялық температурасы – 850 °С екендігі орнатылды;

– КТ #1 меншікті беттік ауданы мен кеуек көлемінің (1323 м²/г және 1,053 см³/г) жоғары болуы кремний диоксидін сілтілік жуу есебінен болды, ал КТ #2 үшін сәйкесінше, 492 м²/г және 0,233 см³/г құрады;

– КТ алдынала озондау беттік қабатта тігуші агентпен (1-циклогексил-3-(2-морфолиноэтил) карбодиимид мето-4-толуолсульфонат) реакцияға жақсы түсетін функционалды

(карбоксил) топтардың санын үлкейтуге мүмкіндік береді, оның беттік қабатта болуы зәр қышқылын аллантаинға дейін ыдыратуға мүмкіндік беретін уриказаның беттік қабатта иммобилизденуіне мүмкіндік жасайтыны белгіленді;

– күріш қауызы мен лигниннен синтезделген ұялы құрылымды КТ беттік қабатына химиялық жолмен уриказа ферменті (1 бірлік) иммобилизденді, алынған биокатализатордың натрий уратын элиминациялау қасиеті зерттелді;

– беттік қабатына 1 бірлік иммобилизденген ұялы құрылымды КТ оттегі қатысында концентрациясы 66 мг/л болатын зәр қышқылын 95% элиминациялауға қабілетті екендігі анықталды, ал бос КТ сол концентрациядағы зәр қышқылы ерітіндісін 90%, ал инертті ортада 85% екендігі анықталды.

Әдебиеттер тізімі

1. Strelko-Jr. V., Malik D.J., Streat M. Characterisation of the surface of oxidised carbon adsorbents // Carbon 40 (2002), 95.104
2. Robati D. Pseudo-second-order kinetic equations for modeling adsorption systems for removal of lead ions using multi-walled carbon nanotube // Journal of Nanostructure in Chemistry. – 2013. – Vol. 3. – P. 55.
3. Mansurov Z.A., Gilmanov M.K., Kerimkulova A.R., Basygaraev Zh.M., Biisenbaev M., Emmuranov M.M. Development of novel nanostructural carbon sorbents for separation of biomolecules for industrial application. – Portugal, 2007. – P. 253.
4. Bagreev A., Tarasenko Y., Ledovskikh A. Modeling of kinetics of carbon pore structure formation by steam activation // Proc. 22nd bien. Conf. on Carbon. - San-Diego, 1995. - P. 610 - 611.
5. Wei X., Li D., Xiong J. Fabrication and mechanical behaviors of an all-composite sandwich structure with a hexagon honeycomb core based on the tailor-folding approach. Composites Sci Technology. – 2019. – P. 184.
6. Ganesh A., Kumara S., Swarnalathab P., Kamatchia G., Sekaranb A. Immobilization of high catalytic acid protease on functionalized mesoporous activated carbon particles // Process Biochemistry. – 2009. – Vol. 43. – P. 185-190.
7. Góth L., Bigler N.W. Catalase deficiency may complicate urateoxidase therapy // Free Radic Res. – 2007. – Vol. 41. – P. 953-955.
8. Liu Zh., Lu D., Li J., Chen W., Liu Zh. Strengthening intersubunit hydrogen bonds for enhanced stability of recombinant urate oxidase from *Aspergillus flavus*: molecular simulations and experimental validation // Phys. Chem. Chem. Phys. – 2009. – Vol.11. – P. 333-340.
9. Jandosov J.M., Orazbekov A.T., Mansurov Z.A., Baimenov A.Zh., Howell C.A., Sandeman S.R., Mikhailovsky S.V. Removal of protein bound uraemic toxins by carbon nanoadsorbents derived from biomass // The IUMRS International Conference in Asia, 16-20 December 2013, India. – Bangalore, 2013.
10. Verdecchia P., Schillaci G., Reboldi G., Santeusano F., Porcellati C., Brunetti P. Relation between serum uric acid and risk of cardiovascular disease in essential hypertension. The PIUMA study. Hypertension. -2010.- 36.-P.1072–1078.

А. Т. Оразбеков¹, Ж. М. Жандосов², А.Ж. Байменов³,
Сейтхан Азат⁴, Н. Абдусадыков⁵, Н.Н. Нургалиев^{1*}, А.Н. Сабитова¹

¹Некоммерческое акционерное общество «Университет имени Шакарима города Семей», Семей, Казахстан

²РГП на ПХВ «Институт проблем горения», Алматы, Казахстан

³“National Laboratory Astana”, Назарбаев Университет, Астана, Казахстан

⁴Лаборатория инженерного профиля, Satbayev university, Алматы, Казахстан

⁵Общеобразовательная школа №106, Турксибский район, Алматы, Казахстан

Элиминация мочевой кислоты с помощью углеродных носителей сотовой структуры на основе рисовой шелухи и лигнина

Аннотация. Одним из перспективных направлений, которое на сегодняшний день приобретает особое значение в биомедицине, является применение в биокатализе и гемосорбции углеродных носителей сотовой структуры, поверхность которых модифицирована с помощью ферментов. Пациенты с гиперурикемией, высоким уровнем урата натрия в крови склонны к таким болезням, как подагра, хроническая почечная недостаточность и почечнокаменная болезнь.

В работе были получены углеродные носители сотовой структуры путем экструзии смеси молотой рисовой шелухи и лигнина в массовом соотношении 75:25, и дальнейшей карбонизации, десиликации, а также парогазовой активации. С помощью сканирующей электронной микроскопии, а также метода низкотемпературной адсорбции азота были исследованы морфология и текстурные характеристики углеродных носителей: была установлена нанопористость образцов; удельная поверхность по методу БЭТ составила 1323 м²/г, суммарный объем пор по модели DFT – 1,053 см³/г.

Была проведена иммобилизация фермента уриказы на поверхность углеродных носителей в количестве 1 юнит фермента на 1,5 г углеродного носителя с помощью сшивающего агента – метоп-толуолсульфонат 1-циклогексил-3-(2-морфолиноэтил) карбодиимида.

Для того, чтобы определить, происходит ли выведение субстрата урата натрия с помощью углеродных носителей за счет адсорбции и/или катализа, исследования проводились в рециркуляционной системе как в инертной среде аргона, а также в окислительной среде в присутствии кислорода при комнатной температуре.

Было выявлено, что углеродный носитель сотовой структуры, полученный из рисовой шелухи, иммобилизованный 1 юнитом уриказы, способен элиминировать до 92% мочевой кислоты из модельного раствора с концентрацией 66 мг/л при минимальном вымывании фермента, попадание которого в организм может привести к проявлению аллергии. Было обосновано, что количество юнитов уриказы на единицу массы углеродного носителя может быть минимизировано путем оптимизации методики иммобилизации фермента на поверхность углеродного носителя.

Ключевые слова: рисовая шелуха, урат натрия, уриказа, иммобилизованный биокатализатор, углеродный носитель сотовой структуры.

А.Т. Orazbekov¹, J.M. Jandosov², A.Zh. Baimenov³,
Seitkhan Azat⁴, N. Abdussadykov⁵, N.N. Nurgaliyev^{1*}, A. Sabitova¹

¹Non-Profit Joint Stock Company Shakarim University, Semey, Kazakhstan

²Institute of Combustion Problems, Almaty, Kazakhstan

³National Laboratory Astana, Nazarbayev University, Astana, Kazakhstan

⁴Laboratory of Engineering Profile, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

⁵Secondary School No. 106, Turksib District, Almaty, Kazakhstan

Uric acid elimination using honeycomb carbon support derived from rice husk and lignin

Abstract. One of the promising research area, which today is of particular importance in biomedicine, is the use of enzyme surface modified honeycomb carbon supports for biocatalysis and haemosorption. Patients suffering from hyperuricemia, with elevated blood levels of urates are prone to diseases such as gout, chronic kidney disease, nephrolithiasis and, finally, an acute renal failure.

In this work, honeycomb carbon monoliths were produced via extrusion of milled rice husk and organosolv lignin mixture at a mass ratio of 75:25, followed by carbonization, disilication, and successive

steam-gas activation. Morphology and textural characteristics of the carbon monoliths were analyzed by means of scanning electron microscopy and low-temperature nitrogen adsorption porosimetry, e.g.: nanoporosity of activated carbon samples was established; the specific surface area according to the BET-method is 1323 m²/g, and the total pore volume according to the DFT model is 1.053 cm³/g.

The uricase enzyme was immobilized on the surface of the carbon supports in the amount of 1 enzyme unit per 1.5 g of the carbon support using cross-linking agent N-cyclohexyl-N'-(2-morpholinoethyl) carbodiimide methyl-p-toluenesulfonate.

In order to elucidate whether the sodium urate substrate removal with assistance of rice husk derived honeycomb carbon support takes place due to adsorption and/or catalysis, investigation was conducted using recirculatory system, both in an inert argon atmosphere, and in an oxidizing atmosphere in presence of oxygen at room temperature.

It was established that the rice husk produced honeycomb carbon support immobilized with 1 unit of uricase is able to eliminate up to 92% of uric acid from a model solution with a concentration of 66 mg/L, due to the minimal leaching of the enzyme, the entry of which into the body can lead to the manifestation of allergy. It was substantiated that the number of uricase units per unit mass of the carbon support can be minimized by optimizing the procedure for immobilizing the enzyme on the surface of the carbon support.

Key words: rice husk, sodium urate, uricase, immobilized biocatalyst, honeycomb carbon support.

Авторлар туралы мәлімет:

Оразбеков Асылбек Тұрғанбайұлы – магистрант, Семей қаласындағы физика-математикалық бағыттағы Назарбаев Зияткерлік мектебі, Қарағайлы ықшамауданы, 1, Семей, Қазақстан

Жандосов Жақпар Маратович – химия ғылымдарының кандидаты, доцент, жетекші ғылыми қызметкер, Жану проблемалары институты, Бөгенбай батыр көшесі, 172, Алматы, Қазақстан

Байменов Альжан Жұлдасович – PhD, National Laboratory Astana аға ғылыми қызметкері, Назарбаев Университеті, Қабанбай батыр даңғылы, 53, Астана, Қазақстан

Абдусадықов Никита – №106 жалпы білім беретін мектептің оқушысы, Фучик көшесі, 44, Алматы, Қазақстан

Азат Сейтхан – PhD, қауымдастырылған профессор, инженерлік бейіндегі зертхана меңгерушісі, Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ, Қ. Сәтпаев көшесі, 22, Алматы, Қазақстан

Нурғалиев Нуржан Нурлыбекович – PhD, Шәкәрім атындағы университеттің Химиялық технология және экология кафедрасының аға оқытушысы, Глинки көшесі, 20 «а», Семей, Қазақстан

Сабитова Альфира Нуржановна – PhD, Шәкәрім атындағы университеттің Химиялық технология және экология кафедрасының меңгерушісі, Глинки көшесі, 20 «а», Семей, Қазақстан

Orazbekov Assylbek Turganbayuly – Master's student, Nazarbayev Intellectual School of Physics and Mathematics, Karagaily microdistrict, 1, Semey, Kazakhstan

Zhandosov Zhakpar Maratovich – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher, Institute of Gorenje Problems, Bogenbai batyr str., 172, Almaty, Kazakhstan

Baumenov Alzhan Zhuldasovich – PhD, Senior Researcher at National Laboratory Astana, Nazarbayev University, Kabanbai Batyr avenue, 53, Astana, Kazakhstan

Abdusadykov Nikita – student of secondary school №106, Fuchika str., 44, Almaty, Kazakhstan

Azat Seitkhan – PhD, Associate Professor, Head of Engineering Laboratories, KazNTU named after Satpayev, K. Satpayev str., 22, Almaty, Kazakhstan

Nurgaliev Nurzhan Nurlybekovich – PhD, Senior Lecturer of the Department of Chemical Technology and Ecology of Shakarim University, Glinka str., 20 «a», Semey, Kazakhstan

Sabitova Alfira Nurzhanovna – PhD, Head of the Department of Chemical Technology and Ecology of Shakarim University, Glinka str., 20 «a», Semey, Kazakhstan

М.В. ФронтасьеваОбъединенный институт ядерных исследований, Дубна, Россия
(E-mail: marina@nf.jinr.ru)**О Программе Организации Объединенных Наций
«Атмосферные выпадения тяжелых металлов в Европе –
оценки на основе анализа мхов-биомониторов»**

Аннотация. Одним из важнейших аспектов в решении задач охраны окружающей среды и здоровья человека является контроль качества атмосферного воздуха. К наиболее опасным загрязнителям окружающей среды относятся тяжелые металлы (ТМ). В большинстве европейских стран потребность в изучении последствий их воздействия на окружающую среду и здоровье человека привела к созданию национальных и международных программ по биомониторингу атмосферных выпадений тяжелых металлов. Данные об атмосферных выпадениях ТМ и других токсичных элементов собираются на основе анализа мхов-биомониторов, служащих аналогом аэрозольных фильтров. Под эгидой Комиссии ООН по трансграничному переносу атмосферных выпадений в Европе (UNECE ICP Vegetation) каждые 5 лет издается Атлас атмосферных выпадений тяжелых металлов. В статье сообщается об вкладе интернационального коллектива сектора нейтронного активационного анализа и прикладных исследований ЛНФ ОИЯИ в эти Атласы, начиная с 1995 года. Изучение атмосферных выпадений тяжелых металлов и других токсичных элементов в ряде стран-участниц и неучастниц ОИЯИ (Азербайджан, Албания, Армения, Беларусь, Болгария, Греция, Грузия, Казахстан, Молдова, Польша, Румыния, Словакия, Западная Украина, Северная Македония, Сербия и Хорватия), включая некоторые территории Центральной России (Московская, Тульская, Тверская, Ивановская, Ярославская, Владимирская, Самарская, Рязанская области), а также Южный Урал и Северный Кавказ (Республика Ичкерия, Северная Осетия) позволило выявить и оценить ареалы этих загрязнений на исследованных территориях и провести сравнение с уровнями аналогичных загрязнений в странах Западной Европы. В настоящее время обсуждается возможность расширения этой программы на страны Азии и Тихоокеанского побережья.

Ключевые слова: биомониторинг атмосферных выпадений, тяжелые металлы, стойкие органические загрязнители, радионуклиды, микропластик, космическая пыль, нейтронный активационный анализ, физико-химические методы анализа.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-6771-2023-143-2-23-35>

Введение

Метод мхов-биомониторов в сочетании с ядерно-физическими аналитическими методами анализа регулярно используется в течение последних 40 лет в странах Западной Европы для изучения атмосферных выпадений тяжелых металлов (ТМ), а за последние 25 лет он нашел распространение и в странах Восточной Европы. В ряде европейских стран потребность в изучении последствий воздействия тяжелых металлов на окружающую среду привела к созданию национальных и международных программ по биомониторингу атмосферных выпадений тяжелых металлов. В рамках международной программы «Атмосферные выпадения тяжелых металлов в Европе – оценки на основе анализа мхов-биомониторов» [1] с периодичностью в 5 лет под эгидой ООН издается Европейский Атлас атмосферных выпадений ТМ. Цель этой программы – качественно и количественно охарактеризовать распределение региональных атмосферных выпадений в Европе, выделить местоположение важных источников загрязнения ТМ и дать ретроспективную картину сравнения с такими же исследованиями, повторяющимися каждые 5 лет.

Концентрации ТМ во мхах хорошо коррелируют с атмосферными выпадениями, а переход к абсолютным величинам содержания ТМ в воздухе через калибровку по общему количеству осадков достаточно прост [2]. Кроме определения ТМ, Программа включает в себя анализ азота, а начиная с 2010 года – стойких органических загрязнителей (главным образом, полициклических ароматических углеводородов), с 2015 года - радионуклидов и в последнее время анализ микропластика и космической пыли.

Организация Объединенных Наций создала специальную Экономическую Комиссию для Европы, которая призвана формировать научную политику стран, подписавших Конвенцию ООН в области изучения критических уровней озона и оценки атмосферных выпадений тяжелых металлов в Европе по методологии, основанной на одномоментном сборе и анализе мхов-биомониторов. Информацию о деятельности этой Комиссии можно найти на сайте <http://icrvegetation.ceh.ac.uk>.

В 1998 году 36 стран, в том числе и Россия, подписали Конвенцию ООН по контролю выбросов ТМ в атмосферу с помощью биомониторинга (Протокол Архуса). В Протоколе говорится, что «подход, основанный на биомониторинге атмосферных выпадений, должен интегрировать информацию для формулирования будущих оптимизированных стратегий контроля с учетом экономических и технологических факторов». Были определены выбросы кадмия, свинца и ртути, поскольку они являются наиболее токсичными металлами. Объединенная целевая группа Всемирной организации здравоохранения / Конвенции по аспектам загрязнения воздуха для здоровья (Целевая группа по здоровью) провела более подробную оценку потенциального риска для здоровья от приоритетных металлов кадмия, свинца и ртути в Европе [3].

Как упоминалось в рабочем плане Конвенции на 2014–2015 годы [4], более активная ратификация и связанное с этим принятие решений по улучшению качества воздуха особенно важны для стран Восточной Европы, Кавказа, Центральной Азии и Юго-Восточной Европы. Самое последнее обследование мхов в Европе и за ее пределами было проведено в 2015/2016 гг., в нем приняли участие 36 стран (Таблица 1) с отбором проб мхов примерно с 5100 участков пробоотбора, на этот раз с участием Армении, Азербайджана, Грузии, Казахстана, Молдовы, Монголии, Таджикистана и Турции.

Таблица 1. История биомониторинга со мхами в Европе

Год	Сбор мхов, число стран	Координаторы
1968	Метод мхов-биомониторов впервые предложен	Åke Rühling and Germund Tyler (Университет в Лунде, Швеция)
1975	Первый общенациональный одномоментный сбор мхов-биомониторов в Швеции	Åke Rühling (Университет в Лунде, Швеция)
1977	Первый общенациональный одномоментный сбор мхов-биомониторов в Норвегии	Eiliv Steinnes (Университет в Трондхейме, Норвегия)
1985	Первый совместный одномоментный сбор мхов-биомониторов в Северных странах (Дания, Финляндия, Норвегия, Швеция)	Åke Rühling (при поддержке Совета Министров Северных стран)
1990	Первый европейский одномоментный сбор мхов-биомониторов в странах Северной Европы и Балтии	Åke Rühling (Университет в Лунде, Швеция)
1995	Второй Европейский одномоментный сбор мхов-биомониторов (28 стран)	Åke Rühling (Швеция) and Eiliv Steinnes (Норвегия)
2000	Третий Европейский одномоментный сбор мхов-биомониторов (28 стран)	Alan Buse (ICP Vegetation, Университет в Бангоре, Великобритания)
2005	Четвертый Европейский одномоментный сбор мхов-биомониторов (28 стран)	Harry Harmens (ICP Vegetation, Университет в Бангоре, Великобритания)
2010	Пятый Европейский одномоментный сбор мхов-биомониторов (27 стран)	Harry Harmens (ICP Vegetation, Университет в Бангоре, Великобритания)
2015	Шестой Европейский одномоментный сбор мхов-биомониторов (36 стран)	Марина Фронгасьева (ОИЯИ, Российская Федерация)

В Отчете [5] по последнему обследованию представлены данные о концентрации 12 металлов в естественно растущих мхах: алюминий (Al), сурьма (Sb), мышьяк (As), кадмий (Cd), хром (Cr), медь (Cu), железо (Fe), ртуть (Hg), никель (Ni), свинец (Pb), ванадий (V) и цинк (Zn). Алюминий является хорошим индикатором минеральных частиц, главным образом переносимой ветром почвенной пыли [2, 6], поскольку он присутствует в высоких концентрациях в земной коре. Сурьма в земной коре присутствует в очень низких концентрациях и обычно считается хорошим индикатором переноса антропогенных загрязнений на большие расстояния [2]. Увеличение производства и использования сурьмы в последние десятилетия привело к обогащению арктического воздуха более чем на 50%. Учитывая, что токсичность сурьмы сравнима с токсичностью свинца, в настоящее время сурьма заменила свинец в ряду потенциально токсичных микроэлементов в арктической атмосфере, что может иметь более широкое значение во всем мире для экосистемы и здоровья человека в будущем [7]. Некоторые страны определили во мхах гораздо больше дополнительных элементов, включая набор редкоземельных элементов, уран (U) и торий (Th), но они в этот отчет не включены. По сравнению с 1990 годом число участвующих стран значительно увеличилось (Таблица 2).

Таблица 2. Страны (регионы), предоставившие данные по одномоментному сбору мхов-биомониторов 2015/2016 гг. [5]

Центральная Европа		Юго-Восточная Европа	Страны бывшего СССР	Другие
Австрия ^{N,CO2s}	Латвия ^{N, CO2 s}	Албания	Армения	Канада
Чехия	Норвегия ^{CO2}	Болгария	Азербайджан	Монголия
Дания (Faroe Islands)	Польша ^N	Север Греции	Беларусь	Вьетнам
Эстония ^N	Словакия ^N	Сверная Македония	Грузия	
Франция ^N	Испания-Ройя ^{N, CO2}	Румыния ^N	Казахстан	
Германия ^{N,CO2}	Швеция ^{N, CO2}	Сербия	Молдавия	
Исландия	Швейцария ^{N, CO2}	Словения ^N	Россия	
Ирландия ^{N, CO2}		Турция-Север	Таджикистан	
Италия, Больцано ^N			Украина	

Примечание: все страны представили данные по тяжелым металлам;
N и CO₂: страны, которые также представили данные по азоту и CO₂ соответственно.

В качестве примера на Рис. 1 приведена карта распределения мышьяка на исследуемых территориях. Концентрации мышьяка во мхах, как правило, низкие в Северной Европе, Ирландии и Германии. Высокие уровни мышьяка наблюдались в южных и восточных странах, при этом средний уровень выше 1,0 мг/кг зарегистрирован в Таджикистане, северной Турции, Казахстане, Монголии, Армении, северной Греции, Азербайджане и Румынии. В Западной Европе относительно высокие концентрации мышьяка были зарегистрированы на большей части территории Франции, Риохи (Испания), южной части Норвегии и восточной части Исландии. По сравнению с 2010 годом средняя концентрация мышьяка увеличилась в Албании, Беларуси, Румынии, Российской Федерации (где пробы мхов были отобраны в дополнительных регионах по сравнению с 2010 годом) и Швейцарии.

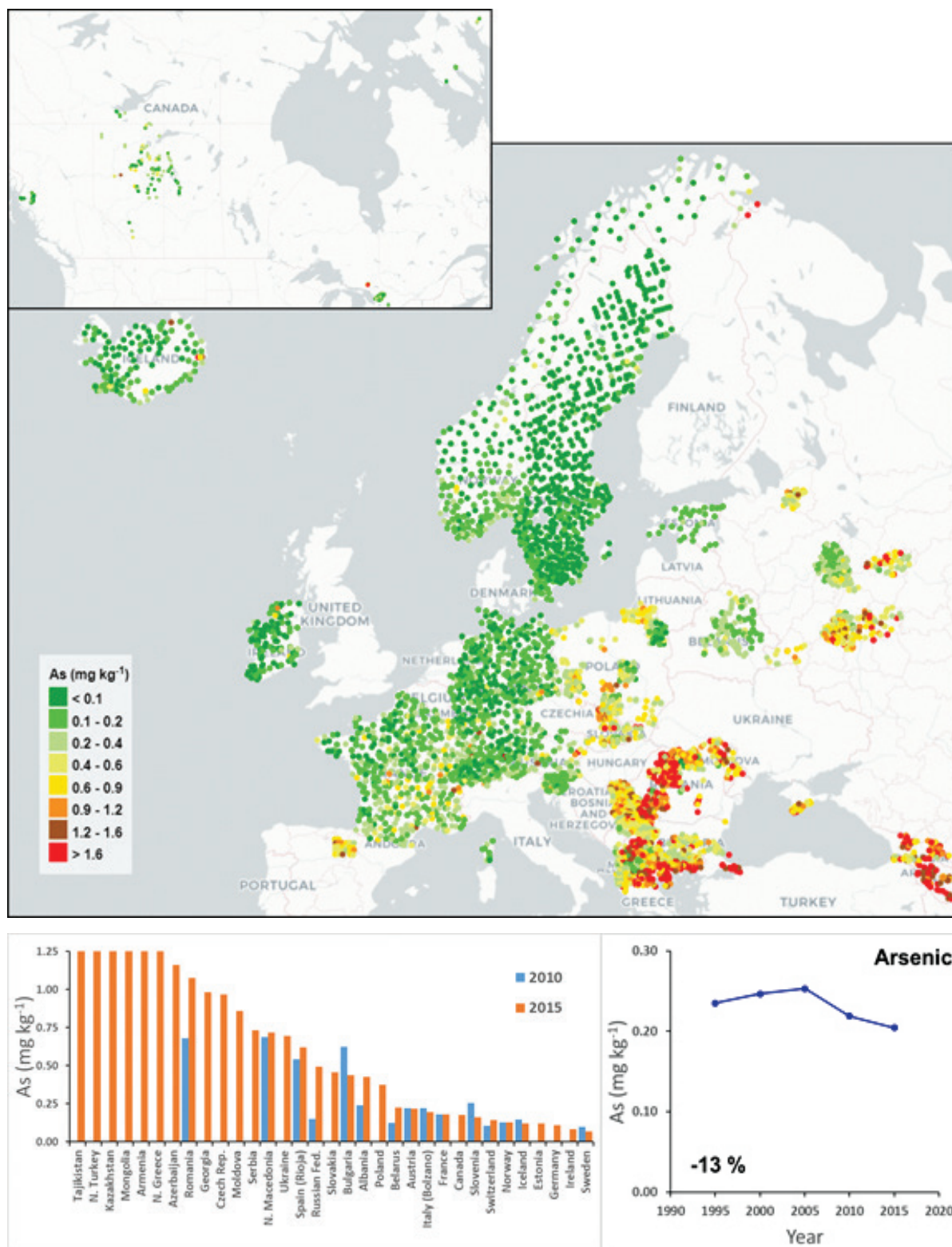


Рис. 1. Концентрация мышьяка во мхах, собранных в 2015/2016 гг. [5]

В прошлом мхи предлагались в качестве биомониторов СОЗ: полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) и полихлорированные бифенилы (ПХБ) [8]. Для исследования 2015 года было предложено распространить пилотное исследование, проведенное в 2010 году, на другие страны и сосредоточить внимание на ПАУ, ПХБ, полибромдифениловых эфирах (ПБДЭ), диоксинах и перфтороктановой сульфоновой кислоте и ее солях (ПФОС), однако и другие СОЗ могут включаться, если они представляют национальный интерес. Рекомендуемый список СОЗ можно найти в Руководстве по мониторингу мхов 2020 г. [9]. Некоторые страны заинтересованы в данных по распределению радионуклидов (главным образом, Cs-137) на исследуемых территориях [10], а также оценке атмосферных выпадений микропластика [11] и космической пыли [12].

Вклад Объединенного института ядерных исследований в Программу ООН по воздуху Европы

Начиная с 1995 года Сектор нейтронного активационного анализа и прикладных исследований (СНААПИ) ЛНФ ОИЯИ принимает участие в Европейской программе «Атмосферные выпадения тяжелых металлов в Европе – оценки на основе анализа мхов» («Atmospheric Heavy Metal Deposition in Europe – Estimations Based on Moss Analysis»). Первым вкладом в Отчет 1995/1996 [13] года были результаты по Восточным Карпатам Румынии [14]. В 1999 году проект Сектора НАА и прикладных исследований «Исследование атмосферных выпадений тяжелых металлов в некоторых промышленных регионах России, Польши, Румынии, Чешской Республики, Болгарии и Словакии с использованием метода мхов-биомониторов и ядерно-физических методов анализа и ГИС-технологий» был включен в проблемно-тематический план Объединенного института. Благодаря тому, что в состав ОИЯИ входили страны Восточной Европы, их удалось привлечь в Программу ООН по воздуху Европы и поддержать их участие в Программе грантами Полномочных Представителей стран-участниц в ОИЯИ: Польши [15], Болгарии [16], Чешской Республики [17], Словакии [18] и двумя грантами Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) – для проведения работ на Южном Урале [19] и Румынии [20]. Силами Сектора НАА ЛНФ ОИЯИ были также проведены пилотные исследования в Центральной России (Тульская область [21], Тверская и Ярославская области [22]), на Западной Украине [23], в северной Сербии и Боснии [24], а в 2002 году – в Македонии [25] совместно со специалистами этих стран. В последующие годы число научных групп, сотрудничающих с ЛНФ ОИЯИ, существенно увеличилось: присоединились Хорватия [26], Греция [27, 28], Албания [29], Италия, Нидерланды, Молдова [30], Монголия, Таджикистан [31], Турция [32]; Азербайджан [33], Армения [34], Беларусь [35], Грузия [36]; расширился круг участников в Российской Федерации: Московская [37], Владимирская, Ленинградская, Самарская [38], Рязанская, области, а также Южный Урал (Удмуртия) [39] и Северный Кавказ (Республика Ичкерия, Северная Осетия [40]). Кроме того, была проведена большая работа по привлечению в Программу научных групп нескольких университетов и средних школ к сбору мхов-биомониторов в тех регионах, где они находились. Результаты этих работ отражены в публикациях, дипломных работах и нескольких кандидатских диссертациях. В общей сложности с 2000 по 2010 годы с помощью инструментального нейтронного активационного анализа (НАА) на импульсном реакторе ИБР-2 и атомной абсорбционной спектрометрии (ААС) в Дубне было проанализировано более 4000 образцов и результаты были переданы в Комиссию ООН по трансграничному переносу атмосферных загрязнений в Европе для включения в Европейский Атлас Атмосферных выпадений 2000/2001 года [41] 2005/2006 [42], 2010/2011 [43] и 2015/2016 [5].

В 2014 году по решению Секретариата ООН координация Программой из Великобритании перешла в ОИЯИ, которая продолжалась до февраля 2023 года. На облачной платформе ОИЯИ была создана система сбора и анализа информации (Data

Management System), передаваемой участниками Программы в ОИЯИ (www.moss.jinr.ru) [44].

Аналогичные пилотные проекты были реализованы в СШАПИ ЛНФ ОИЯИ совместно с учеными Китая [45, 46] и Южной Кореи [47]. В этот период еще три азиатских страны-участницы ОИЯИ – Монголия, Вьетнам и Казахстан – проявили интерес к сотрудничеству с Сектором НАА в Дубне. Результаты этого сотрудничества отражены в нескольких совместных публикациях, например, [48, 49].

В последнем одномоментном сборе мхов-биомониторов в Европе и не только в Европе в 2020/2021/2022 гг приняли участие 39 стран, которые передали в систему www.moss.jinr.ru результаты анализа более 4000 образцов мхов-биомониторов. Так выглядит карта этого последнего пробоотбора (Рис. 2).

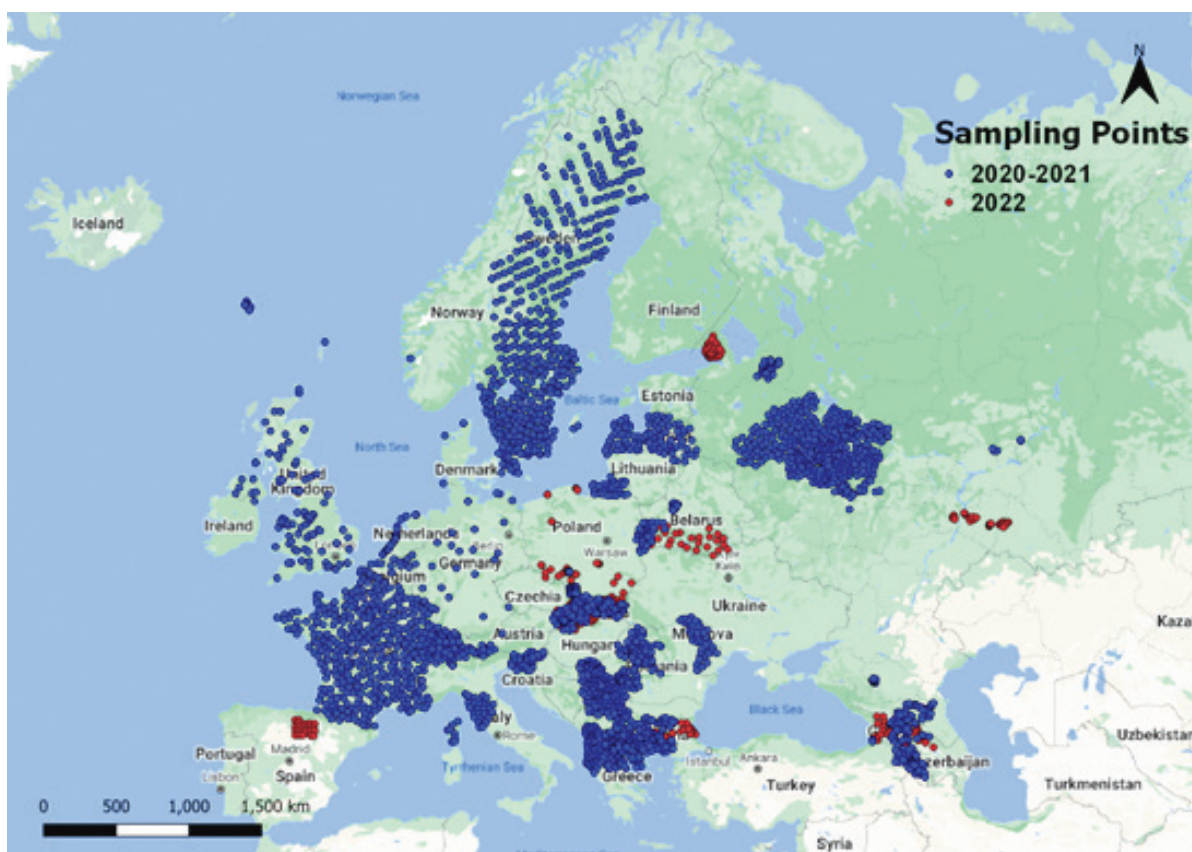


Рис. 2. Карта пробоотбора мхов-биомониторов в Европе в 2020/2021/2022. Пробоотбор 2022 года отмечен красным цветом

В настоящее время в планы СШАПИ входит распространение методики биомониторинга атмосферных выпадений ТМ, радионуклидов, CO₂, микропластика и космической пыли в странах Азии и Тихоокеанского региона.

Метод мхов-биомониторов

Мхи эффективно концентрируют большинство ТМ и других следовых (trace) элементов из воздуха и осадков. Более того, они не имеют корневой системы и, следовательно, вклад других источников, кроме атмосферных выпадений, в большинстве случаев ограничен. Некоторые типы мхов (*Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Hypnum copressiforme*)

распространены в широком интервале умеренных климатических зон, а их растущая часть такова, что годовой прирост может быть легко идентифицирован. Сбор образцов несложен, анализ мхов значительно проще, чем осадков, период экспозиции может быть точно определен – обычно для анализа берется трехлетний прирост мха [9].

Ядерно-физические методы анализа: НАА и ААС

Применение нейтронного активационного анализа (НАА) для исследования мхов-биомониторов позволяет определить до 45 элементов: Ag, Al, **As**, Au, Ba, Br, Ca, Ce, Cl, Co, **Cr**, Cs, Dy, Eu, **Fe**, Hf, **Hg**, I, In, K, La, Lu, Mg, Mn, Mo, Na, Nd, **Ni**, Rb, Sb, Sc, Se, Sn, Sm, Sr, Ta, Tb, Th, Ti, V, U, W, Yb, Zn, Zr. Важные с экологической точки зрения элементы **Cd**, **Cu**, **Hg**, **Pb** определяются дополнительно, методом атомной абсорбционной спектроскопии (ААС). Определяемый набор элементов существенно превышает число элементов (отмечены жирным шрифтом), которые включает Европейский Атлас. Не все из вышеперечисленных элементов являются элементами-загрязнителями воздуха, они определяются многоэлементным анализом без существенных дополнительных затрат и могут быть использованы в качестве трейсеров трансграничного переноса воздушных масс.

НАА проводится на импульсном реакторе ИБР-2 в ЛНФ ОИЯИ в Дубне с использованием активации тепловыми нейтронами наряду с полным спектром нейтронов. Измерение наведенной гамма-активности проводится с помощью Ge(Li) детекторов с разрешением 2,5-3 кэВ для гамма-линии 1332 кэВ ^{60}Co , а также HPGe детектора с разрешением 1,9 кэВ для гамма-линии 1332 кэВ ^{60}Co .

Для обработки гамма-спектров и расчета концентраций элементов используется пакет программ, разработанный в ЛНФ ОИЯИ [50]. Содержания элементов рассчитываются относительным методом с использованием аттестованных эталонных материалов Lichen-336 (лишайник, МАГАТЭ), DK-1 (Датский мох), Pine Needles (иглы сосны, NIST).

Определение Cd, Cu, Hg и Pb проводят в химической аналитической лаборатории СНААПИ с использованием атомной абсорбционной спектроскопии (ААС iCE3500 Thermo Scientific), а с 2020 года с использованием оптико-эмиссионного спектрометра с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-ОЭС). Погрешность определения концентрации для большинства элементов лежит в пределах 5-10% и лишь в некоторых случаях составляет 20-25%. Аналитические особенности обоих методов описаны в цитируемых выше статьях [см., например, 37].

Заключение

Существующие данные по концентрации тяжелых металлов во мхах от предыдущих одновременных сборов, а также от планируемого в 2025 году очередного сбора и анализа являются неоценимым источником информации для международных переговоров и оценки загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами. Создание Комиссии ООН по изучению трансграничного переноса воздушных загрязнений явилось следствием озабоченности уровнем накопления тяжелых металлов в экосистемах и их воздействием на окружающую среду и здоровье человека.

Данные по одномоментному сбору мхов-биомониторов на больших территориях позволяют оценивать как пространственные, так и временные тренды (концентрации) тяжелых металлов, а также идентифицировать области с высоким уровнем атмосферных в результате трансграничного переноса воздушных загрязнений.

Для подобного анализа чрезвычайно важно, чтобы сбор образцов проводился по всей Европе, а теперь и Азии с последующим статистическим анализом данных исследования мхов для понимания факторов, в первую очередь влияющих на изменение концентрации тяжелых металлов и азота во мхах, а также CO₂, радионуклидов, микропластика и космической пыли. Применение спутниковых данных позволит прогнозировать атмосферные выпадения тяжелых металлов [51, 52]

Реализация мониторинговых проектов на территории Европейской России, Сибири и Дальнего Востока позволит внести вклад России в общеевропейскую систему мониторинга в Европе и будет способствовать внедрению этой хорошо апробированной методологии для изучения ареалов загрязнений атмосферными выпадениями ТМ в России, особенно на территориях, подверженных сильному антропогенному воздействию.

Независимо от Европейского Атласа, силами российских специалистов с привлечением современных ГИС технологий, (географических информационных систем), разработанных в России, может быть создан Атлас атмосферных выпадений ТМ и других токсичных элементов на территории России и сотрудничающих с ОИЯИ стран.

Расширение Программы в Азию и страны Тихоокеанского региона явится новой страницей в биомониторинге атмосферных выпадений токсичных веществ в целом.

Благодарности

Интернациональный коллектив Сектора НАА ЛНФ ОИЯИ выражает глубокую благодарность Дирекции ОИЯИ за поддержку работ по биомониторингу в рамках нового научного направления ОИЯИ – Науки о жизни.

Список литературы

1. Frontasyeva M.V., Steinnes E., Harmens H. Monitoring long-term and large-scale deposition of air pollutants based on moss analysis. Chapter in a book «Biomonitoring of Air Pollution Using Mosses and Lichens: Passive and Active Approach – State of the Art and Perspectives» (Nova Science Publishers, New-York, USA, 2016.) URL: <https://novapublishers.com/shop/biomonitoring-of-air-pollution-using-mosses-and-lichens-a-passive-and-active-approach-%E2%80%92-state-of-the-art-research-and-perspectives/>
2. Berg T., Steinnes E. Use of mosses (*Hylocomium splendens* and *Pleurozium schreberi*) as biomonitors of heavy metal deposition: from relative to absolute deposition values. *Environmental Pollution*, 98(1), 61-71(1997). [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(97\)00103-6](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(97)00103-6)
3. WHO (2007). Health risks of heavy metals from long-range transboundary air pollution. World Health Organization. URL:http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0007/78649/E91044.pdf?ua=1 (Accessed 02.03.2020)
4. UNECE (2014). Effects of air pollution on natural vegetation and crops. Report by the Programme Coordinating Centre of the International Cooperative Programme on Effects of Air Pollution on Natural Vegetation and Crops. The United Nations Economic Commission for Europe. ECE/EB.AIR/WG.1/2014/8. URL:https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2014/AIR/WGE/ECE_EB_AIR_WG.1_2014_8_ENG.pdf (Accessed 02.03.2020)
5. Frontasyeva M., Harmens H., Uzhinskiy A., Chaligava O. et al. (2020). Mosses as biomonitors of air pollution: 2015/2016 survey on heavy metals, nitrogen and POPs in Europe and beyond. Report of the ICP Vegetation Moss Survey Coordination Centre, Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russian Federation, 136 pp. URL:http://www1.jinr.ru/Books/Books_rus.html
6. Zechmeister H.G., Grodzińska K., Szarek-Łukaszewska G. Bryophytes. In: Markert, B.A., Breure, A.M., Zechmeister, H.G. (Eds.), *Bioindicators and biomonitors*. Elsevier Science Ltd., Amsterdam, 329-375(2003).
7. Krachler M., J. Zheng, R. Koerner, C. Zdanowicz, D. Fisher, W. Shotyk. Increasing atmospheric antimony contamination in the northern hemisphere: snow and ice evidence from Devon Island. *Arctic Canada. J. Environ. Monit.*, 7, 1169-1176(2005), URL:<https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2005/em/b509373b>
8. Harmens H., Foan L., Simon V., & Mills G. (2013a). Terrestrial mosses as biomonitors of atmospheric POPs pollution: A review. *Environmental Pollution*, 173, 245–254. URL:<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749112004447>
9. Frontasyeva M., Harmens H. et al. (2019). Monitoring of Atmospheric Deposition of Heavy Metals, Nitrogen And Pops In Europe Using Bryophytes. *Monitoring Manual*. URL:<https://icpvegetation.ceh.ac.uk/get-involved/manuals/moss-survey> (in English); <https://icpvegetation.ceh.ac.uk/sites/default/files/MOSS-MANUAL-RUS%20-2020-final.pdf> (in Russian).

10. Steinnes E. Passive moss biomonitoring: Atmospheric deposition of radionuclides - Methodological aspects and practical limitations. Chapter in a book «Biomonitoring of Air Pollution Using Mosses and Lichens: Passive and Active Approach – State of the Art and Perspectives», Nova Science Publishers, New-York, USA, 2016. URL:<https://novapublishers.com/shop/biomonitoring-of-air-pollution-using-mosses-and-lichens-a-passive-and-active-approach-%E2%80%92-state-of-the-art-research-and-perspectives/>
11. Roblin B., Aherne J. Moss as a biomonitor for the atmospheric deposition of anthropogenic microfibers. *Science of The Total Environment*, Vol. 715, 1 May 2020, 136973. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136973>
12. Frontasyeva M.V., Tselmovich V. A., Steinnes E. Atmospheric deposition of cosmic dust studied by moss analysis. 81st Annual Meeting of The Meteoritical Society 2018 (LPI Contrib. No. 2067), 6160.pdf. URL:<https://www.hou.usra.edu/meetings/metsoc2018/pdf/6160.pdf>
13. Rühling Å., Steinnes E. Atmospheric Heavy Metal Deposition in Europe 1995-1996. *NORD Environment*, NORD 1998:15 (1998).
14. Lucaciu A., Frontasyeva M.V., Steinnes E., Cheremisina Ye.N., Oprea C., Progulova T.B., Spiridon S., Staicu L., Timofte L. Atmospheric Deposition of Heavy Metals in Romania Studied by the Moss Biomonitoring Technique Employing Nuclear and Related Analytical Techniques and GIS Technology, *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 240(2), 457-458(1999).
15. Grodzinska K., Frontasyeva M., Szarek-Lukaszewska G., Klich M., Kucharska-Fabis A., Ostrovnyaya T., Gundorina S.F. Trace element contamination in industrial regions of Poland studied by moss monitoring. *Environmental Monitoring and Assessment.*, 87(3), 255-270(2003).
16. Stamenov J., Iovchev M., Vachev B., Gueleva E., Yurukova L., Ganeva A., Mitrikov M., Antonov A., Strentz A., Vrbanov Z., Batov I., Damov K., Marinova E., Frontasyeva M.V., Pavlov S.S., Strelkova L.P. New results from air pollution studies in Bulgaria (Moss Survey 2000-2001). Preprint JINR, E14-2002-204, Dubna, 2002.
17. Thinova L., M. Frontasyeva, K. Vergel, E. Bayushkina Assessment of contamination with trace elements and man-made radionuclides around Temelin Nuclear Power Plant in Czech Republic. *Radiation Physics and Chemistry*, 104,432-435(2014).
18. Florek M., Frontasyeva M.V., Mankovska B., Oprea K., Pavlov S.S., Steinnes E., Sykora I. Air pollution with heavy metals and radionuclides in Slovakia studies by the moss biomonitoring technique. JINR preprint, E3-2001-155, Dubna, 2001. Proceedings of the 9th Int. Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei (ISINN-9), May 23-26, 2001, Dubna, Russia.
19. Frontasyeva M.V., Steinnes E., Lyapunov S.M., Cherkintsev V.D., Smirnov I.L., Biomonitoring of Heavy Metal Deposition in the South Ural Region: Some preliminary results obtained by nuclear and related techniques, *J. Radioanal. Nucl. Chem.* 2000, Vol. 245, No. 2, p. 415-420.
20. Culicov O.A., Frontasyeva M.V., Steinnes E., Okina O.S., Santa Zs., Todoran R. Atmospheric deposition of heavy metals around the lead and copper-zinc smelters in Baia Mare, Romania, studied by the moss biomonitoring technique, neutron activation analysis and flame atomic absorption spectrometry. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*,254(1),109-115(2022).
21. Ermakova E.V., Frontasyeva M.V., Steinnes E. Investigation of atmospheric deposition of heavy metals and other elements in the territory of Tula Region by means of moss biomonitors. URL: [http://www1.jinr.ru/Preprints/2002/137\(E14-2002-137\).pdf](http://www1.jinr.ru/Preprints/2002/137(E14-2002-137).pdf) (in Russian).
22. Ermakova, E.V., Frontasyeva, M.V., Pavlov, S.S. et al. Air Pollution Studies in Central Russia (Tver and Yaroslavl Regions) Using the Moss Biomonitoring Technique and Neutron Activation Analysis. *J Atmos Chem.* 49,549–561 (2004). <https://doi.org/10.1007/s10874-004-1265-0>
23. Blum O., Culicov O.A., Frontasyeva M.V. Heavy metal deposition in Ukrainian Carpathians (Zakarpattia and Chernivtsi regions): regional biomonitoring, Proceedings of the EuroBionet 2002, 2-6 November 2002, Stuttgart.
24. Frontasyeva M.V., Galinskaya T.Ye., Krmar M., Matavuly M., Pavlov S.S., Radnovich D., Steinnes E. Atmospheric deposition of heavy metals in Serbia studies by moss biomonitoring, neutron activation analysis and GIS technology. Preprint JINR, E18-2002-144, Dubna, 2002 (Submitted to *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*).
25. Barandovski L., Cekova M., Urumov V., Frontasyeva M.V., Pavlov S.S., Sazonov A.S., Povtoreiko E.A. Air pollution studies in R.Macedonia using moss biomonitoring technique, neutron activation analysis and GIS technology
26. Špirić Z., I. Vučković, T. Stafilov, V. Kušan, M. Frontasyeva, Air pollution study in Croatia using moss biomonitoring and ICP–AES and AAS analytical techniques, *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 65(1), 33-46(2013)

27. Saitanis C.J., M.V. Frontasyeva, E. Steinnes, M.W. Palmer, T.M. Ostrovnaya, S.F. Gundorina. Spatiotemporal distribution of airborne elements monitored with the moss bags technique in the Greater Thriasion Plain, Attica, Greece. *Environmental Monitoring and Assessment*. 185(1), 955-968(2013).
28. Betsou Ch., E. Tsakiri, N.s Kazakis, A. Vasilev, M. Frontasyeva, A. Ioannidou. Atmospheric deposition of trace elements in Greece using moss *Hypnum cupressiforme* Hedw. as biomonitor. May 2019, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 320(11) URL: <https://doi.org/10.1007/s10967-019-06535-4>
29. Lazo P., E. Steinnes, F. Qarri, Sh. Allajbeu, S. Kane, Trajce Stafilov. M.V. Frontasyeva, H. Harmens. Origin and spatial distribution of metals in moss samples in Albania: A hotspot of heavy metal contamination in Europe. *Chemosphere*, 190, 337-349(2018). <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.09.132>
30. Zinicovscaia I., C. Hramco, O.G. Dului, K. Vergel, O. A. Culicov, M.V. Frontasyeva, G. Duca. Air pollution study in the Republic of Moldova using moss biomonitoring technique. *Bull Environ Contam Toxicol*. 98, 262-269(2017). URL: <https://indico.jinr.ru/event/2681/attachments/11541/19838/Moldova.pdf>
31. Kılıç Ö., M. Belivermiş, E. Sıkdokur, N. Sezer, S. Akyıl Erentürk, S. Hacıyakupoglu, A. Madadzada, M. Frontasyeva. Assessment of ²¹⁰Po and ²¹⁰Pb by moss biomonitoring technique in Thrace region of Turkey. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. 322, 699-706(2019). URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10967-019-06721-4>
32. Madadzada A.I., S. S. Nuhuyeva, E.A. Mammadov, Z.A. Ibrahimov, N.S. Jabbarov, L.P. Strelkova, M.V. Frontasyeva. Heavy metal atmospheric deposition study in azerbaijan based on moss technique and neutron activation analysis. *Ecological Chemistry and Engineering S*, 29(2), 143-153(2022).
33. Tepanosyan G., L. Sahakyan, A. Gevorgyan, M. Frontasyeva. Factors conditioning the content of chemical elements in soil and mosses in Armenia. *Journal of Trace Elements and Minerals*, 2, 100029(2022). <https://doi.org/10.1016/j.jtemin.2022.100029>
34. Aleksiyenak Yu. and M. Frontasyeva. A ten-year biomonitoring study of atmospheric deposition of trace elements at the territory of the Republic of Belarus. *ECOL CHEM ENG S*. 26(3), 455-464(2019).
35. Chaligava O., Sh. Shetekauri, W.M. Badawy, M.V. Frontasyeva, I. Zinicovscaia, T. Shetekauri A. Kvlividze, K Vergel, N. Yushin. *Arch Environ Contam Toxicol*. 80(2), 350-367(2021). doi: 10.1007/s00244-020-00788-x
36. Vergel K., I. Zinicovscaia, N. Yushin, O. Chaligava, P. Nekhoroshkov, D. Grozdov. Moss biomonitoring of atmospheric pollution with trace elements in the Moscow Region, Russia. *Toxics*. 10(2), 66-75(2022). <https://www.mdpi.com/2305-6304/10/2/66>
37. Bogdanova Ya.A., N.V. Prokhorova, K.N. Vergel, M.V. Frontaseva Features of the accumulation of heavy metals and metalloids in the phytomass of the amphipodous moss *Pleurozium schreberi* (brid.) Mitt. d conditions of the Krasnosamarsky forest area (Samara region) and the Buzuluksky Bor national park (Orenburg region). *Samara Scientific Bulletin*, 2022. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-nakopleniya-tyazhelyh-metallov-i-metalloidov-v-fitomasse-bokoplodnogo-mha-pleurozium-schreberi-brid-mitt-v-usloviyah>
38. Zhuravleva A.N., I.L. Bukharin, V. Svozik, M.V. Frontaseva, E.A. Zagrebin. Monitoring of trace elements on the territory of the Udmurt Republic by neutron activation analysis. *forest messenger*, 26(3), 54-61(2022).
39. Chaligava O., I. Nikolaev, K. Khetagurov; Y. Lavrinenko, A. Razaev, M. Frontasyeva, K. Vergel, D. Grozdov. First results on moss biomonitoring of trace elements in the Central Part of Georgia, Caucasus. *Atmosphere*, 12(12), 317(2021). <https://doi.org/10.3390/atmos12030317>
40. Buse A., D. Norris, H. Harmens, P. Buker, T. Ashenden and G. Mills. Heavy Metals in European mosses: 2000/2001 survey, UNECE ICP Vegetation. Centre for Ecology&Hydrology, University of Walse Bangor, United Kingdom, March 2003, pp.45.
41. Harmens H., D. Norris. Spatial and temporal trends in heavy metal accumulation in mosses in Europe (1990-2005). URL: <https://icpvegetation.ceh.ac.uk/sites/default/files/Spatial%20and%20Temporal%20Trends%20in%20Heavy%20Metal%20Accumulation%20in%20Mosses%20in%20Europe%20%281990-2005%29.pdf>
42. Harmens H., G. Mills, F. Hayes, D. Norris. Air pollution and vegetation, ICP Vegetation Annual Report 2010/2011. (Publisher: ICP Vegetation Programme Coordination Centre, Centre for Ecology and Hydrology, Environment Centre Wales, Gwynedd)
43. Uzhinskiy A., Ososkov G., Frontasyeva M. Data Management System of the UNECE ICP Vegetation. *Advances in Ecological and Environmental Research* V4(6), 168-176(2019). URL: <http://www.ss-pub.org/wp-content/uploads/2019/06/AEER2019040202.pdf>

44. Shao J., Zhang Z., Chai Z., Mao X., Lu Y., Stan O., Frontasyeva M.V., Wu P. Study of concentration of heavy metals deposited from atmosphere by mosses. *Journal of Nuclear and Radiochemistry*, 24(1), 6-11 2002 (in Chinese).
45. Zhang Z., O. Stan. Study of epiphytic mosses using as biomonitors of heavy metal atmospheric deposition by INAA. Workshop of 4th National Instrumental Analysis and Sample Preparation, May 19-25, Chengdu, Sichuan Province, P. R. China, 2000; *Modern Instruments Application & Maintenance*, 2, 25-31(2000).
46. Kang Y.S., Guinyun K., Frontasyeva M.V., Pavlov S.S. Biomonitoring in South Korea using moss, lichens and tree bark. In *Proceedings, Workshop on Nuclear Data Production and Evaluation*. 2001, Pohang, Korea, p.35.
47. Doan Phan Thao Tien; Trinh Thi Thu My; Le Hong Khiem; M. Frontasyeva; I. Zinicovscaia; N.A. Son; Do V. D. Studying airborne trace elements in featured areas in Red River Delta and South Central Vietnam using moss technique and neutron activation. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. 2023. <https://doi.org/10.1007/s10967-022-08331-z>
48. Nurgalieva D.Zh., N.M. Omarova, A.K. Tashenov, M.U. Nurkasimova, A.Zh. Makhambet, M.V. Frontasyeva and others. Atmospheric precipitation of heavy metals on the territory of the Republic of Kazakhstan. *Bulletin of ENU. L.N. Gumilyov Series Chemistry. Geography. Ecology Issue*, 2 (123), 2018
49. Pavlov S.S., A.Yu. Dmitriev, M.V. Frontasyeva. Automation system for neutron activation analysis at the reactor IBR-2, Frank Laboratory of Neutron Physics, Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. 309, 27–38(2016).
50. Uzhinskiy A.V., Ososkov G.A., Goncharov P.V., Frontasyeva M.V. Perspectives of using a satellite imagery data for prediction of heavy metals contamination. *Computer Research and Modelling*. 10(4), 535-544(2018).
51. Uzhinskiy A.V., Ososkov G., Goncharov P., Frontasyeva M. (2018). Combining satellite imagery and machine learning to predict atmospheric heavy metal contamination. *Proceedings of the 8th International Conference Distributed Computing and Grid-technologies in Science and Education, CEUR Workshop Proceedings*, 2267, 351-358

М.В. Фронтасьева

Біріккен ядролық зерттеулер институты, Дубна, Ресей

Біріккен Ұлттар Ұйымының бағдарламасы туралы «Еуропадағы ауыр металдардың атмосфералық шөгінділері – биомонитор мүктерін талдауға негізделген бағалаулар»

Аңдатпа. Қоршаған ортаны және адам денсаулығын қорғау мәселелерін шешудің маңызды аспектілерінің бірі атмосфералық ауаның сапасын бақылау болып табылады. Қоршаған ортаны ең қауіпті ластанушылар ауыр металдар (НМ). Еуропа елдерінің көпшілігінде олардың қоршаған ортаға және адам денсаулығына әсер ету салдарын зерттеу қажеттілігі ауыр металдардың атмосфералық шөгінділерінің биомониторингінің ұлттық және халықаралық бағдарламаларын құруға әкелді. ГМ және басқа улы элементтердің атмосфералық құлдырауы туралы деректер аэрозоль сүзгілерінің аналогы ретінде қызмет ететін биомонитор мүктерін талдау негізінде жиналады. Біріккен Ұлттар Ұйымының Еуропадағы атмосфералық шөгінділерді трансшекаралық тасымалдау жөніндегі комиссиясының (UNECE ICP Vegetation) қамқорлығымен 5 жыл сайын ауыр металдардың атмосфералық шөгінділерінің атласы шығарылады. Мақалада FLNP JINR нейтрондық активтендіруді талдау және қолданбалы зерттеулер департаментінің халықаралық командасының 1995 жылдан бастап осы атластарға қосқан үлесі туралы баяндалады. Ауыр металдар мен басқа да улы элементтердің атмосфералық жауын-шашынын БЯЗА-ға мүше және мүше емес бірқатар мемлекеттерде (Әзірбайжан, Албания, Армения, Беларусь, Болгария, Греция, Грузия, Қазақстан, Молдова, Польша, Румыния, Словакия, Батыс Украина, Солтүстік Македония, Сербия және Хорватия), оның ішінде Орталық Ресейдің кейбір аумақтары (Мәскеу, Тула, Тверь, Иваново, Ярославль, Владимир, Самара, Рязань облыстары), сондай-ақ Оңтүстік Орал және Солтүстік Кавказ (Ичкерия Республикасы, Солтүстік Осетия)) зерттелетін аумақтардағы осы ластану аймақтарын анықтауға және бағалауға және Батыс Еуропа елдеріндегі ұқсас ластану деңгейлерімен салыстыруға мүмкіндік берді. Қазіргі уақытта бұл бағдарламаны Азия мен Тынық мұхиты жағалауындағы елдерге дейін кеңейту мүмкіндігі талқылануда.

Түйін сөздер: атмосфералық жауын-шашынның биомониторингі, ауыр металдар, тұрақты органикалық ластаушы заттар, радионуклидтер, микропластика, ғарыштық шаң, нейтронды активтендіру талдауы, талдаудың физика-химиялық әдістері, үлкен деректер жиынтығын статистикалық талдау, факторлық талдау, ГАЗ технологиялары.

M.V. Frontasyeva

Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia

About the United Nations Program

«Atmospheric deposition of heavy metals in Europe – estimates based on the analysis of moss biomonitors»

Abstract. One of the most important aspects in solving problems of environmental protection and human health is the control of atmospheric air quality. The most dangerous environmental pollutants are heavy metals (HM). In most European countries, the need to study the consequences of their impact on the environment and human health has led to the establishment of national and international programs for the biomonitoring of heavy metal atmospheric deposition. Data on atmospheric fallout of HMs and other toxic elements are collected based on the analysis of moss biomonitors, which serve as an analogue of aerosol filters. Under the auspices of the United Nations Commission on Transboundary Transport of Atmospheric Deposition in Europe (UNECE ICP Vegetation), an Atlas of Atmospheric Deposition of Heavy Metals is published every 5 years. International team of the sector of neutron activation analysis and applied research of the FLNP JINR contributes to these Atlases since 1995. Study of atmospheric deposition of heavy metals and other toxic elements in a number of JINR member and non-member states (Azerbaijan, Albania, Armenia, Belarus, Bulgaria, Greece, Georgia, Kazakhstan, Moldova, Poland, Romania, Slovakia, Western Ukraine, North Macedonia, Serbia and Croatia), including some areas of Central Russia (Moscow, Tula, Tver, Ivanovo, Yaroslavl, Vladimir, Samara, Ryazan' regions, as well as the South Urals and the North Caucasus (Republic of Ichkeria, North Ossetia) made it possible to identify and assess the areas of these pollutions in the studied territories and compare with the levels of similar pollution in Western Europe. The possibility of expanding this program to countries in Asia and the Pacific is currently being discussed.

Keywords: biomonitoring of atmospheric deposition, heavy metals, persistent organic pollutants, radionuclides, microplastics, cosmic dust, neutron activation analysis, physical and chemical methods of analysis.

Сведения об авторе:

Фронтасьева Марина Владимировна – кандидат физ-мат. наук, доцент, профессор РАН, физик, Советник при Дирекции Лаборатории нейтронной физики им. И.М. Франка, Объединенный институт ядерных исследований, Координатор Программы ООН по воздуху Европы с 2014 по 2023 гг., Дубна, Российская Федерация

Frontasyeva Marina Vladimirovna – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Professor of the Russian Academy of Natural Sciences, Physicist, Advisor to the Directorate of A.I. Frank Laboratory of Neutron Physics, Joint Institute for Nuclear Research, Coordinator of the UN Air Europe Program from 2014 to 2023. Dubna, Russian Federation

Е.Г. Гидажов, Д.К. Кулбатыров, А.Ж. Жолдаскалиева, А.Г. Тогайбаева

*НАО «Атырауский университет нефти и газа им. С. Утебаева», Атырау, Казахстан
(e-mail: gilazhov@mail.ru, dkkd@mail.ru, assem.zh01@mail.ru, ainagul_99@mail.ru)
автор для корреспонденции e-mail: dkkd@mail.ru*

Эффективность метил-трет-бутилового эфира и этинилциклогексанола на повышение октанового числа бензиновых композиций (бензина с установки замедленного коксования + риформинг)

Аннотация. Современным автомобилям требуется высокооктановое топливо с антидетонационными свойствами, характеризующееся октановыми числами двигателя 92, 95 и 98. Высокие антидетонационные характеристики достигаются либо путем глубокой модификации бензинов с использованием процессов каталитического крекинга, изомеризации, алкилирования, либо путем введения в топливо специальных высокооктановых присадок.

Основной мировой тенденцией в улучшении экологических и эксплуатационных свойств автомобильных бензинов является использование многофункциональных присадок, в основном оксигенатов - кислородсодержащих веществ (спиртов, кетонов, эфиров и др.). Присутствие кислорода в молекуле оксигенатного топлива позволяет снизить вредные выбросы монооксида углерода на 30%, а несгоревших углеводородов - на 15%. В представленной работе было исследовано влияние двух таких компонентов - этинилциклогексанола (ЭЦГ) и метил-трет-бутилового эфира (МТБЭ) - на повышение октанового числа бензиновых смесей в соотношениях 40:60 и 20:80 бензина установки замедленного коксования (УЗК) и бензина риформинга. Показано, что использование ЭЦГ как присадки эффективнее, чем МТБЭ, для увеличения октанового числа бензиновых композиций.

Ключевые слова: бензин УЗК, бензин риформинга, оксигенат, октановое число, этинилциклогексанол, метил-трет-бутиловый эфир.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-6771-2023-143-2-36-44>

Введение

Повышение октанового числа бензина по всему миру достигается путем улучшения технологий переработки нефти, таких, как каталитический крекинг, алкилирование и изомеризация, которые обеспечивают получение высокооктановых компонентов топлива. Однако еще один метод улучшения качества бензина - это использование октаноповышающих добавок и присадок [1-4]. К числу наиболее серьезных изменений в композиционном составе экологически чистого бензина относится высокая доля кислородсодержащих соединений. Применение кислородсодержащих компонентов (оксигенатов) является действенным способом получения высококачественного бензина. В основном из оксигенатов применяются спирты: метанол, этанол, изопропанол, изобутанол и эфиры: метил-трет-бутиловый (МТБЭ), этил-трет-бутиловый (ЭТБЭ), трет-амил-метиловый (ТАМЭ). Метил-трет-бутиловый эфир (МТБЭ) является наиболее распространенной присадкой благодаря доступности и низкой стоимости сырья для его производства. Оксигенаты добавляются с целью достижения концентрации в диапазоне от 3 до 15%, но содержание кислорода не должно превышать 2,7%, так как его избыток

может отрицательно повлиять на мощность автомобиля. Оксигенаты, помимо увеличения октанового числа бензина, также повышают содержание детонационной стойкости топлива, уменьшают выброс углекислого газа и несгоревшего углерода в атмосферу. Эти соединения менее фотохимически активные, чем углеводороды, что делает их менее способными на образование смога [5-8].

Как известно, мало изучены антидетонационные свойства третичных ацетиленовых спиртов. Интересным фактом является то, что они содержат в своей молекуле третичные алкильные радикалы, гидроксильные радикалы и ацетиленовую непредельную группу, которая способна разрывать фронт детонации. Исследование и разработка новых кислородсодержащих присадок на основе третичных ацетиленовых спиртов, которые могут повысить октановое число бензина, является важной и актуальной задачей.

Цель статьи заключается в исследовании влияния таких присадок, как этинилциклогексанол и метил-трет-бутиловый эфир на повышение октанового числа бензиновых композиций, основанных на УЗК и риформинге.

Методы исследования

Циклический ацетиленовый спирт этинилциклогексанол получали конденсацией циклогексанола с ацетиленом в условиях модифицированной реакции Фаворского под давлением в присутствии порошкообразного гидроксида калия в тетрагидрофуране [9-10]. В качестве образцов для проведения экспериментов были выбраны бензины, полученные от УЗК и каталитического риформинга, который производится на заводе ТОО «Атырауский нефтеперерабатывающий завод». Октановое число каждого компонента было определено с использованием экспресс-метода на измерителе детонационной стойкости бензина на октанометре SHATOX SX-100K, выпущенном фирмой-изготовителем НПО «SHATOX», ИХН СО РАН. При этом в качестве эталонов сравнения использованы параметры, которые соответствует ГОСТ Р 51866-2002(ЕН 228-99), ТУ 4215-002-60283547-2006.

Результаты и дискуссия

Исследование влияния ЭЦГ и МТБЭ на повышение октанового числа бензиновых композиций проводилось путем определения прироста октанового числа смеси бензина с УЗК и бензина риформинга в соотношениях 40:60 и 20:80 (таблица 1). Для оценки эффективности кислородсодержащих присадок (оксигенатов) в качестве высокооктановых компонентов, ЭЦГ и МТБЭ добавлялись в бензиновые композиции в концентрации от 3 до 15 % (масс.). Результаты исследования представлены в таблицах 2-5, которые демонстрируют влияние присадок ЭЦГ и МТБЭ на октановое число смесей бензина с УЗК и бензина риформинга в соотношениях 40:60 и 20:80.

Таблица 1
Состав бензиновых композиций

Смеси бензинов	МТБЭ		ЭЦГ	
	№1	№2	№3	№4
Бензин с УЗК, %	40	20	40	20
Бензин с установки каталитического риформинга, %	60	80	60	80

При использовании комбинации различных видов бензина существуют ограничения на содержание добавляемых присадок. Такие ограничения зависят от нескольких факторов, включая наибольшее возможное повышение октанового числа. Чтобы повысить антидетонационную эффективность добавляемых компонентов с высоким октановым числом, необходимо учитывать множество факторов, включая приемистость базового бензина или углеводородной группы.

Для бензиновой композиции, состоящей из бензинов УЗК и риформинга в пропорции 40:60, на рисунке 1 и в таблице 2 приводится зависимость изменения октанового числа от

содержания присадок. В данном случае МТБЭ используется в количестве 3%, 5%, 7%, 11% и 15% по массе. Как показывают данные на диаграммах, увеличение концентрации МТБЭ приводит к постепенному увеличению октанового числа. Для исследовательского метода (ОЧИ) прирост составляет от 1,7 до 7,2, а для моторного метода (ОЧМ) - от 1,7 до 6,2.

Таблица 2
Изменение октанового числа бензиновой композиции (смеси бензинов УЗК+ риформинг при 40:60), при добавлении МТБЭ

Бензиновая композиция	МТБЭ кол-во, %	Октановое число, ИМ			Октановое число, ММ		
		без добавки	с добавкой	Прирост ОЧИ	без добавки	с добавкой	Прирост ОЧМ
УЗК+ риформинг 40:60	3	81,8	83,5	+1,7	74,2	75,9	+1,7
	5	81,8	84,2	+2,4	74,2	76,6	+2,4
	7	81,8	85,7	+3,9	74,2	77,8	+3,6
	11	81,8	87,8	+6,0	74,2	79,3	+5,1

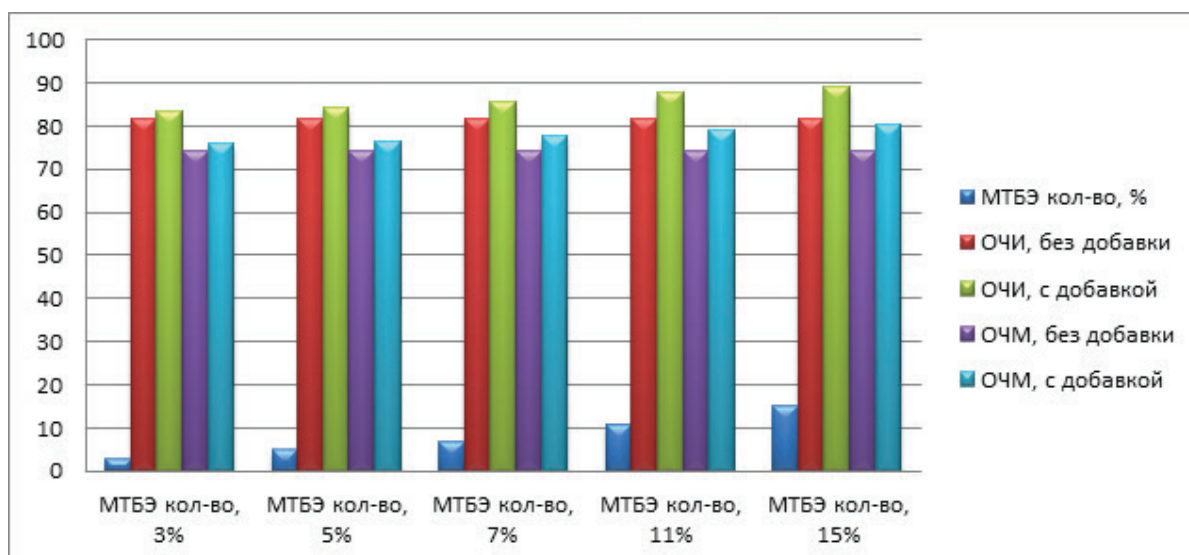


Рисунок 1. Изменение октанового числа бензиновой композиции (смеси бензинов УЗК+ риформинг при 40:60), при добавлении МТБЭ

При добавлении МТБЭ к бензиновой композиции №2 (УЗК: риформинг=20:80) увеличение концентрации МТБЭ повысило октановое число при исследовательском методе на 1,6-7,0 и при моторном методе на 1,3-6,0 единиц. Эти результаты представлены в таблице 3 и на рисунке 2.

Таблица 3
Изменение октанового числа бензиновой композиции (смеси бензинов УЗК+ риформинг при 20:80), при добавлении МТБЭ

Бензиновая композиция	МТБЭ кол-во, %	Октановое число, ИМ			Октановое число, ММ		
		без добавки	с добавкой	Прирост ОЧИ	без добавки	с добавкой	Прирост ОЧМ
УЗК+ риформинг 20:80	3	87,3	88,9	+1,6	78,6	79,9	+1,3
	5	87,3	89,6	+2,2	78,6	80,7	+2,1
	7	87,3	90,9	+3,5	78,6	81,8	+3,2
	11	87,3	93,1	+5,7	78,6	83,5	+4,9
	15	87,3	94,3	+7,0	78,6	84,6	+6,0

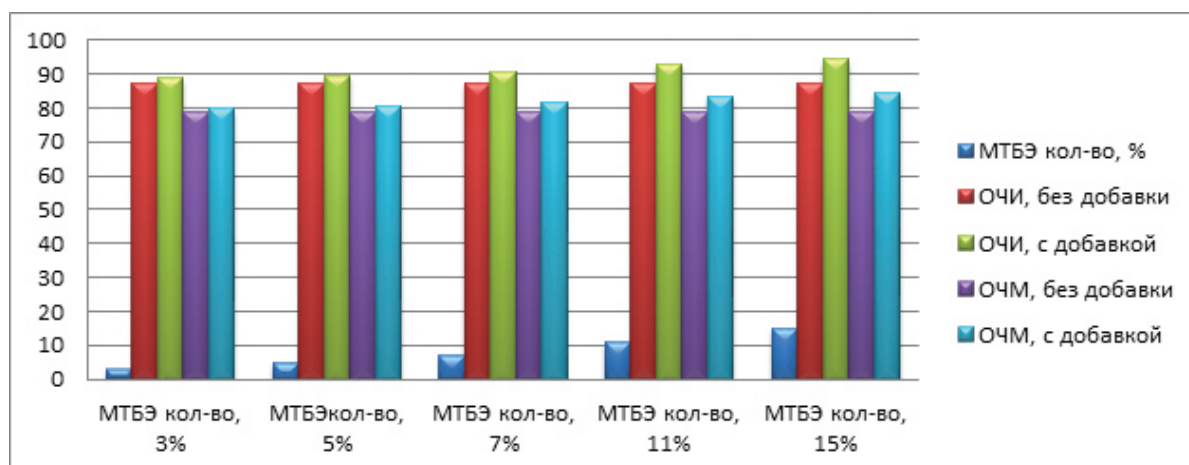


Рисунок 2. Изменение октанового числа бензиновой композиции (смеси бензинов УЗК+ риформинг при 20:80), при добавлении МТБЭ

В таблице 4 и на рисунке 3 показана зависимость изменения октанового числа бензиновой композиции №3 от содержания присадки ЭЦГ, состоящей из бензинов с УЗК и риформинга в соотношении 40:60. ЭЦГ была добавлена в количестве 3, 5, 7, 11 и 15% масс. Увеличение концентрации ЭЦГ привело к увеличению октанового числа ОЧИ на 2,6-8,3 единиц и октанового числа по ОЧМ на 2,4-8,5 единиц, как показано на диаграммах (рисунок 3).

Таблица 4
Изменение октанового числа бензиновой композиции (смеси бензинов УЗК+ риформинг при 40:60), при добавлении ЭЦГ

Бензиновая композиция	ЭЦГ кол-во, %	Октановое число, ИМ			Октановое число, ММ		
		без добавки	с добавкой	Прирост ОЧИ	без добавки	с добавкой	Прирост ОЧМ
УЗК+ риформинг 40:60	3	81,8	84,4	+2,6	74,2	76,5	+2,3
	5	81,8	85,3	+3,4	74,2	77,3	+3,1
	7	81,8	86,2	+4,4	74,2	78,3	+4,1
	11	81,8	88,4	+6,6	74,2	80,6	+6,4

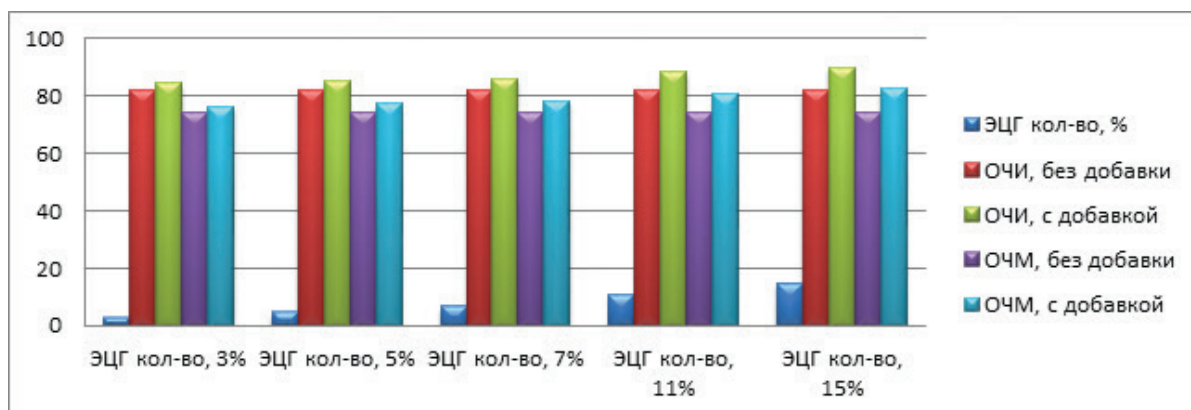


Рисунок 3. Изменение октанового числа бензиновой композиции (смеси бензинов УЗК+ риформинг при 50:50), при добавлении ЭЦГ

При добавлении ЭЦГ в бензиновую композицию №4 (УЗК:риформинг = 20:80) и увеличении ее концентрации наблюдается незначительный прирост октанового числа. В исследовательском методе значение его колеблется от 2,4 до 7,8, а в моторном методе от 2,3 до 8,4. Данные исследований сведены в таблице 5 и на рисунке 4.

Таблица 5
Изменение октанового числа бензиновой композиции (смеси бензинов УЗК+ риформинг при 20:80), при добавлении ЭЦГ

Бензиновая композиция	ЭЦГ кол-во, %	Октановое число, ИМ			Октановое число, ММ		
		без добавки	с добавкой	Прирост ОЧИ	без добавки	с добавкой	Прирост ОЧМ
УЗК+ риформинг 20:80	3	87,3	89,7	+2,4	78,6	80,8	+2,3
	5	87,3	90,6	+3,2	78,6	81,7	+3,1
	7	87,3	91,5	+4,1	78,6	82,7	+4,1
	11	87,3	93,4	+6,0	78,6	84,8	+6,2
	15	87,3	95,1	+7,8	78,6	86,8	+8,4

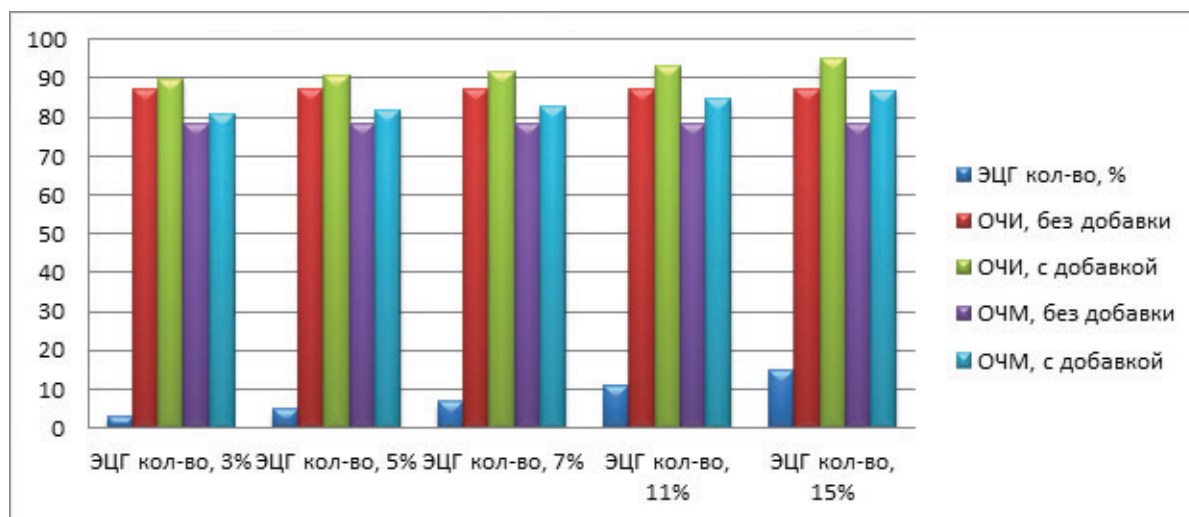


Рисунок 4. Изменение октанового числа бензиновой композиции (смеси бензинов УЗК + риформинг при 20:80), при добавлении ЭЦГ

Таким образом, результаты исследования указывают на эффективность ЭЦГ в качестве кислородсодержащей присадки (оксигената) для повышения октанового числа бензиновых композиций УЗК и риформинга в соотношениях 40:60 и 20:80 по сравнению с МТБЭ.

Выводы

Проведена оценка влияния углеродных оксигенатов, таких, как ЭЦГ и МТБЭ на улучшение октанового числа бензиновых композиций, включающих смеси УЗК и бензина риформинга в пропорциях 40:60 и 20:80. Исследование показало, что в сравнении с МТБЭ применение ЭЦГ как кислородсодержащей присадки оказало более значительное положительное влияние на повышение октанового числа исследованных бензиновых композиций.

Список литературы

1. Онойченко С.Н., Емельянов В.Е., Крылов И.Ф. Современные и перспективные автомобильные бензины. ХТТМ. – 2003. - №6. – С. 3.
2. Бойко Ю. А. Производство экологически чистой высокооктановой добавки к бензину / Ю.А. Бойко, К. В. Баклашов. – М., 2002. -57 с.
3. Cakmak A., Ozcan H. Oxygenated Fuel Additives to Gasoline // Journal of polytechnic-politeknik dergisi. – 2018.- Volume 21.- Issue4.- P.831-840.
4. Investigation of the effects of iso-butanol additives on spark ignition engine fuelled with methanol-gasoline blends / Sharudin H., Abdullah N.R., Najafi G., Mamat R., Masjuki H.H. // Applied thermal engineering. -2017. -Volume 114.- P.593-600.
5. Карташевич А. Н. и др. Альтернативные виды топлива для двигателей. - Горки: БГСХА, 2012. - 376 с.
6. Плотников С.А. Создание новых альтернативных топлив // Концепт. – 2014. – Спецвыпуск № 10. – ART 14621.
7. Данилов А.М. Применение присадок в топливах. М.: Издательство «Мир». 2005. 288 с.
8. Онойченко С.Н. Применение оксигенатов при производстве автомобильных бензинов. -М.: ООО Тума Групп. 2003.- 64 с.
9. Гиладжов Е.Г., А.А. Аронова, С.А.Изгалиев, А.А. Байшаханова. Сравнение эффективности метил-трет-бутилового эфира и этинилциклогексанола на повышение октанового числа прямогонного бензина // East European Scientific Journal. - Warsaw, Poland. - 2019. - №2(42). - С.54-59.
10. Назаров И.Н. Избранные труды. М.: Наука, 1961.- 690 с.

Е.Г. Гиладжов, Д.К. Кулбатыров, Ә.Ж. Жолдасқалиева, А.Г. Тоғайбаева
С. Өтебаев атындағы Атырау мұнай және газ университеті, Атырау, Қазақстан

Метил-терт-бутил эфирі мен этинилциклогексаноладың бензин композицияларының октан санын арттыру тиімділігі (баяу кокстеу қондырғысы + риформинг бензині)

Аңдатпа. Қазіргі заманғы автомобильдерге 92, 95 және 98 қозғалтқыштарының октандық сандарымен сипатталатын детонацияға қарсы қасиеттері бар жоғары октанды отын қажет. Детонацияға қарсы жоғары өнімділікке каталитикалық крекинг, изомерлеу, алкилдеу процестерін қолдана отырып, бензиндерді терең өзгерту арқылы немесе отынға арнайы жоғары октанды қоспаларды енгізу арқылы қол жеткізіледі.

Автомобиль бензиндерінің экологиялық және пайдалану қасиеттерін жақсартудағы негізгі әлемдік үрдіс көпфункционалды қоспаларды, негізінен оксигенаттарды – құрамында оттегі бар заттарды (спирттер, кетондар, эфирлер және т.б.) пайдалану болып табылады. Оксигенатты отынының молекуласында оттегінің болуы көміртегі тотығының зиянды шығарындыларын 30%, ал жанбаған көмірсутектерді 15% азайтуға мүмкіндік береді. Ұсынылған жұмыста осындай екі компоненттің – этинилциклогексаноладың (ЭЦГ) және метил-терт-бутил эфирінің (МТБЭ) - бензин қоспаларының октандық санының 40:60 және 20:80 арақатынасында жоғарылауына әсері зерттелді. Бензин композицияларының октан санын көбейту үшін ЭЦГ қоспалар ретінде пайдалану МТБЭ қарағанда тиімдірек екендігі көрсетілген.

Түйін сөздер: баяу кокстеу қондырғысы БКҚ бензині, риформинг бензині, оксигенат, октан саны, этинилциклогексанола, метил-терт-бутил эфирі.

Ye.G. Gilazhov, D.K.Kulbatyrov, A.Z. Zholdaskalieva, A.G. Togaybayeva
Atyrau Oil and Gas University named after Safi Utebayev, Atyrau, Kazakhstan

Effectiveness of methyl tert-butyl ether and ethynylcyclohexanol for increasing the octane number of gasoline compositions (gasoline from delayed coking unit + reforming)

Abstract. Modern cars require high-octane fuel with anti-detonation properties, characterized by engine octane numbers 92, 95 and 98. High anti-detonation characteristics are achieved either by deep modification of gasoline using catalytic cracking, isomerization, alkylation processes, or by introducing special high-octane additives into fuel.

Main global trend in improving environmental and performance properties of automotive gasoline is the use of multifunctional additives, mainly oxygenates – oxygen-containing substances (alcohols, ketones, esters, etc.). The presence of oxygen in the oxygenate fuel molecule makes it possible to reduce harmful emissions of carbon monoxide by 30% and unburned hydrocarbons by 15%. In presented work influence of two such components – ethynylcyclohexanol (ECH) and methyl tert-butyl ether (MTBE) – on increase of octane number of gasoline blends in ratios 40:60 and 20:80 of delayed coking unit (DCU) gasoline and reforming gasoline has been studied. It is shown that the use of ECH as an additive is more effective than MTBE for increasing the octane number of gasoline compositions.

Keywords: DCU gasoline, reforming gasoline, oxygenate, octane number, ethynylcyclohexanol, methyl tert-butyl ether.

References

1. Onoychenko S.N., Yemel'yanov V.Ye., Krylov I.F. *Sovremennyye i perspektivnyye avtomobil'nyye benziny* [Modern and prospective automobile gasolines]. KHTTM. 6. 3(2003).
2. Boyko YU. A. *Proizvodstvo ekologicheski chistoy vysokooktanovoy dobavki k benzinu* [Production of environmentally friendly high-octane additive to gasoline] (M., 2002, 57p.)
3. Cakmak A., Ozcan H. *Oxygenated Fuel Additives to Gasoline*. Journal of polytechnic-politeknik dergisi., 21(4), 831-840(2018).
4. Investigation of the effects of iso-butanol additives on spark ignition engine fuelled with methanol-gasoline blends / Sharudin H., Abdullah N.R., Najafi G., Mamat R., Masjuki H.H. *Applied thermal engineering*. 114, 593-600(2017)
5. Kartashevich A. N. i dr. *Al'ternativnyye vidy topliva dlya dvigateley* [Alternative fuels for engines]. (Gorki, BGSKHA, 2012, 376p.)
6. Plotnikov S.A. *Sozdaniye novykh al'ternativnykh topliv* [Creation of new alternative fuels]. Kontsept. Spetsvypusk, 10 (2014)
7. Danilov A.M. *Primeneniye prisadok v toplivakh* [Application of additives in fuels]. (M., Izdatel'stvo «Mir», 2005, 288p.)
8. Onoychenko S.N. *Primeneniye oksigenatov pri proizvodstve avtomobil'nykh benzinov* [Application of oxygenates in the production of motor gasolines]. (M., OOO Tuma Gr upp. 2003, 64p.)
9. Gilazhov Ye.G., A.A. Aronova, S.A. Izgaliyev, A.A. Bayshakhanova. *Sravneniye effektivnosti metil-tret-butilovogo efira i etinilsiklogeksanola na povysheniye oktanovogo chisla pryamogonnogo benzina* [Comparison of the effectiveness of methyl tert-butyl ether and ethynylcyclohexanol to increase the octane number of straight gasoline], *East European Scientific Journal*. - Warsaw, Poland, 2(42), 54-59(2019).
10. Nazarov I.N. *Izbrannyye trudy* [Selected works]. (M., Nauka, 1961, 690p.)

Сведения об авторах:

Есенгали Гилажович Гилажов – доктор технических наук, профессор Института нефтехимической инженерии и экологии; НАО «Атырауский университет нефти и газа им. С. Утебаева», Атырау, Казахстан

Даурен Камысбаевич Кулбатыров – магистр, заведующий лабораторией Института нефтехимической инженерии и экологии; НАО «Атырауский университет нефти и газа им. С. Утебаева», Атырау, Казахстан

Асем Жолдаскалиқызы Жолдаскалиева – магистрант, Институт нефтехимической инженерии и экологии; НАО «Атырауский университет нефти и газа им. С. Утебаева», Атырау, Казахстан

Айнагул Галымжанқызы Тогайбаева – магистрант, Институт нефтехимической инженерии и экологии; НАО «Атырауский университет нефти и газа им. С. Утебаева», Атырау, Казахстан

Yessengali Gilazhovich Gilazhov – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Institute of Petrochemical Engineering and Ecology; Non-Profit JSC Atyrau Oil and Gas University named after Safi Utebayev, Atyrau, Kazakhstan

Dauren Kamysbayevich Kulbatyrov – Master's degree, Head of the Laboratory of the Institute of Petrochemical Engineering and Ecology; Non-Profit JSC Atyrau Oil and Gas University named after Safi Utebayev, Atyrau, Kazakhstan

Assem Zholdaskalikyzy Zholdaskaliyeva – Master's student, Institute of Petrochemical Engineering and Ecology; Non-Profit JSC Atyrau Oil and Gas University named after Safi Utebayev, Atyrau, Kazakhstan

Ainagul Galymzhankyzy Togaibayeva – Master's student, Institute of Petrochemical Engineering and Ecology; Non-Profit JSC Atyrau Oil and Gas University named after Safi Utebayev, Atyrau, Kazakhstan

Динамика изменения кластерной структуры расплавов твердых растворов в процессе равновесной и неравновесной кристаллизаций

Аннотация. В работе описана динамика изменения структуры расплава при охлаждении твердых растворов замещения в процессе квазиравновесной (КРК) и неравновесно-взрывной кристаллизаций (НРВК) с учетом процессов кластеризации. Определены границы перехода в твердое состояние по мере изменения кластерной структуры при кристаллизациях типа КРК и НРВК. Границы определены с учетом критического перегрева T_K^+ и предкристаллизационного переохлаждения относительно линии ликвидус ΔT^- . Определено, что при квазиравновесной кристаллизации расплав меняет свою структуру в следующей последовательности $ж \rightarrow ж+K_\alpha \rightarrow ж+\alpha_T \rightarrow \alpha_T$, а при неравновесно-взрывной кристаллизации – в последовательности $ж \rightarrow ж+K_\alpha \rightarrow ж+\alpha_T \rightarrow \alpha_T$. Применено правило фаз для расчета первых кристаллов, появившихся при различных видах кристаллизаций. Представлены кривые охлаждения сплавов, описывающие различные виды кристаллизации сплавов.

Ключевые слова: расплавы, сплавы, твердые растворы замещения, диаграмма состояния, кластеры, кластеризация, зародыши, равновесная и неравновесная кристаллизация, термограммы.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-6771-2023-143-2-45-51>

Введение. Различными исследованиями показано, что структура материалов чуть выше температуры плавления очень близка к структуре твердой фазы [1-5]. Это привело к тому, что можно схематически описать строение жидкой фазы [6-9]. В литературе делались попытки моделирования расплавов с учетом кластерного строения жидкости. Схема кластеризации расплава, предложенная В.И. Архаровым [9], в материаловедении считается почти совершенной. Однако эта схема описывает кристаллизацию только эвтектических сплавов только при равновесной кристаллизации и не учитывает метастабильного состояния сплавов относительно линий ликвидус и солидус. Нами в работах [10-11] была предложена схема для эвтектических сплавов с учетом равновесной кристаллизации и охлаждения из метастабильного состояния.

Теоретический анализ. Целью данной работы является последовательный анализ изменения структуры расплава непрерывного ряда твердых растворов при кристаллизациях типа КРК и НРВК с учетом стадии зародышеобразования.

Для описания изменения структуры вещества при охлаждении необходимо проследить за этим процессом от температур значительного перегрева расплава выше температуры плавления (ликвидуса) T_L до температур, когда затвердевает последняя капля жидкости.

В жидком состоянии при температурах, близких к температурам T_L , для многих веществ найден т.н. «критический перегрев» $\Delta T_K^+ = T_K^+ - T_L$ ($T_K^+ > T_L$) [5, 12-14], особенностью которого является то, что расплав, охлажденный от температур $< T_K^+$, кристаллизуется

Неравновесно-взрывная кристаллизация, например, от точки a' (рис. 2), характеризуется тем, что время кристаллизации $\tau_{кр}$ состоит из трех этапов: τ_1 – инкубационный период; τ_2 – время коагуляции; τ_3 – время квазиравновесной докристаллизации (рис. 3, термограмма II). За время τ_1 вещество находится в метастабильном состоянии, за которое образуются первичные и вторичные и т.п. зародыши кристаллов. При достижении критических концентраций кластеров-зародышей последние сближаются и коагулируют между собой за время τ_2 , образуя первичный твердый конгломерат, т.е. устойчивый к росту зародыш. При этом выделяется теплота коагуляции Q_k , способствующая быстрому повышению температуры от T_{min} до температуры, при которой за время τ_3 происходит докристаллизация оставшейся жидкой фазы.

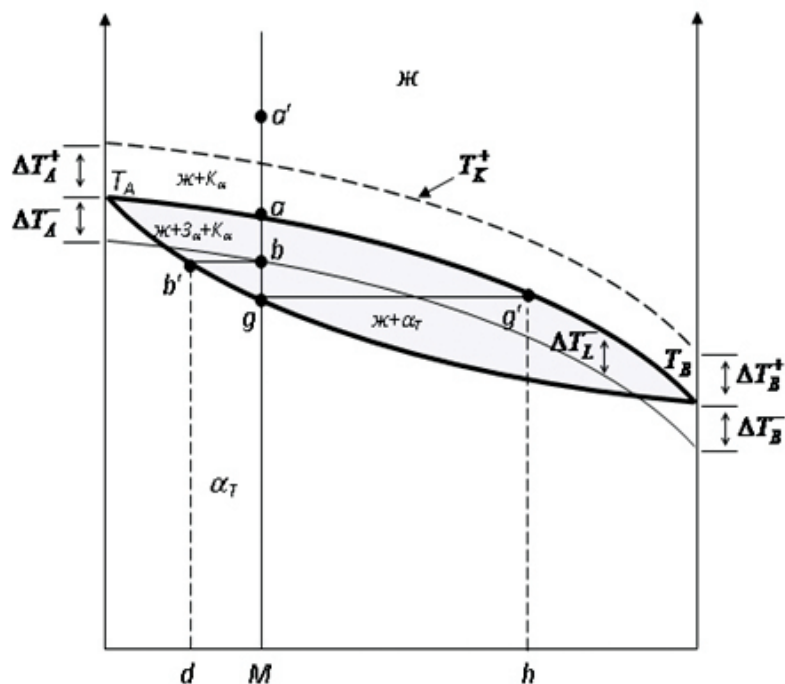


Рис. 2. Схема изменения структуры фаз при равновесной и неравновесной кристаллизации сплавов, образующих непрерывный ряд твердых растворов

Проанализируем теперь область диаграммы состояния, характеризующую метастабильное состояние переохлажденных расплавов (рис. 2) относительно температуры ликвидус (для сплавов и отсутствием предкристаллизационных переохлаждений относительно линии солидус). Нанесем на нее как точки T_K^+ , так и минимальные температуры T_{min} начала самопроизвольной кристаллизации.

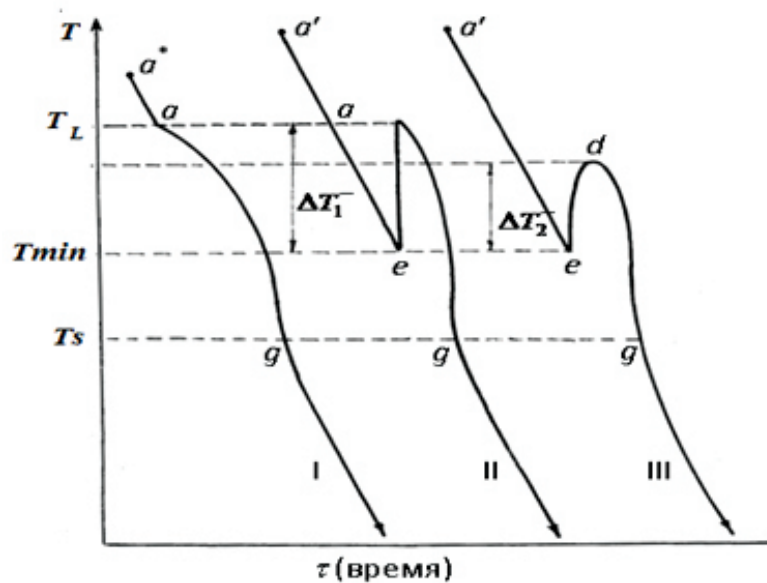


Рис.3. Кривые охлаждения сплавов, описывающие различные виды кристаллизации сплавов

Ниже температур ликвидуса часть кластеров K_α перестраивается в устойчивые зародыши Z_α' , а переохлажденный расплав можно рассматривать как сосуществование зародышей Z_α и кластеров K_α . Появление зародышей кристаллов в метастабильной области термодинамически обосновано, т.к. размеры и работы их образования зависят от переохлаждений относительно линии ликвидуса [6, 12-14].

Если после начала взрывной кристаллизации температура сплава за время τ_2 поднимается от T_{min} до линии ликвидуса, то в этом случае можно предположить, что выделившаяся теплота Q_k объединяет образованные зародыши почти в полном объеме и далее от линии ликвидуса до линии солидуса происходит последующее охлаждение готовой твердой фазы (кристаллов твердого раствора α_T). Состав первых кристаллов логично было бы определять при температуре T_{min} (точка e на рис. 2), который будет характеризоваться точкой b'' и иметь концентрацию $A + d \% B$. В реальных системах в результате неравновесной кристаллизации температура сплава часто не поднимается от T_{min} до T_L , тогда можно предположить, что выделившаяся теплота коагуляции Q_k частично расплавляет образованные зародыши и при последующем охлаждении до температуры солидус происходит докристаллизация оставшегося расплава. При кристаллизации типа НРВК расплав меняет свою структуру в следующей последовательности $ж \rightarrow ж + K_\alpha \rightarrow ж + K_\alpha + Z_\alpha \rightarrow ж + Z_\alpha \rightarrow ж + \alpha_T \rightarrow \alpha_T$.

Выводы. Диаграмма состояния с нанесенными областями выше (критических перегревов) и ниже температуры ликвидус (метастабильная область), в которых имеются различные структурные единицы, позволяет отслеживать динамику изменения этапов кластеризации при охлаждении из расплава.

Список литературы

1. Уббелоде А.Р. Расплавленное состояние вещества / Уббелоде А.Р. –М.: МГУ, 1986. – 264 с.
2. Фрост Б.Р.Т. Строение жидких металлов // В кн. «Успехи физики металлов»/ Фрост Б.Р.Т. –М.: МГУ, Т. II, 1958. –С. 126-176.
3. Скрышевский А.Ф. Структурный анализ жидкостей и аморфных сред / Скрышевский А.Ф. –М.: Высшая школа, 1980. – 328 с.
4. Татарина Л.И. Структура твердых аморфных и жидких веществ / Татарина Л.И. –М.: Наука, 1983. –152с.
5. Данилов В.И. Строение и кристаллизация жидкостей / Данилов В.И. – К.: Изд-во АН Украинской ССР, 1956. –568 с.
6. Chalmers B. Principles of Solidification / Chalmers B. –New York. London. Sidney: John Wiley Sons/ Inc., 1968. – 288 p.
7. Флеминг М. Процессы затвердевания / Флеминг М. –М.: Мир, 1977. –423 с.
8. Архаров В.И., Новохатский И.А. О внутренней адсорбции в расплавах // Доклады АН СССР, 1969. –Т. 185, № 5. –1069 с.
9. Архаров В.И. К вопросу о трактовке механизма фазовых превращений на основе диаграмм равновесных состояний сплавов // Физика твердого тела (Респ. межвед. науч.-техн. сборник). –Киев-Донецк: Высшая школа, 1979. Вып. 9. – . 73-80.
10. Александров В.Д., Фролова С.А., Покинтелица Е.А., Зозуля А.П., Амерханова Ш.Л. Динамика изменения кластерной структуры в процессе равновесной и неравновесной кристаллизации // Расплавы, 2017, №6 . –С. 484-490.
11. Александров В.Д. Кластерно-коагуляционная кристаллизация переохлажденных жидкостей / Александров В.Д., Покинтелица Е.А. –Донецк: Нордкомпьютер, 2015. –176 с.
12. Кидяров Б.И. Кинетика образования кристаллов из жидкой фазы / Кидяров Б.И. – Новосибирск: Наука, 1979. –79 с
13. Александров В.Д., Баранников А.А., Фролова С.А. Построение диаграмм состояния Bi-Sb, Sn-Bi с предкристаллизационными переохлаждениями // Металлы, 2002, № 5. –С. 105-111
14. Александров В.Д. Кинетика зародышеобразования и массовой кристаллизации переохлажденных расплавов и аморфных сред / Александров В.Д. –Донецк: Донбасс, 2011. –591 с.
15. Коттрелл А.Х. Строение металлов и сплавов / Коттрелл А.Х. –М.: Металлургиздат, 1961. –288 с.
16. Жданов Г.С. Физика твердого тела / Жданов Г.С. –М.: МГУ, 1962. –502 с.

С.А. Фролова, О.В. Соболев

ГБОУ ВО «Донбасс Ұлттық құрылыс және сәулет академиясы», Макеевка,
Донецк облысы, Ресей

Тепе-теңдік және тепе-теңдіксіз кристалдану процесінде қатты ерітінділердің балқымаларының кластерлік құрылымының өзгеру динамикасы

Аңдатпа. Жұмыста кластерлену процесерін ескере отырып, квазитепе-теңдік (QEC) және тепе-теңдіксіз жарылғыш кристалдану (ТНЭК) процесінде алмастырушы қатты ерітінділерді салқындату кезінде балқыма құрылымының өзгеру динамикасы сипатталған. Қатты күйге өту шекаралары CRC және NRVC типтерінің кристалдануы кезінде кластер құрылымының өзгеруіне қарай анықталады. Шекаралар ΔT^- ликвидус сызығына қатысты сыни қызып кету T_K^+ және кристалданудың алдын ала суытуын ескере отырып анықталады. Квазитепе-теңдік кристалдану кезінде балқыма құрылымын келесі ретпен $ж \rightarrow ж + K_\alpha \rightarrow ж + \alpha_T \rightarrow \alpha_T$, ал тепе-теңдіксіз жарылыссыз кристалдануда $ж \rightarrow ж + K_\alpha \rightarrow ж + \alpha_T \rightarrow \alpha_T$ ретімен өзгертетіні анықталды. Фазалық ереже кристалданудың әртүрлі түрлері кезінде пайда болған алғашқы кристалдарды есептеу үшін қолданылды. Қорытпалардың салқындату қисықтары берілген, олар қорытпалардың кристалдануының әртүрлі түрлерін сипаттайды.

Түйін сөздер: балқымалар, қорытпалар, орынбасушы қатты ерітінділер, фазалық диаграмма, кластерлер, кластерлену, ядролар, тепе-теңдік және тепе-теңдіксіз кристалдану, термограммалар.

S.A. Frolova, O.V. Sobol

BEI HE Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Makeyevka, Russia

Dynamics of changes in the cluster structure of solid solution melts during equilibrium and nonequilibrium crystallizations

Abstract. The article describes the dynamics of changes in the melt structure during cooling of solid substitution solutions in the process of quasi-equilibrium (CRC) and non-equilibrium explosive crystallization (NRCC), considering clustering processes. The boundaries of the transition to the solid state have been determined as the structure of clusters changes during crystallizations of the KRK and NRK types. The boundaries have been defined taking into account the critical superheat T_K^+ and pre-crystallization supercooling with respect to the liquidus line ΔT^- . It has been found that during quasi-equilibrium crystallization, the melt changes its structure in the following sequence $l \rightarrow l+C_\alpha \rightarrow l+\alpha T \rightarrow \alpha T$, and during non-equilibrium explosive crystallization - in the sequence $l \rightarrow l+C_\alpha \rightarrow l+\alpha_T \rightarrow \alpha_T$. The phase rule is used to calculate the first crystals that appeared during various types of crystallization. Alloy cooling curves describing various types of alloy crystallization.

Keywords: melts, binary system, alloys, solid solutions, state diagram, solubility, entropy, clusters, clustering, nucleus, equilibrium and nonequilibrium crystallization, thermograms.

References

1. Ubbelode A.R. Rasplavlennoe sostoyanie veshstva [The molten state of the substance] (M.: MGU, 1986. – 264 s.) [in Russian]
2. Frost B.R.T. Stroenie zhidkikh metallov // V kn. «Uspekhi fiziki metallov» [structure of liquid metals] (T. II, 1958. –S. 126-176) [in Russian]
3. Skrihshevskiy A.F. Strukturniy analiz zhidkostey i amorfnykh sred. (M.: Vihsshaya shkola, 1980, 328 p.)
4. Tatarinova L.I. Struktura tverdikh amorfnykh i zhidkikh veshstv [Structure of solid amorphous and liquid substances] (M.: Nauka, 1983,152p.) [in Russian]
5. Danilov V.I. Stroenie i kristallizatsiya zhidkostey [Internal adsorption in melts] (K.: Izd-vo AN Ukrainskoy SSR, 1956. –568 p.) [in Russian]
6. Chalmers B. Principles of Solidification. –New York. London. Sidney: John Wiley Sons/ Inc., 1968. – 288 p. [in English]
7. Flemings M. Processy zatverdevaniya [Solidification processes] (M.: Mir, 1977. –423 p.) [in Russian]
8. Arkharov V.I., Novokhatskiy I.A. O vnutrenney adsorbtsii v rasplavakh [On internal adsorption in melts], Dokladih AN SSSR [Reports of the Academy of Sciences USSR],185(5),1069 (1969). [in Russian]
9. Arkharov V.I. K voprosu o traktovke mekhanizma fazovykh prevratheniyy na osnove diagramm ravnovesnykh sostoyaniy splavov [On the interpretation of the mechanism of phase transformations based on diagrams of equilibrium states of alloys], Fizika tverdogo tela (Resp. mezhved. nauch.-tekhn. Sbornik) [Solid State Physics (Republican Interdepartmental Scientific and Technical Collection)], Kiev-Doneck: Vitha shkola, 9,73-80(1979). [in Russian]
10. Aleksandrov V.D., Frolova S.A., Pokintelica E.A., Zozulya A.P., Amerkhanova Sh. K. Dinamika izmeneniya klasternoy struktury v processe ravnovesvoy i neravnovesvoy kristallizatsii [Dynamics of changes in the cluster structure in the process of equilibrium and nonequilibrium crystallization], Metalls, 6, 484-490(2017). [in Russian]
11. Aleksandrov V.D., Pokintelica E.A. Klasterno-koagulyatsionnaya kristallizatsiya pereokhlazhdennykh zhidkostey [Cluster-coagulation crystallization of supercooled liquids].176 (2015). [in Russian]
12. Kidyarov B.I. Kinetika obrazovaniya kristallov iz zhidkoy fazy [Kinetics of crystal formation from the liquid phase], (Novosibirsk, Nauka, 1979,79). [in Russian]
13. Aleksandrov V.D., Barannikov A.A., Frolova S.A. Postroyeniye diagramm sostoyaniya Bi-Sb, Sn-Bi s predkristallizatsionnyimi pereokhlazhdeniyami [Construction of Bi-Sb, Sn-Bi state diagrams with pre-crystallization overcooling], Metalli, 5, 105-111(2002). [in Russian]

14. Aleksandrov V.D. Kinetika zarodihsheobrazovaniya i massovoy kristallizatsii pereokhlazhdennikh rasplavov i amorfnykh sred [Kinetics of nucleation and mass crystallization of supercooled melts and amorphous media] (Doneck, Donbass, 2011, 591) [in Russian]

15. Kottrell A.Kh. Stroenie metallov i splavov [Structure of metals and alloys] (M.: Metallurgizdat, 1961, 288p.) [in Russian]

16. Zhdanov G.S. Fizika tverdogo tela [Solid State Physics] (M.: MGU, 1962, 502p.) [in Russian]

Сведения об авторах:

Фролова Светлана Александровна – кандидат химических наук, доцент, заведующая кафедрой физики и прикладной химии, Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, Макеевка, Россия.

Соболь Оксана Викторовна – кандидат химических наук, доцент кафедры физики и прикладной химии, Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, Макеевка, Россия.

Frolova Svetlana – Ph.D., Associate Professor, Head of the Department of Physics and Applied Chemistry, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Makeevka, Russia.

Sobol Oksana – Ph.D, Associate Professor of the Department of Physics and Applied Chemistry, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Makeevka, Russia.



МРНТИ 70.25.17

*Н.Е. Айкенова, Ш.А. Карасаева

К.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе, Қазақстан
Автор для корреспонденции: tworpx99@mail.ru

Мұнайөңдеу өндірісіндегі ағынды суларды фенолдардан тазарту

Аңдатпа. Мақалада өнеркәсіптік ағынды суларды мұнай өңдеу, мұнай-химия және химия салаларын өндіріс қалдықтарымен фенолдардан тазарту перспективалары қарастырылған. Ағынды суларды фенолдардан модификацияланған карбонатты шламмен тазартудың технологиялық схемасы қарастырылған. Ағынды суларды тазарту технологияларында энергетикадағы үлкен тонналы қалдықты – карбонатты шламды қолдану ұсынылады. Жұмыста карбонатты шламды түйіршіктеу технологиясы қарастырылған, оның технологиялық сипаттамасы зерттелген. Адсорбциялық сипаттамасын бағалау үшін адсорбция изотермасы және кинетикалық қисығы тұрғызылды. «Ақтөбе мұнайөңдеу» ЖШС мысалында ағынды суларды тазарту технологиялық схемасы ұсынылған.

Түйін сөздер: адсорбция, адсорбент, ағынды сулар, фенолдар, карбонатты шлам, ағынды суларды тазарту.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-6771-2023-143-2-52-59>

Кіріспе. Бүгінгі таңда әлемдік экономика дамуының маңызды факторы адам өмірінің барлық салаларында өз қолданысын тапқан мұнай мен ілеспе газдардан алынатын өнімдер болып табылады. «Қара алтынды» алу және өңдеу, сондай-ақ мұнай химиясын дамыту біздің еліміз үшін экономика негіздерінің біріне айналды. Алайда, мұнайөндіру нәтижесінде қоршаған ортада қалдықтардың шығарылуы және одан әрі жинақталуы орын алады.

Көптеген мұнай объектілерінің өндірістік құрамдас бөлігінде технологиялық процестердің адам ағзасына теріс әсерінің ерекшеліктері белгілі және негізінен мұнай өнімдерінің әртүрлі авариялық жағдайлары мен төгілуімен байланысты [1].

Өнеркәсіптік кешеннің қазіргі даму қарқыны ағынды сулардың едәуір көлемінің пайда болуымен байланысты. Химия, мұнай-химия, мұнай өңдеу өнеркәсібі кәсіпорындарының ағынды суларында органикалық ластаушы заттардың, оның ішінде ароматты органикалық заттардың тұтас кешені бар. Мұндай ароматты органикалық қосылыстарға фенол жатады. Фенолдар өте улы химиялық зат. Заңмен бекітілген санитарлық-гигиеналық нормалар фенолдардың судағы шекті рұқсат етілген концентрациясын (ШРК) 0,001 мг/дм³ құрайды [2,3,4].

Сонымен қатар, мұнай өндіруге және өңдеуге қатысы жоқ, бірақ басқа жолмен мұнай өнімдерін пайдаланатын көптеген кәсіпорындар белгілі дәрежеде топырақты, суды және

атмосфераны ластайды [5]. Мысалы, «2010 жылы Шығыс Қазақстан облысының статистика департаменті ШҚО аумағының атмосферасына шамамен 10944 тонна формальдегид және 10351 тонна фенол шығарындарының түскенін хабарлайды. Облыс бойынша фенол мен формальдегид шығарындарының шамамен 90 пайызы минералды жүн бұйымдары мен ағаш талшықты тақталар шығаратын кәсіпорындарға тиесілі» [6]. Бұл ретте, Қазақстан Республикасының Өскемен қаласында фенолмен ластанудың ең көп шоғырлануы өнеркәсіп алаңында байқалды, ең аз – қаланың орталық аудандарында байқалады.

Көмір шайырынан бөлінетін, сондай-ақ ароматты көмірсутектердің тотығуымен алынатын фенолдар адам ағзасы үшін улы заттар болып табылады және өнеркәсіптік өндіріс пен тұтыну қалдықтарының қауіптілігінің II класына жатады. Олардың уытты әсері гидрофобты әсерлерден және феноксильді радикалдардың одан әрі қалыптасуынан болады.

Өндірістік ортада фенолдың адам ағзасына әсері оның буларын деммен жұту немесе ерітіндінің өзі терімен жанасу арқылы жүзеге асырылады. Бұл химиялық күйіктерді, тыныс алу жолдары мен көздің шырышты қабығын қатты тітіркендіреді, сонымен қатар жүйке жүйесінің бұзылуына әкеледі.

Фенолдардың уыттылық механизмі ақуыз молекулаларының құрылымының өзгеруімен және дене жасушаларының жұмысының бұзылуымен көрсетеді.

Бұл мәселенің өзектілігі фенолды және оның туындыларын өнеркәсіпте қолданудың кең спектрімен байланысты. Бүгінгі таңда фенол қосылыстары фенол-формальдегидті шайырлар, пластмассалар, бояғыштар, пестицидтер, синтетикалық талшықтар мен жарылғыш заттар өндірісінде қолданылады.

Мұнай өндіру, коксохимиялық зауыттар, сондай-ақ мұнай және көмір өңдеу өнеркәсібінің ірі кешендері әлі күнге дейін атмосферадағы фенолды байытқыштардың белсенді көзі болып табылады.

Фенолдың қауіптілігі – бұл қоршаған ортаны ластаудың басқа көздерінен аз байқалады, дегенмен ересек адам үшін фенолдың өлім дозасы 1-ден 10 граммға дейін екендігі белгілі. Мысалы, 2016 жылы атмосфералық ауаның жоғары және жоғары ластану мәні бар Қазақстанның 17 елді мекенінің арасында мұнай өндіретін бірде-бір елді мекен жоқ [6-9]. Сонымен қатар, Қазгидрометтің 2016 жылғы деректері бойынша фенолдық қосылыстар шығарындарынан неғұрлым зардап шегушілер Алматы және Өскемен қалалары болып табылады, бірақ тіпті мұнда да олар басқа зиянды заттармен салыстырғанда пайыздық қатынаста жасырылған [10]. Фенолдың қысқа сақтау мерзімін (6 ай), сондай-ақ оның өнімдерін кәдеге жарату кезінде қайта өңдеуге арналған фенол мен фенол ерітінділері қайтадан алынатынын ескере отырып, мәселе тұйық шеңбер түрінде болады [10].

Мұнай-химия және мұнай өңдеу кәсіпорындары табиғи суды едәуір көлемде тұтынады. Су ерітінділерді дайындау, өнімді өндіру, қыздыру және салқындату, технологиялық жабдықты жуу үшін қажетті технологиялық операциялар үшін қолданылады. Бұл кәсіпорындардың ағынды суларында суда еріген органикалық заттардың, соның ішінде мұнай өнімдері мен фенолдардың кең спектрі бар. Кәсіпорындарда ағынды суларды тазарту болмаған жағдайда қоршаған ортаға антропогендік жүктеме едәуір артады, бұл кәсіпорынның өнеркәсіптік қызметінің сипатына байланысты.

Ағынды суларды тазартудың әртүрлі әдістері бар. Басқа тазарту әдістеріне қарағанда бірқатар артықшылықтар адсорбцияға ие. Өнеркәсіптік өндірілген сорбциялық материалдар жоғары құнмен сипатталады. Сондықтан, өндіріс қалдықтарына негізделген арзан тиімді сорбциялық материалдарды әзірлеу үлкен практикалық және ғылыми маңызға ие [11-12].

Жұмыстың мақсаты – техникалық және технологиялық шешімдер арқылы мұнайөңдеу зауыттарының ағынды суларын тазарту. Қойылған мақсаттарға жету үшін ағынды суларды тазартуға арналған карбонатты шламның қасиеттерін, адсорбциялық сыйымдылығын, адсорбциялау кинетикасын зерттеу; алынған нәтижелер бойынша ағынды суларды тазарту технологиялық схемасын ұсыну қажет.

Материалдар мен тәсілдер. Жұмыста шикі суды алдын ала тазарту сатысында әктеу және коагуляция кезінде пайда болатын энергетиканың көп тонналы қалдықтарымен - химиялық су дайындау шламымен (ХСШ) «Ақтөбе мұнайөңдеу» ЖШС құрамында мұнайы бар ағынды суларды тазартудың адсорбциялық технологиясы ұсынылады.

Зерттеу әдістері адсорбция теориясына, процестің кинетика теориясының ережелеріне негізделген. Ведомстволық экологиялық бақылауда ұсынылған титриметриялық, гравиметриялық, хроматографиялық, фотоколориметриялық талдау әдістері қолданылды. Барлық талдаулар ГОСТ және СанПиН сәйкес жүргізілді.

Нәтижелері мен талқылау.

Ағынды суларды фенолдардан ХСШ шламы негізінде жасалған сорбциялық материалмен тазарту мүмкіндігі қарастырылды. Сорбциялық материал келесі технологиялық сипаттамаларға ие:

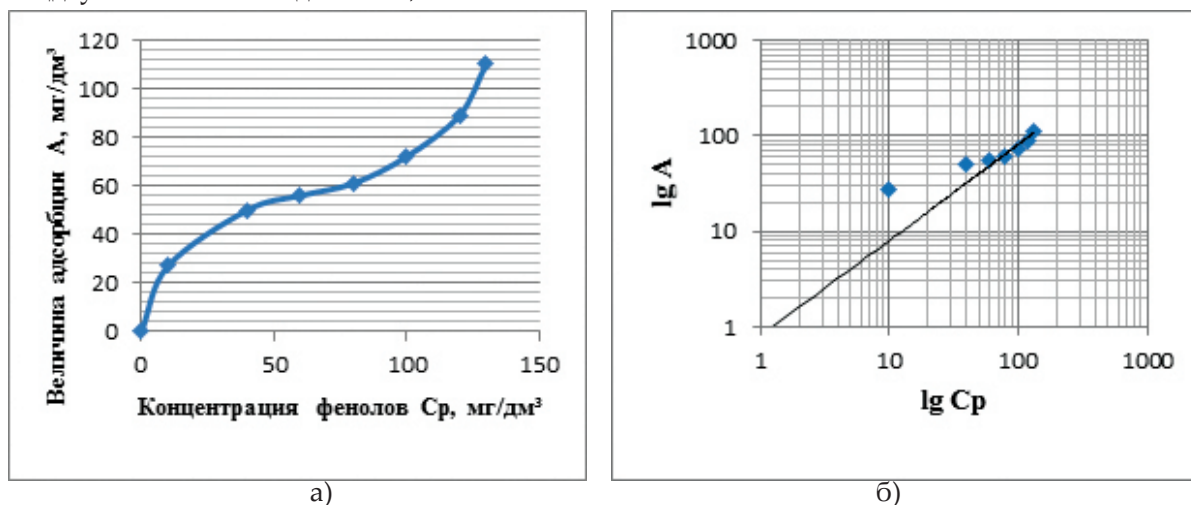
Кесте 1.

Шлам түйіршіктерінің технологиялық сипаттамалары

№	Сипаттамасы	Мәні
1	Бөлшектердің мөлшері, мм	0,5-2,5
2	Үйілмелі тығыздық, рн, кг / м ³	670
3	Ылғалдылық, %	2,5
4	Меншікті беті, м ² / г	64,9
5	Жиынтық көлемі, см ³ / г	0,84
6	Су сіңіру, %	1,2
7	Йод бойынша адсорбциялық сыйымдылық, %	7
8	Көк метилен бойынша адсорбциялық сыйымдылық, %	20

Химиялық су дайындау шламы негізінде дайындалған адсорбентпен ағынды суларды адсорбциялаудың принципті мүмкіндігі қарастырылды.

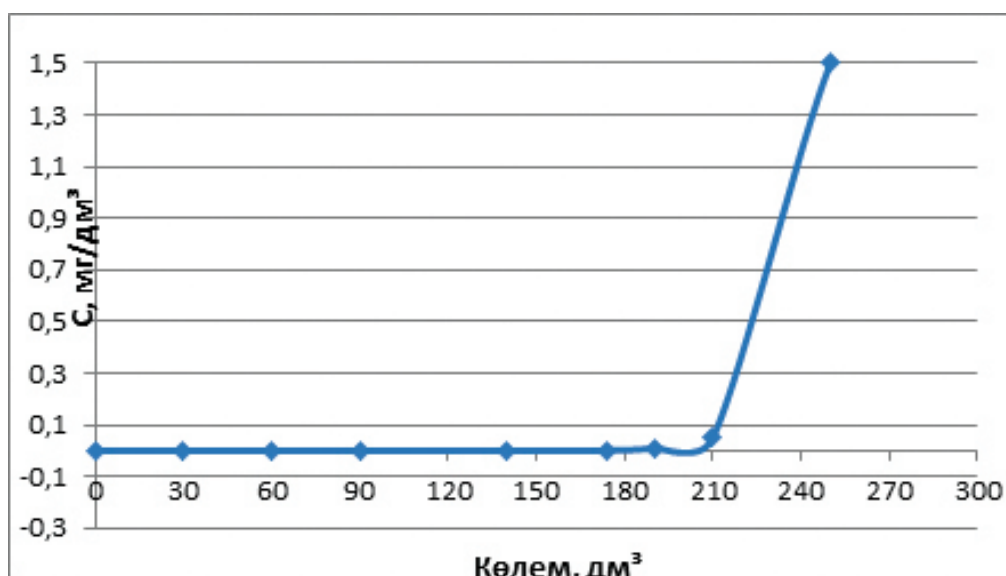
Шлам түйіршіктерінің сорбциялық қабілетін анықтау үшін фенолға қатысты адсорбция изотермасы салынды. Салынған адсорбция изотермасы Брунауэр, Деминг, Деминг және Теллер (БДДТ) классификациясы бойынша V типке жатады, изотерманың S-типі әдетте микро және мезопоралардың қатысуымен кездеседі және Фрейндлих теңдеуімен сипатталады: $A = 0, 28C^{0,75}$.



Сур. 2. Фенол бойынша түйіршіктелген шлам адсорбциясының изотермасы (а) және оның логарифмдік координаттардағы түрі (б)

Адсорбциялық тепе-теңдікке жету уақытын анықтау үшін фенол концентрациясы бар ($C_{\text{баст}} = 100 \text{ мг/дм}^3$) модельдік ерітінділерден алынған материал түйіршіктерімен фенолды адсорбциялау процесінің кинетикасы зерттелді. Түйіршіктердің модельдік ерітіндімен байланысу уақыты 0,33; 0,66; 1; 2; 4; 5; 7 сағат [11]. Адсорбциялық тепе-теңдік адсорбенттің адсорбатпен 3 сағаттық байланысынан кейін пайда болатындығы анықталды.

Түйіршіктелген шламның сорбциялық қасиетін анықтау үшін динамикалық жағдайда органикалық қоспалардың адсорбция қисығы құрылған [13-15]. Фенолды адсорбциялау процесі диаметрі 2,5 см сүзгі шыны баған болып табылатын зертханалық қондырғыда түйіршіктелген шлам (0,5-2,5 мм фракция) көмегімен зерттелді. Модельдік ерітіндідегі фенол концентрациясы $1,5 \text{ мг/дм}^3$, Ағынды суларды тазарту жүйесіндегі адсорбциялық сүзгіге кірудің орташа мәні болып табылады. Жүктеу қабатының биіктігі – 20 см, массасы – 54,38 г, сүзу жылдамдығы-3,5 м/сағ. Бос өту $0,001 \text{ мг/дм}^3$ концентрациясында тіркеледі. 3-суретте динамикалық жағдайда фенолдың адсорбциясының шығыс қисығы көрсетілген. Эксперимент барысында түйіршіктелген шламның динамикалық сорбциялық сыйымдылық (ДСС), толық сорбциялық сыйымдылық (ТСС) анықталды. Нәтиже 2-кестеде келтірілген.



Сурет 3. Динамикалық жағдайда карбонатты шламмен фенолды адсорбциялау кинетикасы

Кесте 2.

Түйіршіктелген шламның динамикалық сорбциялық сыйымдылықтың және толық сорбциялық сыйымдылықтың мәні

Мг/г көрсеткіші	Мәні	Өткізілген су көлемі, дм³
ДСС	4,8	174,5
ТСС	6,9	250,4

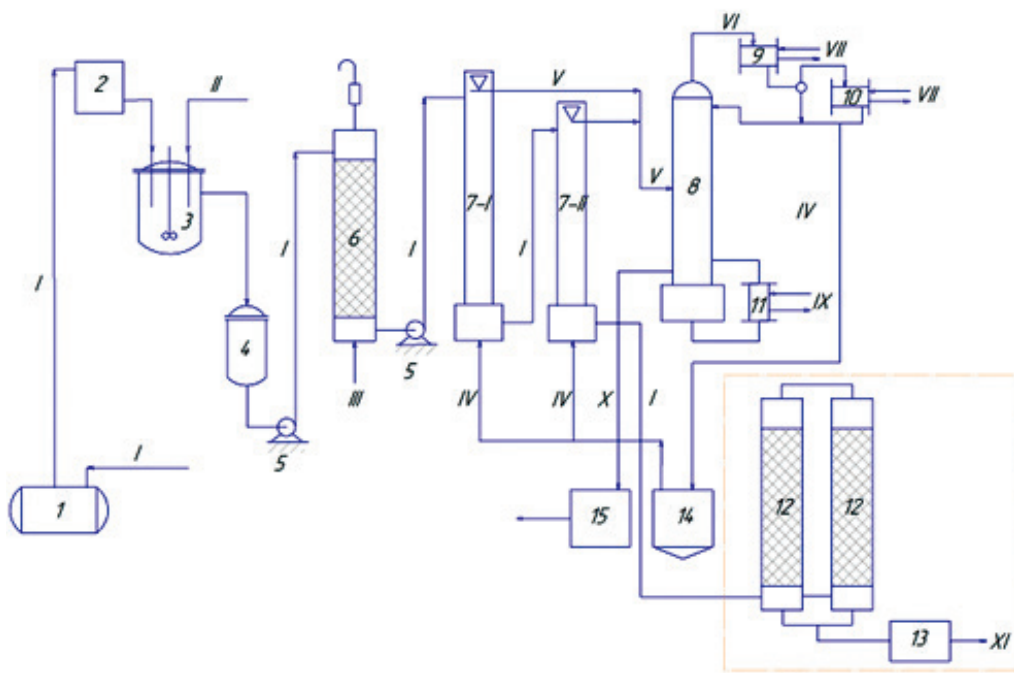
Шилов теңдеуі бойынша [14-15] Түйіршіктелген шламның қабатының қорғаныс әсерінің уақыты мен К коэффициенті есептеледі: $\tau = 95,2 \text{ сағ}$; $K = 612,6 \text{ сағ/м}$.

«Ақтөбе мұнайөңдеу» ЖШС ағынды суларды тазарту жүйесінде химиялық су дайындау шламын қолдану ұсынылды. Фенолдардан ағынды суларды тазарту жүйесінде ағынды суларды адсорбциялық тазартудың технологиялық схемасы қолданылады. «Ақтөбе мұнайөңдеу» ЖШС тазарту құрылыстарында ағынды суларды тазарту бес кезеңді тазарту қондырғысы ұсынылады:

- 1) күкірт қышқылымен қышқылдандыру;
- 2) абгаздарды адсорбциялық тазарту;
- 3) ацетофенонмен экстракциялау;
- 4) экстрагенттің регенерациясы;
- 5) адсорбциялық тазалау.

Техникалық-экономикалық көрсеткіштерді есептеу үшін «Ақтөбе мұнайөңдеу» ЖШС сарқынды суларды тазарту жүйесінде сорбент ретінде түйіршіктелген шлам қолдану ұсынылды.

«Ақтөбе мұнайөңдеу» ЖШС сарқынды суларын мұнай өнімдері мен фенолдардан тазарту үшін 4-суретте көрсетілген мынадай қағидатты технологиялық схема (өнімділігі тәулігіне 120 м³) ұсынылады.



Сурет 4. «Ақтөбе мұнайөңдеу» ЖШС ағынды суларын фенолсыздандырудың принципіалды технологиялық схемасы

1–ағынды сулардың резервуары; 2–қысымды бак; 3–ағынды суларды қышқылдандыру резервуары (ҚР); 4–резервуар-орташаландырғыш; 5–насос; 6–адсорбциялық колонна; 7-I және 7-II – экстракциялық колонналар; 8 – ректификациялық колонналар; 9–дефлегматор; 10–конденсатор; 11–қайнатушы; 12–адсорбциялық колонна; 13–тоңазытқыш; 14–эфирге арналған бак; 15–фенолға арналған бак; I–фенолды ағынды су; II–күкірт қышқылы; III–абгаздар; IV–экстрагент (эфир); V–экстракт; VI–экстрагент (эфир) буы; VII–салқындатқыш су; VIII–салқындатылған экстрагент; IX–бу; X–фенол; XI – кәрізге ағызу.

Еріген түрінде ағынды сулардың құрамында фенол қосылыстары да, ацетон да болады. Жергілікті тазартуға құрамында 30 г/л дейін фенол және фенол қосылыстарынан тазарту үшін 4 суреттегі принципіалды технологиялық схема ұсынылады. Тазарту экстракция реакциясы арқылы жүзеге асырылады, онда фенол мен фенол қосылыстары ацетофенонмен, кейбір жағдайларда диизопропилэфірімен экстракциялайды. ҚР 3 резервуарда рН=1 күкірт қышқылымен қышқылданады және одан әрі экстракцияға жіберіледі. 4 орташаландырғыш резервуар арқылы адсорбциялық суару колоннасына абгаздармен түзілген ұшпазаттардың адсорбциясына түседі. Фенолды және фенол

қосылыстарын экстракциялау үзік берумен берілетін экстрагенттің қатысуымен 7 пульсациялық-экстракциялық колонналарда жүргізіледі (минутына 75 пульсация). Ағынды сулардан фенолдар диизопропилэфирінің көмегімен экстракциялайды, экстракция тиімділігі 99,3% және ацетофенонмен тазарту тиімділігі 99,6%, эфир: ағынды сулар қатынасы -1:3.

Фенол қосылыстарынан ағынды суларды ректификациялау арқылы жоғарыда аталған экстрагентті қалпына келтіру үшін жүзеге асырылады. Экстрагентті 8 саптамалары бар колоннада ректификациялайды, оның флегм саны 0,5-1, фенолдағы қалдық экстрагенттің мөлшері 30-дан 1 мг/л-ге дейін жетеді. Процесс 68-69°C температурасында колоннадан эфир буы 9 дефлегматорына және 10 бу конденсаторынан экстрагентті жинау резервуарына жеткізіледі; эфир 14 эфир резервуарына жиналады және экстракцияға қайта оралады. Процестің айналым жүйесінде осы жүйеде айналымдағы бастапқы фенолдың шығыны $\approx 1\%$ құрайды. Фенолға арналған 15 резервуарға регенерацияланған (пайдаланылған) фенол жіберіледі және қайтадан өндіріске қайтарылады. Фенолдан тазартылған кейін ағынды сулар 12 адсорбциялық колоннада карбонатты шлам түйіршіктерімен тазартылады, 13 тоңазытқыш қондырғысында салқындатылады және кәріз желілеріне жіберіледі.

Осылайша, ұсынылған жұмыста түйіршіктелген шламды пайдалана отырып, құрамында фенол бар ағынды суларды адсорбциялық тазарту бойынша эксперименттік зерттеулер жүргізілді. «Ақтөбе мұнайөңдеу» ЖШС ағынды суларын тазартудың технологиялық схемасы ұсынылды. Карбонатты шлам түйіршектерімен адсорбциялық колоннада тазарту тиімділігі $> 90\%$.

Әдебиеттер тізімі

1. Nikolaeva L.A., Aikenova N.E. Adsorption purification of phenol-containing wastewater from oil refineries. *Theoretical and Applied Ecology*. – 2020. – V.4.- P. 136-142
2. Sun X., Wang C., Li Y., Wang W., We J. Treatment Of Phenolic Wastewater By Combined Uf And Nf/ Ro Processes. *Desalination*. -2015- №355- P.68-74.
3. Petkovic S.D., Adnadjevic B.K., Jovanovic J.D. A Novel Advanced Technology for Removal of Phenol from Wastewaters in a Ventury Thermal Science. – 2019. – V.23. – Т. 5. – P. 1935-1942
4. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. URL: <http://www.dioxin.ru/doc/gn2.1.5.1315-03.htm> (Дата обращения: 01.08.2019)
5. Нурпеисова А.А., Юнусова Г.Б. Обзор проблемы загрязнения почвы нефтью и нефтепродуктами URL: http://ksu.edu.kz/files/nauka/3I/2017/1nomer/nurpeisova_stat_ya_1_ispr_liter.pdf (өтінім берілген күні 10.03.2023)
6. Данилевский Д. Откуда в атмосфере фенол и формальдегид? URL: <http://flashpress.kz/blog/flash/1136.html> (өтінім берілген күні 10.03.2023)
7. Приказ и.о. министра охраны окружающей среды Республики Казахстан от 2 августа 2007 года N 244-п.
8. Брацук А.А., Есимова А.Т., Игнатович И.А. Анализ статистики вредных выбросов в атмосферный воздух // Молодой ученый. – 2017. – №50. – С. 129-130.
9. 10 городов Казахстана с повышенным уровнем загрязнения. URL: https://tengrinews.kz/kazakhstan_news/10-gorodov-kazahstana-s-povyishennyim-urovnm-zagryazneniya-337521/ (өтініш берілген күні 10.03.2023)
10. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан. Министерство энергетики РК, РПП Казгидромет, Департамент экологического мониторинга –2016. –№9 (203). -С.172
11. Nikolaeva L.A. Treatment of a TPP's Water from Oil Products with Hydrophobic Carbonate Sludge. *Thermal Engineering*. – 2020.- V.67(10) – P. 751-755
12. Franz M., Arafat H.A., Pinto N.G. Effect of chemical surface heterogeneity on the adsorption mechanism of dissolved aromatics on activated carbon. *Carbon*. -2000.- №38- С. 1807-1819.
13. Шумяцкий Ю.И. Адсорбционные процессы: учебное пособие. – М.: Изд-во РХТУ им. Менделеева, 2005. – 164 с.

14. Лаптев А.Г. Модели пограничного слоя и расчет тепломассообменных процессов / А.Г. Лаптев. – Казань : Изд-во Казанского ун-та, 2007. – 500 с.

15. Ларин Б.М. Основы математического моделирования химико-техно-логических процессов обработки теплоносителя на ТЭС и АЭС. – М.: МЭИ, 2000. – 310 с.

Н.Е. Айкенова, Ш.А. Карасаева

Актюбинский региональный университет им.К.Жубанова, Актюбе, Казахстан

Очистка сточных вод нефтеперерабатывающих предприятий от фенолов

Аннотация. В статье рассмотрены перспективы очистки промышленных сточных вод от фенолов нефтеперерабатывающей, нефтехимической и химической промышленности отходами производства. Приведена технологическая схема очистки сточных вод от фенолов модифицированным карбонатным шламом. В технологиях очистки сточных вод предлагается использовать многотоннажный отход энергетики - карбонатный шлам. В работе рассмотрена технология грануляции карбонатного шлама, изучены его технологические характеристики. Для оценки характеристик адсорбции построены изотерма адсорбции и кинетическая кривая. Технологическая схема очистки сточных вод представлена на примере ТОО «Актюбе нефтепереработка».

Ключевые слова: адсорбция, адсорбент, сточные воды, фенолы, карбонатный шлам, доочистка сточных вод.

N.Y. Aikenova, Sh.A. Karassayeva

Aktobe Regional University named after K.Zhubanov, Aktobe, Kazakhstan

Purification of wastewater from oil refineries from phenols

Abstract. The article discusses the prospects for the purification of industrial wastewater from phenols in the oil refining, petrochemical and chemical industries with production waste. The technological scheme of wastewater treatment from phenols by modified carbonate sludge is given. In wastewater treatment technologies, it is proposed to use a large-tonnage energy waste – carbonate sludge. The paper considers the technology of carbonate sludge granulation, its technological characteristics are studied. To evaluate the characteristics of adsorption, an adsorption isotherm and a kinetic curve were plotted. The technological scheme of wastewater treatment is presented on the example of Aktobe Oil Refining LLP.

Keywords: adsorption, adsorbent, wastewater, phenols, carbonate sludge, post-treatment of wastewater.

References

1. Nikolaeva L.A., Aikenova N.E. Adsorption purification of phenol-containing wastewater from oil refineries. *Theoretical and Applied Ecology*, 4, 136-142 (2020) [in Russian]

2. Sun X., Wang C., Li Y., Wang W., We J. Treatment Of Phenolic Wastewater By Combined Uf And Nf/Ro Processes. *Desalination*, 355, 68–74(2015).

3. Petkovic S.D., Adnadjevic B.K., Jovanovic J.D. A Novel Advanced Technology for Removal of Phenol from Wastewaters in a Ventury Thermal Science, 23(5), 1935-1942 (2019)

4. GN 2.1.5.1315-03. Predel'no dopustimy'e koncentraczii (PDK) khimicheskikh veshhestv v vode vodny'kh ob'ektov khozyajstvenno-pit'evogo i kul'turno-by'tovogo vodopol'zovaniya [Maximum Permissible Concentrations (MPC) of Chemical Substances in the Water of Water Bodies of Household and Drinking and Cultural and Community Water Use]. Available at: <http://www.dioxin.ru/doc/gn2.1.5.1315-03.htm> (accessed 01.08.2019) [in Russian]

5. Nurpeissova A.A., Yunussova G.B. Obzor problemy` zagryazneniya pochvy` nef'tyu i nefteproduktami [Review of the problem of soil pollution with oil and oil products] Available at: http://ksu.edu.kz/files/nauka/3I/2017/1nomer/nurpeissova_stat_ya_1_ispr_liter.pdf (accessed 10.03.2023) [in Russian]

6. Danilevskij D. Otkuda v atmosfere fenol i formal`degid? [Where did phenol and formaldehyde come from in the atmosphere?] Available at: <http://flashpress.kz/blog/flash/1136.html> [in Russian]
7. Prikaz i.o. Ministra okhrany` okruzhayushhej sredy` Respubliki Kazakhstan ot 2 avgusta 2007 goda N 244-p [Order of the acting Minister of Environmental Protection of the Republic of Kazakhstan dated August 2, 2007 N 244-p]. [in Russian]
8. Braczuk A.A., Esimova A.T., Ignatovich I.A. Analiz statistiki vredny`kh vy`brosov v atmosfery`j vozdukh [Analysis of the statistics of harmful emissions into the atmospheric air], Molodoj ucheny`j [Young Researcher], 50, 129-130 (2017). [in Russian]
9. 10 gorodov Kazakhstana s povy`shenny`m urovnem zagryazneniya [10 cities of Kazakhstan with high levels of pollution]. Available at: https://tengrinews.kz/kazakhstan_news/10-gorodov-kazakhstana-s-povyishennyim-urovнем-zagryazneniya-337521/ (accessed: 10.03.2023) [in Russian]
10. Informacionny`j byulleten` o sostoyanii okruzhayushhej sredy` Respubliki Kazakhstan [Information bulletin on the state of the environment of the Republic of Kazakhstan]. Ministerstvo e`nergetiki RK, RGP Kazgidromet, Departament e`kologicheskogo monitoringa. 9 (203), 172 (2016).
11. Nikolayeva L.A. Treatment of a TPP's Water from Oil Products with Hydrophobic Carbonate Sludge. Thermal Engineering, 67(10),751–755 (2020)
12. Franz M., Arafat H.A., Pinto N.G. Effect of chemical surface heterogeneity on the adsorption mechanism of dissolved aromatics on activated carbon. Carbon, 38, 1807-1819 (2000).
13. Shumyaczkiy Yu.I. Adsorbcionny`e processy` [Adsorption processes]: uchebnoe posobie. (Moscow, Izd-vo RKhTU im. Mendeleeva, 2005, 164 p.)
14. Laptsev A.G. Modeli pogranchnogo sloya i raschet teplomassoobmenny`kh processov [Boundary layer models and calculation of heat and mass transfer processes] (Kazan, Izd-vo Kazanskogo un-ta, 2007, 500 p.)
15. Larin B.M. Osnovy` matematicheskogo modelirovaniya khimiko-tekhno-logicheskikh processov obrabotki teplonosatelya na TE`S i AE`S [Fundamentals of mathematical modelling of chemical-technological processes of heat carrier treatment at thermal power plants and nuclear power plants. Moscow, ME`I, 2000, 310p.) [in Russian]

Сведения об авторах:

Айкенова Нурия Еркиновна – техника ғылымдарының кандидаты, химия және химиялық технология кафедрасының оқытушысы, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе, Қазақстан.

Карасаева Шынар Алмасовна – жаратылыстану ғылымдарының магистрі, химия және химиялық технология кафедрасының оқытушысы, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе, Қазақстан.

Айкенова Нурия Еркиновна – кандидат технических наук, преподаватель, Актюбинский региональный университет имени К.Жубанова, Актобе, Казахстан.

Карасаева Шынар Алмасовна – магистр естественных наук, преподаватель, Актюбинский региональный университет имени К.Жубанова, Актобе, Казахстан.

Aikenova Nuriya Yerkinovna – Candidate of Technical Sciences, teacher of the Department of Chemistry and Chemical Technology, K.Zhubanov Aktobe Regional University, Aktobe, Kazakhstan.

Karassayeva Shynar Almasovna – Master of Natural Sciences, teacher of the Department of Chemistry and Chemical Technology, K.Zhubanov Aktobe Regional University, Aktobe, Kazakhstan.

О.А. Латышева¹, А.В. Котельникова², А.А. Куликова³

Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия
(E-mail: ¹whitemails@mail.ru, ²natena-son@mail.ru, ³kulikova2039@gmail.com)

Подходы к проектированию туристских территорий: опыт Алтайского края

Аннотация. В статье рассматриваются подходы проектирования туристских территорий, а также решаются задачи эффективного территориального планирования и архитектурной организации туристско-рекреационных комплексов с этапами комплексного анализа и оценки. Анализируется концепция проекта Белокурихинской дестинации «Белокуриха-2» и «Белокуриха-3». Дана характеристика земельных участков в границах ТРК «Катунь» и существующего положения территории, а также выделены природные предпосылки создания кластера.

Проведена геодезическая съемка и предложен вариант туристской тропы на территории «Бирюзовой Катуни». Тропа спроектирована таким образом, чтобы познакомить посетителей с природными объектами, разными видами древесной и кустарниковой растительности, выходами скальных пород. Предложены смотровые площадки для знакомства с пейзажным разнообразием ландшафтов. Постепенный набор высоты позволяет отнести тропу к терренкуру, оказывающему оздоровительный эффект для посетителей. С учетом возможных экологических рисков при освоении территории на ландшафтно-экологической основе проведено функциональное зонирование с последующей регламентацией условий природопользования в игорной зоне. При этом определен комплекс зон туристско-рекреационного характера.

Ключевые слова: туризм, туристско-рекреационный комплекс, проектирование, рекреация, кластер, ландшафт.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-6771-2023-143-2-60-70>

Введение

В настоящее время территориальное планирование как вектор градостроительной деятельности приобретает новое значение, что обусловлено современными концепциями территориальной организации общества, производственной и социальной инфраструктуры. Один из важных аспектов территориального планирования – организация проектирования отдельных туристско-рекреационных комплексов.

В связи с динамичным развитием туризма в последние годы увеличилось количество научных работ по теории и практике формирования туристско-рекреационных комплексов. Их пространственное планирование и архитектурно-градостроительное обоснование является важной задачей обеспечения здорового образа жизни, отдыха и туризма населения.

Туристско-рекреационный комплекс – понятие, традиционно используемое в проблематике туризма и отражающее все возможные формы территориально-

пространственной и архитектурной организации туризма и рекреации. Такой комплекс предполагает сочетание туристской индустрии и туристско-рекреационных ресурсов в пространстве, а также взаимосвязь составляющих их компонентов [1].

Для горных регионов, которые характеризуются пониженной устойчивостью ландшафтов к антропогенным нагрузкам, требуются особые подходы к территориальному планированию. Необходимость сохранения уникальных ландшафтов требует особых архитектурных решений. Это определяет актуальность разработки регионального подхода к формированию стратегии территориального планирования и архитектурного проектирования туристско-рекреационных комплексов. В последние годы заметно усиленное стремление проектировщиков к устойчивому развитию. При этом важная задача состоит в том, чтобы активизировать инновационные проектные предложения.

Алтай, включая его низкогорную часть, имеет большую привлекательность для туристов всей России и зарубежья. Эта территория стала для нас полигоном, где были апробированы подходы к территориальному планированию туристско-рекреационных комплексов с учетом их региональных особенностей. Наши проектные предложения основывались на комплексной оценке территории и выявлении существующих проблем, анализе и оценке туристско-рекреационного потенциала.

Методы исследования

С методической точки зрения задача эффективного территориального планирования и архитектурной организации туристско-рекреационных комплексов, на наш взгляд, может быть решена при условии выполнения ряда этапов комплексного анализа и оценки, включая следующие шаги [3]:

1. Классификация ресурсов и группировка факторов как способствующих, так и ограничивающих развитие туризма и рекреации.
2. Группировка факторов, по которым планируется вести комплексную оценку туристско-рекреационного потенциала. Они разделены на три группы, характеризующие: природно-ресурсный, культурно-исторический и социально-экономический потенциал.
3. Выявление и анализ мест стихийного рекреационного притяжения и планового развития туризма и рекреации.
4. Функциональное зонирование. Определение земельных участков для разных видов туристско-рекреационного использования (мест отдыха общего пользования, учреждений отдыха и туризма и др.).
5. Разработка рекомендаций для проектирования туристско-рекреационных объектов с учетом емкости рекреационных территорий (средств размещения, специальной инфраструктуры, объектов делового, развлекательного и иного назначения, а также туристских маршрутов).
6. Разработка карты-схемы планировки развития туризма туристско-рекреационных комплексов.

Результаты исследования

Архитектурно-градостроительное проектирование туристско-рекреационных комплексов (на этом следует сделать акцент) должно быть направлено на сохранение естественного облика ландшафтов. В проекте, как архитектурном, так и градостроительном, важно исключить завышение антропогенного воздействия, ведущего к деградации природной среды. Мощность туристско-рекреационных комплексов, их инженерное оснащение важно соотносить с рекреационной емкостью территории. Для горных территорий с учетом их специфики необходимо соблюдать принцип: чем выше экологическая ценность объектов, тем меньше должно быть антропогенное вмешательство. Чем глубже в естественный ландшафт внедряется туристско-рекреационный комплекс,

тем меньше должны быть его размеры. Крупные комплексы следует приближать к территориям с высокой степенью урбанизации. Повышенный коэффициент урбанизации повышает допустимую емкость ландшафтов и связан с ростом антропогенных нагрузок.

Низкогорья Алтайского края, где расположены курорт Белокуриха «Бирюзовая Катунь» и игорная зона (Алтайский район), перспективны для организации туристских маршрутов.

Изначально концепцией проекта «Белокуриха-2» было предусмотрено строительство курортного комплекса на 3000 мест на площади 136,03 га. В 2016 г. утверждены изменения в генплане курорта Белокуриха, в результате этого в санаторной зоне Белокурихи-2 планируется 1200 мест размещения, а остальные в туристской и спортивной зонах [2]. Проект предусматривает гостиничные корпуса малой этажности, объекты общественного питания, объекты спортивно-оздоровительного и развлекательного назначения, ярмарочную площадь с торговыми павильонами, курортную поликлинику, физиотерапевтическую лечебницу, бальнеогрязелечебницу, центр эстетической медицины, оздоровительный парк, пляжную зону с аквапарком (рис.1).

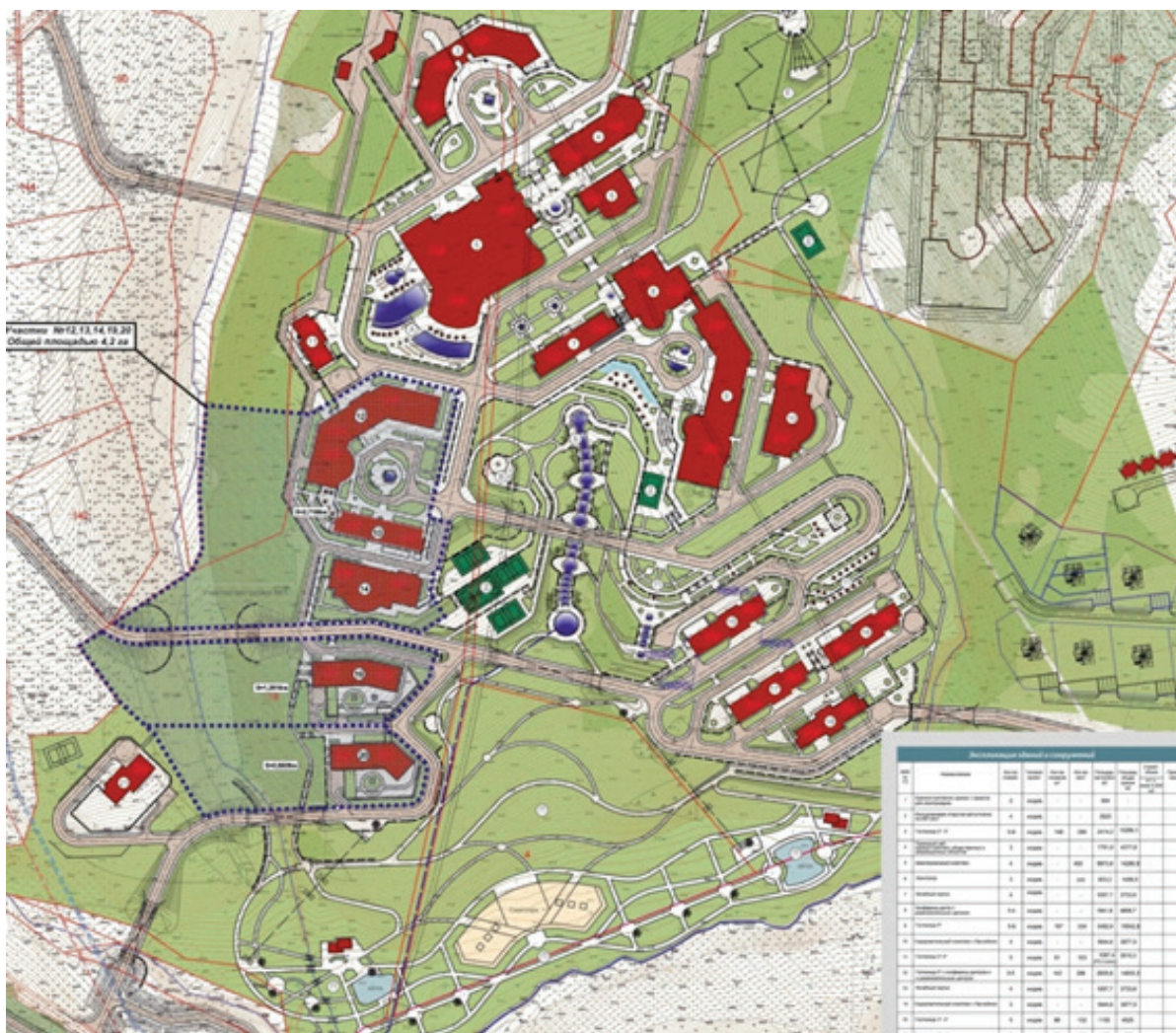


Рисунок 1 – Санаторно-курортная зона Белокуриха-2
[Субкластер «Белокуриха-2», 2016]

Основные технико-экономические показатели комплекса: площадь участков под застройку – 41,53 га; объем строительства – 114 146,5 м²; номерной фонд гостиниц – 962 номера (1927 мест); состав санаторно-курортной зоны (основные составляющие): приемный хаб для пребывающих на курорт – единый комплекс общественных и рекреационных объектов; акватермальный комплекс (аквапарк); киноконцертный зал; конференц-центр с развлекательным центром; санаторий уровня 5*(5 звезд) на 167 номеров, лечебный корпус, оздоровительный корпус и бассейн; санаторий 4* на 143 номера; гостиничные корпуса уровня 3* - 4* на 664 номера; открытая многоуровневая автостоянка на 400 м/мест, административное здание для управляющей компании с гаражом; объекты инженерной инфраструктуры; центральная парковочная зона; парковочная зона вдоль набережной с катком, спортобъектами и площадями.

На территории будущего курорта Белокуриха-2 планируется использовать лечебные минеральные воды Искровского месторождения. Проектирование радонопровода предполагает его протяженность в 13 км.

В настоящее время созданы горный серпантин и инженерная инфраструктура, проведена ЛЭП мощностью 10кВ и на 100 кВ. Построены «Андреевская слобода» с рестораном «Гоголь», музей шоколада, горнолыжный комплекс «Гора Мишина», гостиница «Олимп-парк». Ведется строительство гостиницы 4* «Grand-Cryo Resort».

Тип «Эко-курортного туристского освоения ООПТ или их буферных зон» на примере Белокурихинской дестинации «Белокуриха-3»: в 2017 г. с целью сохранения ценных природных ландшафтов рядом с курортом Белокуриха был создан природный парк краевого значения «Предгорье Алтая» (Постановление Правительства Алтайского края от 07.12.2017 № 438) (рис. 2). В процессе создания ООПТ было предусмотрено выделение земельных участков для формирования курорта экотуристской направленности Белокуриха-3. Значительная часть участков сконцентрирована к югу от границ парка в долине реки Песчаная (рис. 3-4).

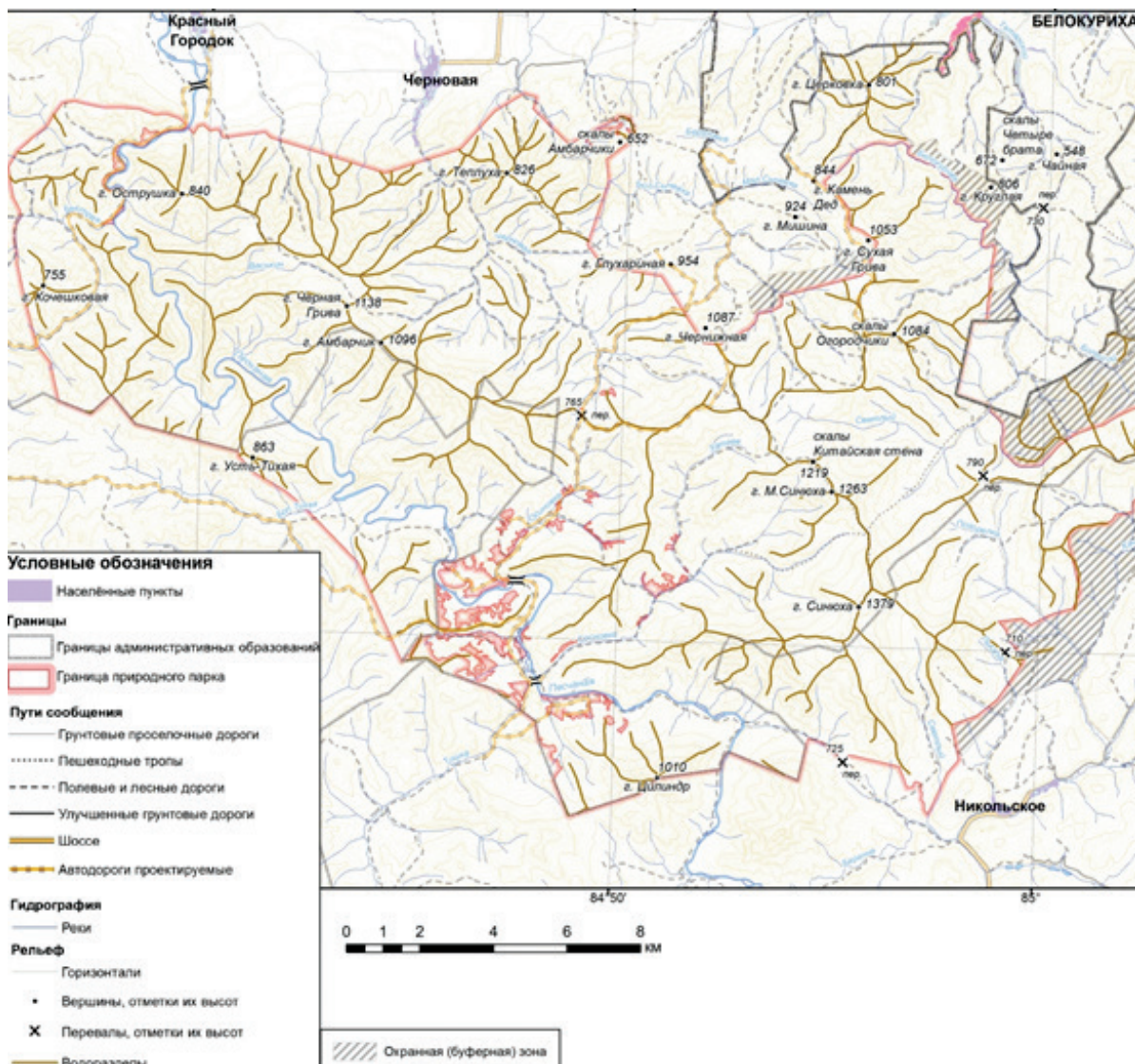


Рисунок 2 – Фрагмент территории природного парка краевого значения «Предгорье Алтая» с обозначением границ (выделены красным цветом), в пределах которых планируется формировать экокурортную зону [Отчет, 2017]



Рисунок 4 – Участки в долине реки Песчаная на кадастровой карте [Публичная кадастровая карта]. Цветом выделен участок для размещения экоотеля

В настоящее время эта территория отличается высокой плотностью объектов туристской инфраструктуры. Местность от с. Ая до особой экономической зоны «Бирюзовая Катунь» по левому берегу р. Катунь относится к Алтайскому краю. В 2020 г. на данный земельный участок в рамках конкурса, проводимого Агентством стратегических инициатив по разработке туристско-рекреационных кластеров (ТРК) экотуризма, нами был предложен проект экотуристского освоения.

В границах предлагаемого кластера р. Катунь является наиболее доступным и популярным объектом у туристов (рис.5). Территория кластера находится между двух самых главных дорог Алтая: к востоку, по правому берегу, проходит современный Чуйский тракт Р-256 и расположен аэропорт; к западу от кластера пролегает Старый Чуйский тракт, обеспечивающий здесь историко-культурную привлекательность и потенциал развития экотуристских маршрутов.

Автодорога связывает кластер с с. Алтайское, курортом Белокуриха. Бирюзовая Катунь имеет несколько арт-объектов, а также представляет интерес как место событийных мероприятий: «День России на Бирюзовой Катуни», «Цветение маральника», рок-фестиваль «Because of the Beatles», «Сабантуй», фестиваль деревянной скульптуры. Основными целевыми группами потребителей туристских услуг на территории формирования ТРК «Катунь» являются: семьи с детьми; экскурсанты. Важнейшее место в кластере занимают предприятия, предоставляющие оздоровительные услуги. Это пансионаты и турбазы, которые работают преимущественно в теплый сезон года. Местность удобна для спокойного отдыха, что способствует снятию стресса – основного фактора возникновения многих заболеваний. Среди распространенных услуг отметим: пантовые и фитованны, сауны, массаж, травяные чаи, бассейны и купания в открытых водоемах, пешие и конные прогулки, водные экскурсии. Недостаток водных объектов, которые можно использовать для купания, определил необходимость строительства на их территориях искусственных водных объектов. Опыт функционирования подобного озера на «Бирюзовой Катуни» показал значительный интерес, прежде всего, сибирских туристов к таким объектам.

Важной задачей для развития оздоровительного туризма является создание сети маршрутов. Несмотря на популярность территории, отсутствуют подготовленные трассы маршрутов. Нами предлагается радиально-петлевая схема маршрутов на территории. Вдоль Катуни существует удобная дорога для доставки туристов в места начала маршрутов. Необходимо спроектировать трассу маршрута, на которой находятся туристские объекты для осмотра и действуют факторы, оказывающие оздоровительный эффект на организм человека. При этом требуется расположение вдоль трассы различных объектов инфраструктуры.

Нами проведена геодезическая съемка и предложен вариант туристской тропы на территории «Бирюзовой Катуни». Тропа спроектирована таким образом, чтобы познакомить посетителей с природными объектами, разными видами древесной и кустарниковой растительности, выходами скальных пород. Предложены смотровые площадки для знакомства с пейзажным разнообразием ландшафтов. Постепенный набор высоты позволяет отнести тропу к терренкуру, оказывающему оздоровительный эффект для посетителей.

Кроме того, заслуживает внимания проект территориального планирования игровой зоны «Сибирская монета», предложенный ОАО ТПИ «Омскгражданпроект» и имеющий в дальнейшем, на наш взгляд, большие перспективы развития здесь оздоровительного туризма.

С учетом возможных экологических рисков при освоении территории на ландшафтно-экологической основе проведено функциональное зонирование с последующей регламентацией условий природопользования в игровой зоне. При этом определен комплекс зон туристско-рекреационного характера: водоохранная; приречная средоохранная; коридоры и площадки антропогенно-нарушенной среды (в том числе существующие планируемые подзоны); зоны регулируемого рекреационного и спортивно-оздоровительного назначения; особо охраняемые средозащитные леса; зона сохранения и восстановления биоразнообразия (зона покоя).

Композиционным центром игровой зоны будет искусственно созданный каскад водоемов, вокруг которого планируются общественные центры и игоро-развлекательные комплексы. Водоем выступает основой прогулочного парка в долине реки. В долине левого притока реки запроектирован спортивно-парковый центр (центр активного отдыха и спорта). В отрогах вершин планируется создать специализированные комплексы (культурно-фольклорных промыслов и услуг, горных видов спорта, связанных маршрутами, и т.д.).

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 22-27-00245 «Теоретико-методологические основы проектирования туристских территорий в условиях социально-экономических систем предгорных и горных территорий Алтая»).

Список литературы

1. Дунец А.Н. Территориальное планирование и развитие туристско-рекреационных комплексов низкоргорной зоны Алтайского края / А.Н. Дунец, Е.М. Табакаева // Географические исследования Сибири и Алтае-Саянского трансграничного региона. Сборник статей международной научно-практической конференции. – 2022. – С. 78-84.
2. Еремин А.А. Управление демографическим развитием на постсоветском пространстве // Мир Большого Алтая. – 2019. – №5 (3). – С. 446-457.
3. Суржиков В.А. Методический подход к оценке туристско-рекреационного потенциала национальных парков Дальневосточного Федерального округа / В.А. Суржиков, В.Д. Кравченко // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. – 2022. – №14 (1). – С. 76-86.
4. Латышева О.А. Проектирование территорий промышленного, аграрного и туристско-рекреационного назначения: учебное пособие // Дунец; Алтайский государственный университет. – Барнаул: АлтГУ, 2019. – 86 с.

О.А. Латышева, А.В. Котельникова, А.А. Куликова

Алтай мемлекеттік университеті, Барнаул, Ресей

Туристтік аймақтарды жобалаудағы тәсілдер: Алтай өлкесінің тәжірибесі

Аңдатпа. Мақалада туристік аймақтарды жобалау тәсілдері, сонымен қатар кешенді талдау және бағалау кезеңдерімен туристік-рекреациялық кешендерді тиімді аумақтық жоспарлау және сәулеттік ұйымдастыру мәселелерін шешу қарастырылған. «Белокуриха-2» және «Белокуриха-3» Белокуриха бағыты жобасының тұжырымдамасы талданды. «Катун» сауда ойын-сауық орталығының шекарасындағы жер телімдерінің сипаттамасы және аумақтың қазіргі жағдайы келтіріліп, кластерді құрудың табиғи алғышарттары көрсетілген.

Геодезиялық барлау жүргізіліп, Туркуаз Катунь аумағындағы туристік жолдың нұсқасы ұсынылды. Соқпақ келушілерді табиғи нысандармен, әртүрлі ағаш және бұта өсімдіктерімен, тау жыныстарымен таныстыратындай етіп жасалған. Ландшафттардың ландшафттық алуан түрлілігімен танысу үшін бақылау алаңдары ұсынылады. Біртіндеп өрмелеу жолды келушілерге емдік әсері бар денсаулық жолы ретінде жіктеуге мүмкіндік береді. Аумақты ландшафттық-экологиялық негізде игеру кезінде ықтимал экологиялық тәуекелдерді ескере отырып, ойын аймағындағы табиғатты пайдалану шарттарын кейіннен реттей отырып, функционалдық аймақтарға бөлу жүргізілді. Бұл ретте туристік-рекреациялық сипаттағы аймақтар кешені анықталды.

Түйін сөздер: туризм, туристік-рекреациялық кешен, дизайн, рекреация, кластер, ландшафт.

O.A. Latysheva, A.V. Kotelnikova, A.A. Kulikova

Altai State University, Barnaul, Russia

Approaches to the design of tourist areas: experience of Altai territory

Abstract. The article discusses approaches to designing tourist areas, as well as solving the problems of effective territorial planning and architectural organization of tourist and recreational complexes with the stages of complex analysis and evaluation. The concept of the project Belokurikha destination “Belokurikha-2” and “Belokurikha-3” has been analyzed. The article gives characteristics of the land plots within the boundaries of Shopping and Entertainment Center “Katun” and the current situation of the territory, as well as highlights the natural prerequisites for cluster creating.

A geodetic survey has been carried out and a variant of a tourist trail on the territory of Turquoise Katun has been proposed. The trail is designed in such a way as to acquaint visitors with natural objects, different types of trees and shrub vegetation, rock outcrops. Observation platforms are offered to get acquainted with the landscape diversity of landscapes. Gradual climbing makes it possible to classify the path as a health path, which has a healing effect for visitors. Taking into account possible environmental

risks during the development of the territory on a landscape-ecological basis, functional zoning has been carried out with subsequent regulation of the conditions for nature management in the gambling zone. At the same time, a complex of zones of tourist and recreational nature was determined.

Keywords: tourism, tourist and recreational complex, design, recreation, cluster, landscape.

References

1. Dunec A.N. Territorial'noe planirovanie i razvitie turistsko-rekreacionnyh kompleksov nizkogornoj zony Altajskogo kraja [Territorial planning and development of tourist and recreational complexes in low-mountain zone of Altai territory] *Geograficheskie issledovaniya Sibiri i Altae-Sayanskogo transgranichnogo regiona. Sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii* [Geographical studies of Siberia and Altai-Sayan transboundary region. Collection of articles of the International Scientific-Practical Conference], 78-84(2022).

2. Eremin A.A. Upravlenie demograficheskim razvitiem na postsovetskom prostranstve Mir Bol'shogo Altaya [Management of demographic development in the post-Soviet space. World of Greater Altai], 5 (3), 446-457(2019).

3. Surzhikov V.A. Metodicheskij podhod k ocenke turistsko-rekreacionnogo potentsiala nacional'nyh parkov Dal'nevostochnogo Federal'nogo okruga. Territoriya novyh vozmozhnostej. Vestnik Vladivostokskogo gosudarstvennogo universiteta ekonomiki i servisa [Methodical approach to assessing tourist and recreational potential of national parks of the Far Eastern Federal District. Territory of new opportunities. Bulletin of the Vladivostok State University of Economics and Service], 14 (1), 76-86(2022).

4. Latysheva O.A. Proektirovanie territorij promyshlennogo, agrarnogo i turistsko-rekreacionnogo naznacheniya: uchebnoe posobie. Altajskij gosudarstvennyj universitet [Design of territories for industrial, agricultural and tourist-recreational purposes: textbook. Altai State University]. (Barnaul, AltGU, 2019, 86 p.)

Сведения об авторах:

Латышева О.А. – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Алтайский государственный университет, пр. Ленина, 61, Барнаул, Россия.

Котельникова А.В. – аспирант, Алтайский государственный университет, пр. Ленина, 61, Барнаул, Россия.

Куликова А.А. – аспирант, Алтайский государственный университет, пр. Ленина, 61, Барнаул, Россия.

Latysheva O.A. – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Department of Economic Geography and Cartography, Altai State University, 61 Lenin Ave., Barnaul, Russia.

Kotelnikova A.V. – Post-graduate student of the Department of Economic Geography and Cartography, Altai State University, 61 Lenin Ave., Barnaul, Russia.

Kulikova A.A. – Post-graduate student of the Department of Economic Geography and Cartography, Altai State University, 61 Lenin Ave., Barnaul, Russia.

Т.Т. Турсынова

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,
Астана, Казахстан
E-mail: tangaltt@mail.ru

Туризм в Казахстане: перспективы развития в современных условиях

Аннотация. На сегодняшний день туризм является наиболее динамично развивающейся отраслью мировой экономики, что определяет интерес к этой отрасли как с научной, так и с практической точек зрения. Туристы – это потенциальные потребители, имеющие разнообразные желания и потребности в зависимости от цели их путешествия. Индустрия гостеприимства и туризма обычно рассматривается как одна из ключевых движущих сил национального и регионального экономического развития. При этом рынок туризма постоянно развивается и расширяется, что способствует усилению конкуренции и решению вопросов повышения конкурентоспособности в индустрии туризма. Сектор индустрии туризма в Казахстане является одним из приоритетных экономических направлений государственной политики. И если говорить о месте Казахстана в таблице о рангах мирового туризма, то, как показывают итоги исследований экспертов Всемирного экономического форума в Давосе за последние годы, туризм Казахстана прочно находится на 80-90-х местах, а по развитию различных видов инфраструктуры еще ниже. Причем, несмотря на обилие различных программ по совершенствованию туристской отрасли за 30 лет независимости, коренного улучшения в этой сфере по-прежнему нет. Предлагаемая статья посвящена перспективам развития туризма Казахстана в ближайшие годы на основе разработанного проекта государственной программы развития внутреннего и въездного туризма Республики Казахстан. Автор отмечает, что среди направлений экономики особое место принадлежит развитию туристической отрасли как высокорентабельной, что является актуальной проблемой.

Ключевые слова: туризм, конкурентоспособность, индустрия, развитие, инновация, путешествие.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-6771-2023-143-2-71-78>

Введение. Туризм возник в тот период развития общества, когда потребность человека в получении информации о новых местах, в путешествии как средстве получения этой информации явилась объективным законом развития человеческого общества. Путешествия приносят человеку удовольствие и возможность отдохнуть.

На определенном этапе развития экономики, когда потребность в путешествиях резко возросла, появились и производители этих услуг. Это привело к формированию товара особого типа – туризм, который можно купить и продать на потребительском рынке.

Туризм по праву считается глобальным социально-экономическим явлением современного мира. В настоящее время стремительно развивающаяся индустрия туризма использует очевидные резервы развития, лежащие на поверхности, в результате чего нуждается в новом импульсе, в поиске инноваций, чтобы оправдать свои позиции в конкурентной борьбе. Особенно большие риски берут на себя организации, внедряющие стратегические установки. Туризм в Казахстане формирует собственный путь. Республика

Казахстан обладает достаточно высоким туристско-рекреационным потенциалом. На территории республики имеются уникальные природные и рекреационные ресурсы, объекты национального и мирового культурно-исторического наследия. Наличие разнообразных туристских ресурсов позволяет развивать практически все основные виды туризма: пляжный, культурно-познавательный, деловой, активный, оздоровительный и экологический туризм.

Методология исследования. Туризм в Казахстане – это отрасль экономики страны, доходы от которой в 2014 году составили 0,3% ее ВВП. К 2020 году правительство Казахстана намеревалось увеличить этот показатель до 3% [1] [2]. В 2000 году Казахстан посетили 1,47 миллиона иностранных туристов. К 2012 году это число возросло до 4,81 миллиона, в результате чего страна заняла 51-е место среди всех стран, которые произвели посещения с туристическим эффектом [3]. В 2018-2019 годах до изоляции и COVID-19 количество туристов, посетивших Казахстан, достигло отметки в 6 млн.

В 2021 году был опубликован рейтинг лучших стран для приключений и туризма, где Казахстан занял одно из последних мест в мире: 76-е из 78. Ниже нашей страны оказались лишь Ирак и Оман (таблица 1) [4].

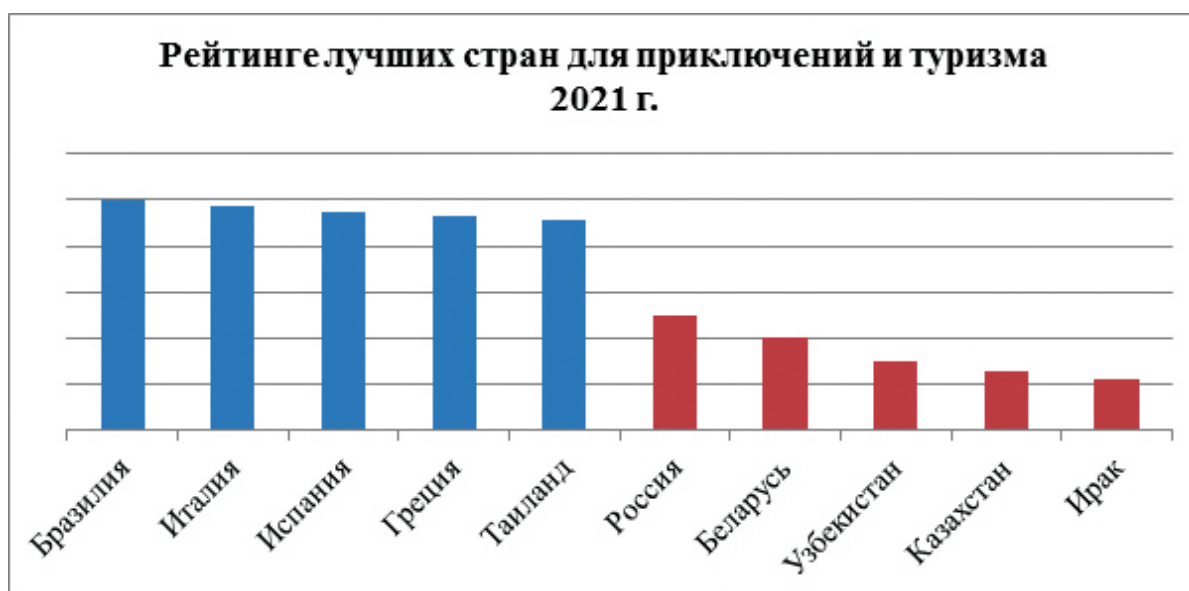


Таблица 1 - рейтинг лучших стран для приключений и туризма 2021 г.

■ топ 5 стран

■ страны не входящие в топ 50.

Также здесь стоит отметить, что растущая и активная конкуренция между развитыми и развивающимися туристические направления, особенно соседние страны: Азербайджан, Китай, Грузия, Кыргызстан, Монголия, Россия, Туркменистан и Узбекистан представляют собой конкурентоспособную среду и требуют от Казахстана адекватного позиционирования на рынке, а также его способности адаптироваться к постоянно меняющимся условиям. Казахстан по индексу конкурентоспособности туризма занял 88 место из 140, тогда как Азербайджан 78, Россия 63 и Кыргызстан 111 [4].

В 2013 году Министерство индустрии и новых технологий Республики Казахстан опубликовало «Концепция развития туризма в Казахстане до 2020 года», в основе которой лежит кластерная концепция. Эта концепция выделяет пять регионов, которые будут развиваться как туристические кластеры мирового уровня: Нур-Султан (Астана), Алматы, Восточный Казахстан, Южный Казахстан и Западный Казахстан [5].

Проведенные исследования в сфере путешествий и туризма в Казахстане показали, что Восточный Казахстан является ведущим туристическим регионом с 19,2% от общего числа посетителей, а столица республики город Астана с 9,7% занимает первое место по популярности.

Кроме того, анализ показывает, что казахстанские туристы предпочитают проводить отпуск за пределами страны, что означает потерю бизнеса по направлениям и объектам размещения в Казахстане.

Таким образом, цель и задачи для увеличения количества отечественных и иностранных посетителей можно разделить на четыре пункта:

- создание основы нового туристического «опыта»;
- развитие экотуризма, экологического образования;
- создание профессионального управления и регулирования, обеспечивающего легкий доступ в Казахстан и внутри страны;
- продвижение глобально конкурентоспособных услуг и товаров для провинциальных и зарубежных путешественников.

Для достижения поставленных задач по развитию туризма многие исследователи сходятся во мнении, что необходимо решить следующие проблемы:

Во-первых, концепция инновационного общества, обсуждаемая исследователями, с увеличением потоков инноваций, с распространением инноваций на все сферы человеческой деятельности, с развитием особого типа мышления менеджера в корне меняет научное понимание экономического развития. По-новому представлено и объяснено экономическое поведение менеджера в сфере туризма.

Во-вторых, инновации, укрепляющие позиции аграрного субъекта, должны быть объектом тщательного расчета и оценки. Реализация системных, комплексных, технологических подходов является обязательным требованием инновационной деятельности в туризме.

В-третьих, с усилением инновационного направления в индустрии туризма изучение особенностей инновационного развития (длительность зрелости инноваций, низкая отдача в начале внедрения, сложность обратной связи в процессе управления) становится первоочередной задачей.

В-четвертых, инвестиционные проблемы обычно соседствуют с инновационными. Не отказываясь от необходимости инвестиционных исследований, в организационных изменениях видят большие резервы усиления инновационной направленности туризма. Необходимо провести комплекс организационных преобразований для установления соответствия мощностей организации экологическим требованиям.

В-пятых, человеческий ресурс в сфере туризма задействован не полностью. Возрастает роль менеджеров как катализаторов ускорения инновационных преобразований. Инновационный управленческий потенциал реализуется в деятельности, в поведении и его мотивации, в методологии управления, в стиле управления [7].

Увеличение использования интернет-ресурсов для поиска и покупки туристических продуктов требует наличия компаний, которые будут заниматься рекламой и реализацией турпродукта [8]. Из трех ведущих туроператоров Казахстана только «Отрар Трэвел» предлагает туры, тем более что популярные российские и китайские туроператоры «Tez-tour» и «Wendy Wu tours» соответственно не предоставляют вариантов для Казахстана. Кроме того, хоть и социальные сети в настоящее время стали одним из необходимых инструментов для коммуникации и привлечения потенциальных посетителей, они не используются в отношении Казахстана как туристического направления [9]. Также имеет место пробел в представлении страны, что негативно влияет на развитие туризма.

Обсуждение. Однако сектор индустрии туризма Казахстана является одним из экономических приоритетов государства. В последнее время Казахстан объявил о переходе к зеленой экономике, основной вклад в экологически чистые и энергосберегающие технологии в туризме. Примером этого может послужить выставка ЭКСПО-2017 «Энергия

будущего» [10] [11]. На выставке были продемонстрированы новейшие технологии в строительстве и эксплуатации объектов.

В рамках госпрограммы запланировано развитие туристической индустрии вблизи основных рекреационных зон, культурно-исторических и деловых центров республики с развитой транспортно-коммуникационной инфраструктурой.

Крупным проектом в сфере туризма, появившимся на карте индустриализации республики, является строительство туристско-развлекательного комплекса в пределах особой экономической зоны «Бурабай» для приема 220.000 посетителей в год [12].

Особое внимание уделяется включению в карту индустриализации инвестиционных проектов: строительство Международного туристского центра «Жана-Иле» в Алматинской области, загородный парк «Кендерии» и градостроительный проект «Ақтау-сити» в Мангистауской области, а также планируется регион, имеющий ключевое значение для формирования национального туристского кластера в Казахстане.

Туристский кластер – это концентрация на одной ограниченной территории взаимосвязанных предприятий и организаций, занимающихся разработкой, производством, продвижением и реализацией туристского продукта, а также деятельностью, смежной с индустрией туризма и рекреационных услуг. Цель создания туристического кластера – повышение конкурентоспособности территории на туристском рынке за счет синергетического эффекта, в том числе:

- повышение эффективности деятельности предприятий и организаций, участников кластера;
- стимулирование инноваций и развитие новых туристических направлений.

Создание туристского кластера фактически определяет позиционирование территории и влияет на формирование положительного имиджа региона, который в целом, создает высокоинтегрированные туристические предложения и конкурентоспособные туристские продукты.

Серьезной проблемой, сдерживающей развитие туризма в Казахстане, является неэффективная система подготовки туристского персонала. До 1992 года ни в Казахстане, ни на территории бывших республик СССР не было опыта для подготовки специалистов туристско-гостиничных структур, работающих в рыночных условиях. Поэтому сейчас во многих вузах республики присутствует подготовка менеджеров по туризму, составление новых учебных планов и программ (ведь раньше организация всего учебного процесса проводилось в основном эмпирическим путем, без достаточного научного обоснования), введение в государственный стандарт высшего образования специальности «Туризм» как специализации подготовки менеджеров по активным видам туризма. Программы повышения квалификации руководителей, инструкторов и тренеров, основной целью работы которых должно стать обеспечение качественного улучшения здоровья обучающихся и продление активного долголетия граждан Казахстана. Мировой опыт развития туристической отрасли показывает, что профессиональное образование сотрудников является обязательным условием успешной работы предприятия.

Для активного туризма необходимо туристическим компаниям развивать места для занятий велоспортом (маунтинбайкинг), восхождением на горные вершины (альпинизм), треккингом (горным, пешим туризмом), конным спортом по назначению, водным туризмом (рафтинг, гребные и парусные лодки), дайвингом.

Также необходимо подчеркнуть важность привлечения инвестиций как стратегической цели развития туризма в Казахстане и указать пути улучшения инвестиционных вложений в туризм. В целом, инвестиционный процесс представляет собой специфический для среды процесс знакомства инвестора с объектом инвестиций, который осуществляется с целью получения управляемого инвестиционного дохода за счет инвестиций. Инвестиции в индустрию туризма следует рассматривать как использование финансовых ресурсов в виде долгосрочных инвестиций, чтобы получить желаемую отдачу от инвестиций как внутри страны, так и за рубежом. Для увеличения притока иностранных инвестиций в экономику

необходимо создать благоприятный инвестиционный климат. Инвестиционный климат представляет собой совокупность политических, экономических, правовых, социальных, бытовых, климатических, природных и другие факторов, которые определяют степень риска инвестиций и возможность их эффективного использования.

Тем не менее, существует финансовый риск, так как экономика Казахстана в основном зависит от продажи нефти и с ее нынешней ценой будет трудно реализовать свою туристическую стратегию. Кроме того, возрастает угроза терроризма в регионе, что может отпугнуть интерес инвесторов. Экологи и общественность обеспокоены национальным туристическим проектом «Кок Жайляу» из-за потенциально очень разрушительных последствий по отношению к флоре, фауне и их ареалу обитания. Несмотря на экономическую выгоду, предложено было ориентироваться на существующие горнолыжные курорты, такие, как «Шымбулак» и «Табаган» [13].

Для создания благоприятного туристского имиджа Казахстана и условий для опережающего развития туристско-рекреационной системы необходимо проведение последовательной туристической политики, основанной на механизмах стимулирования и регулирования туристской деятельности, инвестиционной привлекательности, экологических и инновационных требований. В то же время мы видим современный механизм реализации государственной политики устойчивого развития туризма в стране. С выходом внутреннего туризма на мировой рынок и дальнейшим совершенствованием туристского законодательства необходимо было учитывать и соблюдать рекомендации, международные нормы и правила, одобренные и принятые мировым туристским сообществом.

Успешный международный опыт некоторых зарубежных стран дает возможность по-новому взглянуть на проблемы внутреннего туризма и гостеприимства и предложить ключевые направления, которые могут сделать Казахстан более успешным в этой сфере. Используя опыт Юго-Восточной Азии, можно предположить, что формирование положительного, отличного от других, туристического имиджа территории способствует росту путешествий в туристических целях внутри страны. Принимая во внимание мировой опыт, можно утверждать, что достижения индустрии туризма в Казахстане во многом зависят от того, насколько тесно взаимосвязаны местные и региональные власти и как активно будет взаимодействовать бизнес и научное сообщество в направлении поиска путей успешного развития туризма и индустрии гостеприимства.

Результаты. Особенности современного туризма - конструктивность, прагматичность, глубокая мотивация всех участников деятельности и туристическая многоцелевая установка. Практика социокультурного туризма в эпоху глобализации позволяет систематически проанализировать и наметить пути его очевидных и скрытых возможностей к положительным практическим реализациям.

Глобализация экономики приводит к тому, что в настоящее время в индустрии туризма в Республике Казахстан требуется создание гибких и ответственных предприятий, основанных на современных наукоемких стратегиях развития и способных к реформам с учетом положительного зарубежного опыта, чтобы реагировать на новые требования и возможности. Современным гостиничным компаниям необходимо инвестировать больше в улучшение качества обслуживания и увеличение воспринимаемой ценности клиентов для достижения удовлетворенности клиентов и укрепление лояльности. Качественные отношения с клиентами создадут положительную устную рекламу и увеличат количество повторных посещений клиентов, что, в свою очередь, сформирует устойчивую клиентскую базу [14].

Выводы. Динамичное развитие туристической отрасли зависит от значения, которое государство придает ей, а именно оказание господдержки. Можно смело утверждать, что индустрия туризма на сегодняшний день является одной из приоритетных отраслей в экономике Казахстана, государство активно развивает проекты в этом направлении. На основе принятых государственных программ существует и разрабатывается четкая

стратегия развития туризма. Государство формирует концепцию благоприятного имиджа страны, определяет основные направления туристской деятельности, создает условия для развития туризма.

За последние два десятилетия независимости Казахстан осуществил масштабные экономические реформы, прошел череду потрясений, таких, как: инфляционный, платежный и инвестиционный кризисы. Преобразования, связанные с ускорением рыночных реформ, затронули все сферы общественной и социальной жизни развития. Положительные результаты, проводимые рыночной реформой, казахстанцы стали ощущать с приближением нового тысячелетия. Пройдя бурный рост, в 2006-2007 годах мы начали выходить на устойчивую траекторию развития, когда экономика Казахстана ежегодно растет.

Список литературы

1. Joanna Lillis for EurasiaNet, part of the New East. Summer holiday in Kazakhstan? Astana eases visa restrictions to attract tourists// World news. The Guardian.
2. Kazakhstan: Astana Announces Visa-Free Travel for 10 High-Investing States.EurasiaNet.org (16 June 2014).
3. International tourism, number of arrivals – Kazakhstan. URL: Mecometer.com.
4. Рейтинг лучших стран для приключений и туризма: на каком месте Казахстан [Электронный ресурс]. URL: <https://inbusiness.kz/ru/last/rejting-luchshih-stran-dlya-priklyuchenij-i-turizma-na-kakom-meste-kazahstan>
5. UNWTO. Интерес туризма в рамках ВТО. [Электронный ресурс]. – URL: http://dtxqt4w60xqpw.cloudfront.net/sites/all/files/pdf/unwto_highlights14_en_hr_0.pdf.
6. Жидкоблинова О. Государственная политика развития индустрии туризма в РК // World Applied Sciences Journal.-2013. -23(8).-С. 1079–1084
7. Никулина О.В. Инновационные технологии в сфере развития туризма в России и за рубежом / О.В. Никулина, Ю.К. Якунина // Экономический анализ: теория и практика. – 2013. – 9 (312). – С. 49–59.
8. Стратегия 2050, Концепция Казахстана по переходу на «зеленую» экономику. – 2015. [Электронный ресурс]. – URL: <http://strategy2050.kz/en/news/1211/>.
9. Craig Standing. The Impact of the Internet in Travel and Tourism: A Research Review 2001–2010// Journal of Travel & Казахстан: «Зеленая» экономика будущего – 2014. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.iied.org/kazakhstan-green-economy-future>.
10. Tourism Marketing. – 2014. – 31:1. – P. 82-113, DOI: 10.1080/10548408.2014.861724.
11. Xiang Z. Role of social media in online travel information search. Tourism Management. – 2010. – 31(2). – P. 179–188.
12. News of tourism in Kazakhstan URL: WWW.NEWSTRAVEL .KZ
13. BBS News. Kazakh leader gains crushing election victory BBC News. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.bbc.co.uk/news/world-asia-32471428>.
14. Kulakhmetova G.A. Nikitinskiy E.S., Bilyalova G.K. Historical and cultural legacy of Great Silk Road in Kazakhstan part // International Symposium On «Culture Dialogue of the Silk Road Countries» UNESCO. – Erzurum; Turkey, 2016. – 702 p.

Т.Т. Тұрсынова

Л.Н.Гумилев ат. Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

Қазақстандағы туризм: қазіргі жағдайдағы даму келешегі

Аңдатпа. Бүгінгі таңда туризм әлемдік экономиканың қарқынды дамып келе жатқан саласы болып табылады, бұл ғылыми және практикалық тұрғыдан осы салаға деген қызығушылықты анықтайды. Туристер – бұл саяхаттың мақсатына байланысты әртүрлі тілектер мен қажеттіліктерге ие әлеуетті тұтынушылар. Қонақжайлылық және туризм индустриясы, әдетте, ұлттық және

аймақтық экономикалық дамудың негізгі қозғаушы күштерінің бірі ретінде қарастырылады. Бұл ретте туризм нарығы үнемі дамып, кеңейіп келеді, бұл бәсекелестікті күшейтуге және туризм индустриясындағы бәсекеге қабілеттілікті арттыру мәселелерін шешуге ықпал етеді. Қазақстандағы туризм индустриясы секторы мемлекеттің басым экономикалық бағыттарының бірі болып табылады. Және де егер, Қазақстанның әлемдік туризм дәрежелері туралы табеліндегі орны туралы айтатын болсақ, Давостағы Дүниежүзілік экономикалық форум сарапшыларының соңғы жылдардағы зерттеулерінің қорытындысы бойынша Қазақстан туризмі 80-90-шы орындарда берік тұр, ал инфрақұрылымның әр түрін дамыту бойынша одан да төмен. Бұған қоса, тәуелсіздіктің 30 жылы ішінде туристік саланы жетілдіру жөніндегі түрлі бағдарламалардың көптігіне қарамастан, бұл салада түбегейлі өзгерістер әлі де жоқ. Ұсынылып отырған мақала Қазақстан Республикасының ішкі және кірмелік туризмін дамытудың мемлекеттік бағдарламасының әзірленген жобасы негізінде таяу жылдардағы Қазақстан туризмін дамыту перспективаларына арналған. Автор атап өткендей, экономика бағыттарының ішінде туристік саланы жоғары рентабельді ретінде дамыту ерекше орын алады, бұл өзекті мәселе болып табылады.

Түйін сөздер: туризм, бәсекеге қабілеттілік, индустрия, даму, инновация, саяхат.

T.T. Tursynova

L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

Tourism in Kazakhstan: Prospects for development in modern conditions

Abstract. Today tourism is the most dynamically developing branch of the world economy, which determines the interest in this industry, both from a scientific and practical point of view. Tourists are potential consumers who have a variety of desires and needs depending on the purpose of their trip. The hospitality and tourism industries are generally regarded as one of the key drivers of national and regional economic development. And if we talk about the place of Kazakhstan in the rankings of world tourism, then, as the results of research by experts from the World Economic Forum in Davos in recent years show, Kazakhstan's tourism is firmly in the 1980-90s, and even lower in the development of various types of infrastructure. Moreover, despite the abundance of various programs to improve the tourism industry over 30 years of independence, there is still no fundamental improvement in this area. The proposed article is devoted to the prospects for the development of tourism in Kazakhstan in the coming years based on the developed draft state program for the development of domestic and inbound tourism of the Republic of Kazakhstan. The author notes that among the directions of the economy, a special place belongs to the development of the tourism industry as a highly profitable one, which is an urgent problem.

Keywords: tourism, competitiveness, industry, development, innovation, journey.

References

1. Joanna Lillis for EurasiaNet, part of the New East. Summer vacation in Kazakhstan? Astana loosens visa restrictions to attract tourists. World News. keeper.
2. Kazakhstan: Astana announces visa-free regime for 10 countries with a high level of investment. EurasiaNet.org (June 16, 2014).
3. International tourism, number of arrivals – Kazakhstan. Available at: Mecometer.com.
4. Rejting luchshih stran dlya priklyuchenij i turizma: na kakom meste Kazahstan [Rating of the best countries for adventure and tourism: where is Kazakhstan]. Available at: <https://inbusiness.kz/ru/last/rejting-luchshih-stran-dlya-priklyuchenij-i-turizma-na-kakom-meste-kazahstan>
5. UNWTO. Interes turizma v ramkah VTO [The interest of tourism within the WTO Available at: http://dtxtq4w60xqpw.cloudfront.net/sites/all/files/pdf/unwto_highlights14_en_hr_0.pdf .
6. Zhidkoblinova O. Hosudarstvennaia politika razvitiia industrii turizma v Respublike Kazakhstan [State policy of tourism industry development in the Republic of Kazakhstan]. Journal of World Applied Sciences, 23(8), 1079-1084(2013).
7. Nikulin V. Innovacionnye tekhnologii v sfere razvitiya turizma v Rossii i za rubezhom. Ekonomicheskij analiz: teoriya i praktika [Innovative technologies in the field of tourism development in Russia and abroad. Economic analysis: theory and practice], 9 (312), 49-59(2013).

8. Strategiya 2050, Konceptiya Kazahstana po perekhodu na «zelenuyu» ekonomiku [Strategy 2050, Kazakhstan's concept of transition to green economy]. Available at: <http://strategy2050.kz/en/news/1211/>.
9. Standing C. The influence of the Internet in the field of travel and tourism: a scientific commentary 2001-2010. Journal of Travel Kazakhstan: «Green» economy of the future. Available at: <http://www.iied.org/kazakhstan-green-economy-future>.
10. Tourism marketing, 31(1), 82-113(2014) DOI:10.1080/10548408.2014.861724.
11. Xiang Z. The role of social networks in the online search for tourist information / Tourism Management, 31(2), 179-188(2010).
12. www.newstravel.kz – Tourism news in Kazakhstan.
13. BBS News. The Kazakh leader wins a crushing victory in the BBC News elections. Available at: <http://www.bbc.co.uk/news/world-asia-32471428>
14. Kulakhmetova G.A., Nikitinsky E.S., Bilyalova G.K. Historical and cultural heritage of the Great Silk Road in the Kazakh part. UNESCO International Symposium «Dialogue of Cultures of the Silk Road Countries». (Erzurum, Turkey, 2016, 702 p.)

Сведения об авторе:

Турсынова Т.Т. – к.п.н., и.о. доцента, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Сатпаева 2, Астана, Казахстан.

Tursynova T.T. – PhD, Acting Associate Professor of the Department of Physical and Economic Geography, L.N.Gumilyov Eurasian National University, 2 Satpayev St., Astana, Kazakhstan.

K.T. Saparov¹, Zh.R. Shakhantayeva², A.Ye. Yeginbayeva³

L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
(E-mail: ¹k.saparov67@yandex.ru, ²zhanna.shahantaeva@mail.ru, ³aeginbaeva@mail.ru)
Corresponding author: ²zhanna.shahantaeva@mail.ru

Reflection of the names of artificial and natural water sources in the study of microhydronyms of Zhambyl region

Abstract. A large number of natural and artificial water sources are found on the territory of Zhambyl region. This is due to the fact that in the territory located in the mountainous region, the names of rivers, lakes, streams, wells with rich reserves of water resources are often found, and the nature of hydrological objects is clearly indicated. It can be said that the terms defining geographical names that characterize natural water sources have an ecological and geographical basis. Natural water sources have played an important role in the economy and provide extensive geographical information from history. From modern historical and archaeological data, it can be seen that the first human settlements were located near water bodies. The article analyzes specific data on the manifestations, formation and features of the names of artificial and natural water sources in the study of microhydronyms of Zhambyl region. The names of water bodies (hydronyms) are based on hydrographic terms. With the help of the terms contained in the hydronyms, it is possible to determine the type, nature and geographical features of water bodies. Toponymic analysis, geoinformation methods of differentiation and drawing conclusions were used in the study of microhydronyms of Zhambyl region.

Keywords: applied toponymy, natural microhydronyms, artificial microhydronyms, toponymic cartography, geographical objects.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-6771-2023-143-2-79-89>

Introduction. A group of words that unite names that are closely related to the habitat, way of life, activities of various peoples living in the world since the past times forms various branches of onomastics. According to scientists, one of the areas of onomastics, which is often, intensively, constantly and in every way studied, are toponyms, that is, place and water names. It is known that in addition to the fact that any place has a different relief depending on natural and climatic conditions, water, plants, various objects created by human hands are found on it. In this regard, the toponyms themselves are divided into several groups: hydronyms, oronyms, oikonoms, astionoms, drimonoms, comonoms, etc.:

- potamonoms (greek ποταμός – river) – rivers, streams. The most common hydronyms;
- limnonoms (greek λίμνη-lake, ονομά) - lakes, dams, reservoirs;
- glycionimes – (lat. «glaciers» - ice) - glaciers;
- gelonoms – έλος-swamp) - swamp;
- pelagonoms – πέλαγος-Sea) - the seas and its parts;
- oceanoms (Ωκεανος – endless sea) – oceans.

Connection of the hydronymic system of the Kazakh people with traditional animal husbandry is explained not by the presence of only a water source of natural water bodies, but by the use of settlements near natural water sources for pasture and meadow purposes. Therefore, in the composition of hydronyms, there are often constant plant names. Depending

on the favorable and unfavorable economic conditions of water sources, the antonyms “good” and “bad” are reflected in the composition of hydronyms [1].

A group of hydronyms, depending on the color, along with the properties, features of the flow rate of rivers and lakes, etc., is formed as a result of an economic assessment of natural features. Thus, hydrographic terminology, which forms the basis of the semantic load of hydronyms, will depend on the type of water bodies (river, lake, swamp, spring, etc.). The names of water bodies are formed depending on their natural features [6].

Research methods and research materials. On the territory of Zhambyl region, which has become the object of study, there are surface and groundwater types – rivers, lakes, swamps and groundwater, as well as ponds, dams created by anthropogenic influence, as well as other objects. The state of the territory of the region on land and the extreme continentality of the climate are the basis for the deficit of surface waters. Features of climate dryness, geological, geomorphological construction clearly characterize the hydrological grid of the territory. In our research, 3269 names of water objects and hydronymic terms were grouped in the territory of the Zhambyl region from the state catalog of Geographical Names of the Republic of Kazakhstan catalogue of Zhambyl region (Volume 7) [4]. Based on the works of researchers of the geographical term collection G.K. Konkashbayev, V.N. Popova, G.B. Madiyeva, etc., a set of indicator terms for Zhambyl region by type of hydronyms was compiled, as shown in Table 1 (Figures 1 and 2; Table 1).

It was established that hydronyms and microhydronyms of the territory of Zhambyl region are classified according to landscape features according to the physical, geographical, semantic load of the local area in terms of composition. The dryness of the climate, the shapes of the terrain, the specifics of the geological and geomorphological structure characterize the hydrographic network of the territory. Famous climatologist A.N. Voeikov wrote in his work that “Rivers should be considered as a product of climate” [10].

There are many rivers and lakes in the region. In the Northeast, it borders on the western shore of Lake *Balkhash* – the second largest non-dry Salt Lake in the world after the Caspian Sea. All other lakes of the region are salty. Toponymic analysis, geoinformation methods of differentiation and drawing conclusions were used in the study of microhydronyms of Zhambyl region.

The rivers begin mainly from the territory of neighboring Kyrgyzstan, where the mountains above, they descend into flat Zhambyl region, diverge for irrigation and disappear into the desert. In the middle reaches, the Shu river serves as the Kyrgyz-Kazakhstan border. Large reservoirs – Tasotkel and Teris-Ashibulak have been built on the rivers, the water of which is used both for irrigation of agricultural land and for the operation of newly built hydroelectric power plants. Lakes (258), rivers (1231), natural (360) and artificial (603) sources of water are all hydronyms in the region. [5].

Results and discussion. According to the famous scientist K.I. Satpayev, it is possible to find geological, biological, and zoological data on the names of places and water. It can be said that such names of places and water also provide a lot of benefit in hydrological research, providing initial information to this science. For example, in the territory it is possible to determine the chemical and physical properties of rivers, lakes, natural waters, that is, the color, taste (bitterness), flow, temperature of water without laboratory studies.

The Kazakh people classify rivers, lakes, natural and artificial water sources according to their characteristics, terrain, flora and fauna around them, River flow-speed, depth, shape of lakes, bitterness, movement and properties of natural water sources, and artificial water sources according to their location. In addition, the Kazakh hydronyms reflect the features of water bodies formed by natural conditions (length, depth, salinity and regime of water, etc.).

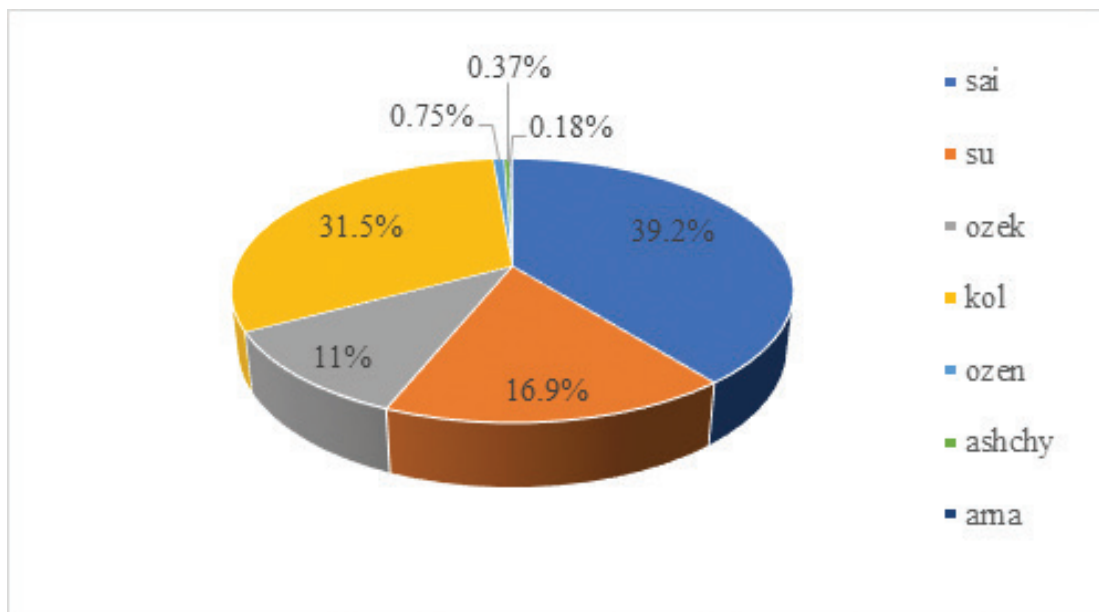


Figure 1 – Features of the arrangement of the system of hydronymic terms of Zhambyl region

The scarcity of surface water in arid climate conditions made the use of groundwater important in the conduct of traditional nomadic animal husbandry. Especially in the summer, when river and lake waters recede and dry up, the main sources of water were considered springs and wells. Therefore, it can be said that the concentration of terms of various information importance in the names of springs and wells is quite natural. In the process of toponymic analysis of microhydronyms, a system of terms by spring, well and their types were determined [2].

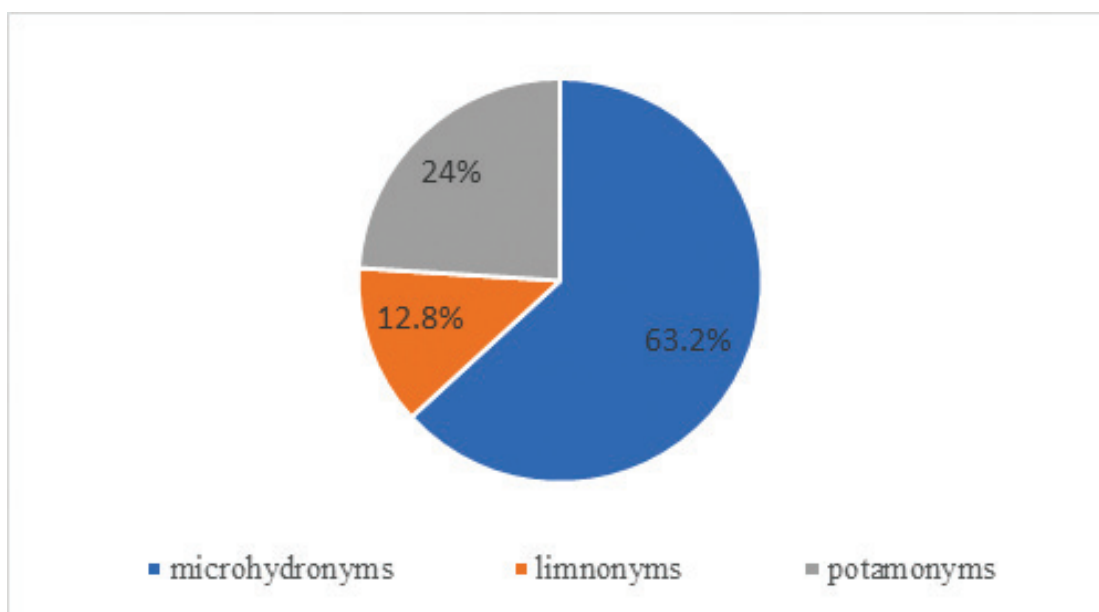


Figure 2 – Comparative characteristics of hydronyms of Zhambyl region

Table 1 – Indicator-terms in the names of water bodies found in Zhambyl region

№	Hydronyms	Indicator-terms
1	Potamononyms	airyk, aiyr, aksai, arna, askan, ashty, ashchy, ashchyly, balshyk, bastau, bukir, burgen, dariya, duan, zhalpak, kedei, kemel, koldenen, kok, kara, kashkan, kurkireu, kuryk, sai, saz, suat, su, suly, tamdy, teren, togan, tuz, ozek, uzyn, ulken
2	Limnonyms	aina, ala, ashchy, bas, batpak, zhaman, kuigan, kol, mai, togan, sor, su, togan, tuz, uzyn, shengel, shukyr, sasyk, sortan
3	Spring names	ainabulak, ashchy, bastau, bulak, zhyly, kainar, kos, mai, sor, sasyk, suyk
4	Well names	ashchy, dolon, zhalgyz, zhaman, kol, kok, kop, kos, kara, kepken, kudyk, oi, sasyk, sor, tamshy, tepek, uzyn, ush, ystyk

Among the common microhydronyms we include the names of natural and artificial water sources, that is, the names of springs and wells (Table 2).

Table 2 – Collection of microhydronyms of Zhambyl region

№	Natural microhydronyms		Artificial microhydronyms	
1	arasan	1	aryk	23
2	bastau	56	auit	4
3	bulak	199	bogen	3
4	zhylga	2	boget	2
			kanal	2
5	koz	1	kudyk	538
6	kainar	73	reservoir	2
7	tuma	27	togan	23
359 names			600 names	
	total		959 names	

According to the names of natural springs in the territory of Zhambyl region, compiled according to the state catalog of Geographical Names of the Republic of Kazakhstan, it was established that 199 are associated with the term *bulak*, 8 – with the name of the tribe, man, 7 – with flora and fauna, and 12 – with orographic terms. Due to the properties of the water of the springs, *Suykbulak* – due to the fact that the water of the springs are cold. *Zhylybulak* – due to the fact that the water of the springs is warm. *Ainabulak* – due to the crystal clear water; according to the features of the place where the springs flow, they are called *Shynbulak* – due to the rocky area around the peak, *Tastybulak* – due to the rocky area around the spring, *Kamysbulak* – due to the pressing of reeds around it. *Akbulak* – the exact translation can be called “Ak bulak”, in the sense of a fast, temporarily flowing spring, and *Karabulak* – in the sense of an earth spring. In general, the words white, black, yellow in the ancient Turkic language describe not only color, but also the source of some information A.N. Kononov in his research comprehensively studied.

There are impetuous and without impetuous types of springs. Aryndy is called springs that originate from artesian (aryndy) water and originate in ravines, along rivers and lakes, or from deep crevices of rocks. The spring is formed by an increase in the level of ground water near the surface in wet years, in spring after the snow melts and in rainy periods. In dry years, in summer months without moisture, the water of such a spring is withdrawn (Table 3) [3].

Kainar is the name given to water sources that come out to the surface by pressure. The names of *koz*, *iirim*, *zhylga*, and *bastau* determine the origin and characteristics of spring water. Microhydronyms in the form of a *kudyk*, *bulak* that in nomadic society there was a source of Environmental Information. The term *tuma* is used in different areas of Kazakhstan in a different

sense to refer to springs. For example, in the South-East, this term refers to slow-flowing streams overgrown with meadow vegetation, in the East – springs that serve as a source for streams, in Karatau – blocked springs that receive water, and in Betpakdala – streams that flow upwards [5].

The qualitative nature of spring water is reflected in natural water sources suitable for agriculture. Often there are names with the addition of the words *zhaksy, zhaman, ashshy, tushshy, sasyk, tentek*, which determine the specifics of the spring, as well as the place of names with healing water *qasietti* (Auliebulak), the role of names with sacral significance is special [4].

Qualitative nature of spring water is reflected in natural sources suitable for economic use. Often there are names with the addition of the words *good, bad, bitter, fresh, stinky, naughty*, which determine the specifics of the spring, as well as the place of names with healing water *sacred* (Auliebulak), the role of names with sacral significance is special.

He did not graze cattle near the water sources, which had a sacred character, nor did he pollute the water. This proves that the protection of these objects was carried out through information in Geographical Names. According to him, the Kazakh people, who gave the name *aulielik* in terms of assessing the healing properties of iron, sulfate, magnesium, realized the goal of protecting the water source from pollution [8].

Since the wells were dug by people, there are many micro-hydronyms associated with the name of a person and clan. Due to the variety of events, number, color, the place of wells in traditional farming is special. Other types of wells can be attributed to the *shynyrau* – deep, *kau* – not deep, *apan* – old well, etc. *Apan* corresponds to the meaning of old broken, not deep wells [7].

Table 3 – Names formed on the basis of the terms *bulak* and *kudyk*

№	Classification	Names formed on the basis of the term <i>bulak</i>	Names formed on the basis of the term <i>kudyk</i>
1	Depending on the name of the person	Abilkaiyrbulak, Asanbaibulak, Malikbulak, Mamyribaibulak, Myrzabaibulak, Misarbaibekbulak, Sarybaibulak, Shalabaibulak	Aibakyrkudyk, Akhmetkudyk, Zhambylkudyk, Kadyrkudyk, Muratkudyk, Myrzakhmetkudyk, Saiynkudyk, Tokankudyk, Ualikudyk, Shaizakudyk
2	Depending on the relief	Aidarlybulak, Dalabaibulak, Kerbulak, Kotyrbulak, Tabakbulak, Tasbulak, Shynbulak	Zharkudyk, Zherkudyk, Zhiekkudyk, Kaskabai Taskudygy, Kalpakkudyk, Oikudyk, Saldykudyk, Tabakkudyk, Taskudyk, Tobekudyk, Kishikudyk, Ortakudyk, Uzynkudyk, Ulandykudyk
3	Depending on the color	Ainabulak, Akbulak, Bozbulak, Kaskabulak, Kishi Karabulak, Kyzylbulak, Malyi Sarybulak, Sarybulak	Akkudyk, Altykudyk, Karakudyk, Kokkudyk, Kyzylkudyk, Sarykudyk, Maikudyk
4	Depending on the structure of the water	Ashchybulak, Ashchybulaksai, Didelibulak (uzbek. tasty), Sorbulak	Ashchykudyk, Balkudyk, Kumkudyk, Sasykkudyk, Sorkudyk

5	Related to body parts	Belbulak, Betbulak	Baskudyk, Baskolkudyk, Belkudyk, Betkudyk, Zhelkekudyk, Koskulakkudyk, Baskankudyk
6	Weather-related	Zhelbulak, Zhylybulak, Suykbulak, Zhamanbulak	Zhylykudyk, Ystykkudyk, Shaiyldykudyk, Shankudyk, Zhamankudyk, Kepkenkudyk, Shalkudyk, Zhanakudyk
7	Depending on the vegetation	Kamysbulak, Kamystybulak, Taldybulak, Taldybulak, Severnyi, Shibulak, Shymbulak	Zhyngylkudyk, Kamystykudyk, Miyalykudyk, Shikudyk, Shilikudyk
8	Fauna related	Ittambulak, Kurttybulak, Suliktibulak, Shoshkabalak, Shoshkabalaktau	Bodenekudyk, Koyandyozekkudyk, Taikudyk, Shortankudyk
9	Depending on the quantity	Kosbulak, Ushbulak, Ushbulaksai	Beskatynkudyk, Dolanakudyk (from mong. doloon – seven), Zhalgyzkudyk, Kosamankudyk, Kopkudyk, Koskudyk, Koskudykski, Koskulakkudyk, Kyrykkudyk, Onkudyk, Togyzkudyk, Tortkudyk, Ushkudyk
10	Depending on the event	Maibulak, Ortabulak, Saskebulak, Sasykbulak, Satybulak, Tamdybulak, Tamshybulak, Tesbulak	Toikudyk, Tusaukudyk, Tynkudyk

Names of artificial water sources (dams and ponds) of Zhambyl region. The largest dam in the region is the *Tasotkel dam*. Its water capacity is 620 million m³. The dam is located along the Shu River. Irrigates 42.3 thousand hectares of the region and irrigates hayfields. The second largest dam was built on the Teris River (Zhualy District). Its water capacity is 158.0 million m³. 20.4 thousand hectares of land are irrigated with water. In total, 36 dams have been built in the region. Water capacity-the number of dams up to 5.0 million m³. The total number of ponds on the territory of the region – 64, the number of ponds with a water capacity of more than 1 million m³ – 28, the largest ponds: *Karaboget, Sulukol Aidyn, Tuzkol, Akzhar, Kamkalybay*, etc. [9]. In the region, interdistrict and inter-farm irrigation and irrigation systems (canals) have been formed. The total length of used inter-district canals in the territory of the region is 1220.8 km, and the length of canals in farms is 2714.0 km (Figure 3).

Names formed by the term **aryk** are a common phenomenon in our country. It was through geotermin that oikonyms and various toponyms were created. In the southern regions of the leach lexeme is geothermin, which refers to the irrigation system. E. M. Murzaev writes that this geothermal is often found in Turkic languages in the sense of “flowing water”, “water channel”, emanating from the root of *ar*. In the ancient Turkic language, it means “mountain valley”, “flowing water”, “irrigation canal”, “channel”, etc. We know that the term ditch is geothermine, which is characteristic of places where irrigated agriculture is developed. The local population in the territory often erected ponds in order to conserve water.

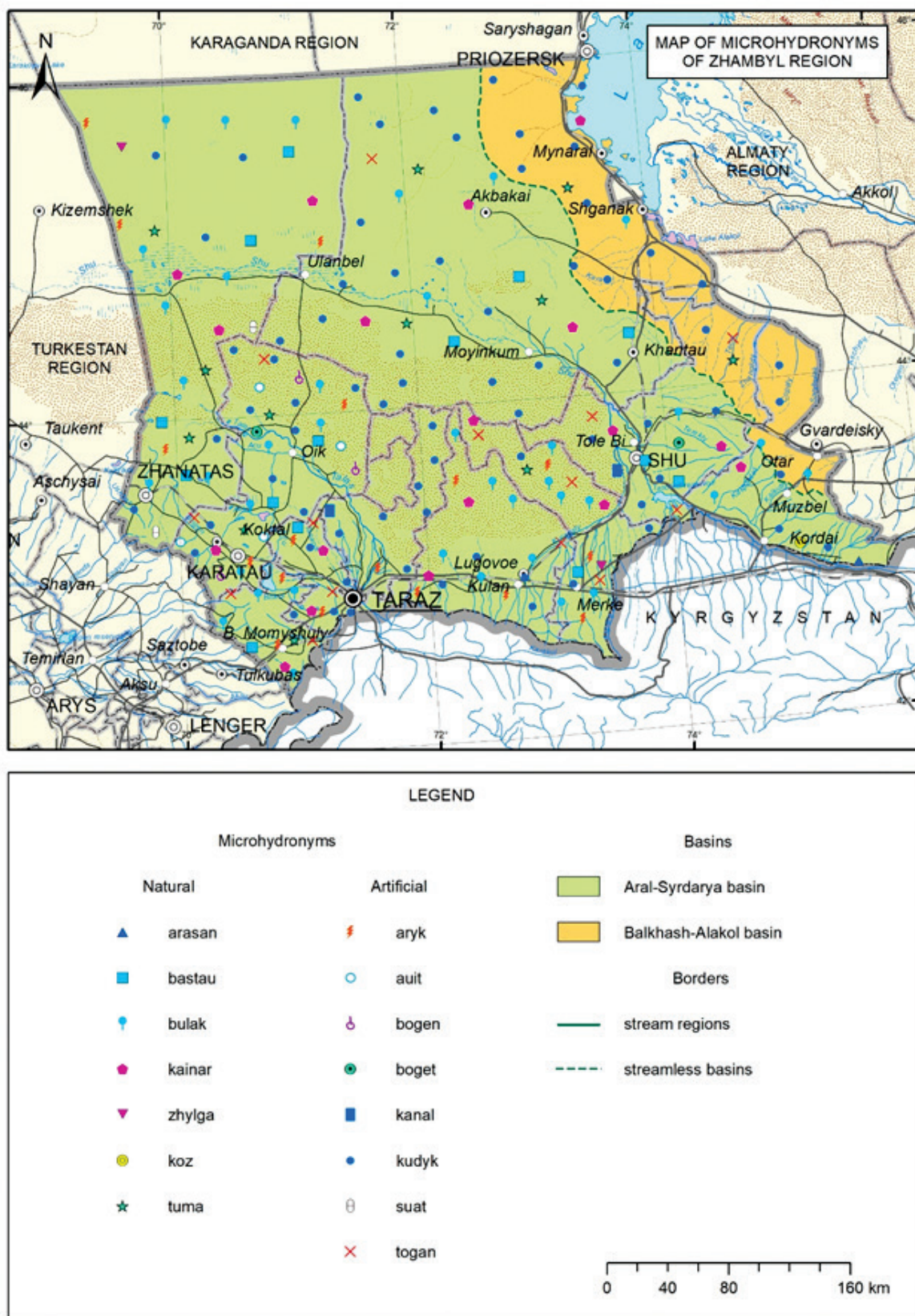


Figure 3 – Map of microhydronyms in Zhambyl region

Togan is a water-collecting dam, a pond, a ditch created for irrigation of fields, orchards[8]. **Togan** is a place of accumulation or reservoir of water dug by hand. The terms *ditch*, *pond* are equivalents of the this term *pond* [9].

Aidyn is a pond in the Sarysu District. It is located in the lower reaches of the Talas River and is filled with water from this river. The pond holds 17 million m³ of water. It irrigates the fields and pastures of the district farms.

Akkol is a pond in the Sarysu District. It is located in the basin of the Asa River and is filled with water from this river. The water capacity of the pond is 8 million m³. Fields and hayfields of district farms are irrigated with pond water. Meaning: it is said in the meaning of "a pond with abundant water like is a lake."

Altynaigyr is a pond in the Kordai District. It is located along the Altyaigyr River and is filled with water from this river. Capacity - 1.7 million m³. Fields and hayfields of farms on the territory of the district are irrigated with the water of the Altyaigyr pond. At the beginning of this river, 6 herds of horses of the country of Qibrai lived in winter and summer, and then the word *Altyaigyr* came from the source, which grew up.

Aschybulak is a pond in Zhambyl District. Karasu is located in the river basin. The water is replenished by the Karasu River. The water capacity of the pond is 0.85 million m³. It irrigates the fields, hayfields and pastures of the district farms. The name of the pond was named *Aschybulak* because the water is hard and the soil is salty.

Aschykol is a pond in Sarysu District. It is located in the basin of the Asa River and is filled with water from this river. The water capacity of the pond is 4.7 million m³. It irrigates fields, hayfields and pastures of farms on the territory of the district. The name of the pond is *Aschykol*, because the water is hard and the soil is salty.

Ayubay is a pond in Zhambyl District. It is located along the Karasu River and is filled with the waters of this river. The water capacity of the pond is 0.95 million m³. It irrigates the fields, hayfields and pastures of the district farms.

Bogen is an artificial reservoir, usually prepared in a water Valley in such a way that water stagnates and flows out. **Boget** is a construction that is built into a river valley or other water source to create a reservoir, body of water. Water is natural sources of water that play an important role in animal husbandry [9].

Yntaly dam is located in Sarysu District, in Shabaqty River Basin. The dam was launched in 1976. It lies 10 km south of the Saudakent steppe, at an altitude of 350 m above sea level. The full capacity of the water is 30 million m³, the length is 3 m, now the land is about 2 km. To the north of the dam, a dam is made of soil. 3.2 thousand hectares of the district's economy are irrigated with water and hayfields are irrigated. Motivated- "be motivated to work, be diligent" the name given in connection with the desire.

Terisashchybulak dam was built in 1963 on the bed of the Teris river dam, in Zhualy District. The total length is 13 km, the water capacity is 158 million m³. The height of the dam built from the soil is 32 m, the length is 1800 m, the width is 100 m., a canal and water pipes are laid from the dam. The maximum water flow is 36.2 m³/s, the average flow is 4.23 m³/s. more than 20.4 thousand hectares of Zhualy District are irrigated and 30 thousand hectares of hayfields are irrigated.

Tasotkel dam is located on the territory of the Shu District, at the confluence of the Aksu River with the Shu. It was launched in 1963. In 1974 it was repaired again. The area is 78 km², the length is 18 km, now the land is 8.5 km, the average depth is 8.0 m, the deepest is 31.0 m. the size of the event is 620 million m³. The catchment area is 27 thousand km². 42.1 thousand hectares of land of the district farms will be irrigated through the dam. One of the most important land reclamation structures of Kazakhstan. At the confluence of the Shu riverbed, a hand-laid stone crossing was made. *Otkel* is the name of the dam.

Kyzyl dam is the dam located in the Talas District in the Koktal river basin. Built in 1940. The total water capacity of the dam is 7.0 million m³. Talas District irrigates 0.44 thousand hectares of farms and irrigates meadows.

Karakystak dam is located in the Karakystak river basin, on the territory of Turar Ryskulovsky district. The dam was built in 1984. The total water capacity is 6.8 million m³. Karakystak dam irrigates the fields of farms of T.Ryskulovsky district and irrigates meadows.

Kapaktas is a dam in the Shu Basin, located in the Kordai District. It originates from the southern slope of the Kindyktas mountain and flows from the right side of the Shu River. The dam was built in 1988. The volume of water is 10 million m³. 1.9 thousand hectares of arable land of Kordai district will be used for irrigation. According to E.Koishybayev, *kakpa* is made of stone. Toponymic meaning: "name on the basis of cap or cap persons. For example, the narrow passage of the road through the rocks covers the load of the Nomad."

A *canal* is an artificial channel filled with water. The channel is constantly flooded with water. Canals play an important role in the national economy.

Georgievka canal is one of the largest irrigation systems between Kyrgyzstan and Kazakhstan. Located in the Kordai District. Construction of the canal began in 1931 and was commissioned in 1935. Its span from the dam on the Shu River to the division into two branches is 4.2 km, the base is 12 m, the bottom is 2.5 m. under the Kordai district, the canal is divided into right and left branches. The length of the right canal is 40.5 km, the base is 1-3 m, the depth is 1-1.77 m, the water permeability is 7.92 m³/s. The length of the left canal is 7 km, the base is 7-12 m, the depth is 0.7 - 2.5 m, the water permeability is 11-31 m³/s. Several thousand hectares of fields of the Kordai District are irrigated from the Georgievka canals.

Talas Tospa is an industrial and architectural monument of the Soviet government, built in 1942 on the south-eastern outskirts of the city, at the intersection of Talas River with the railway. Reinforced concrete shield water reservoir is designed for irrigation of more than 25 thousand hectares of the Tospa Bayzak District and technical water supply from the city of Taraz. According to the report, it spends 267 m² of water per second. The length of the tospa is 65 m, the highest point is 5 m. The highway passes over it.

Tasotkel irrigation system, on the land of Shu and Moyinkum Districts, starts from the Shu River (near the Tasotkel dam). It was launched in 1942. In 1957, the headboard was reconstructed. The total length of the system is 26 km, the surface of the channel is 22 km. 23 thousand hectares of farms are irrigated. It is planted mainly in sugar beets, vegetables and vegetable gardens. The surrounding area is characterized by crops of cereals and acreage.

During the study, we found that there are many natural water sources in the territory of Zhambyl region. After all, it is known that in the territory located in the mountainous region, there are often names of rivers and lakes, springs with abundant water resources, and the character of hydrological objects is clearly depicted. It can be said that the terms that define geographical names that characterize natural water sources have an ecological and geographical basis. Natural water sources have played an important role in the economy and provide rich geographical information from the past. The fact that the first human settlements were located near water bodies, we can see from modern historical and archaeological data. Therefore, it can be assumed that the earliest geographical terms and names in the history of mankind were associated with water bodies. Hydrographic terms are the basis for the names of water bodies (hydronyms). We determined the type, character, etc. geographical features of water bodies using terms found in the composition of hydronyms.

Conclusion. In conclusion, it was established that the group of microhydronyms formed in a natural way, such as *kudyk, bastau, bulak, tuma, koz, kainar, zhylga*, etc., forms the basis of the system of hydronyms on the territory of the region and is the main geoecological objects. The terms defining artificial water sources are *aryk, auit, bogen, boget, kudyk, suat, togan* etc. Together with these terms, there are many names of agriculture, names related to the plant. Historical and archaeological data prove that the names and terms of this territory were used in relation to agriculture in the early periods.

Currently, it is important to collect and study accurate data on the history of the creation and origin of the names of water bodies of Zhambyl region. We believe that in the study of the

etymology of water names, along with linguistic, historical views, it is worth considering the geographical basis.

Thus, it can be seen that Kazakh hydronyms have their own traditions and patterns of reflection of natural conditions. The system of hydronyms, formed on the basis of folk and geographical terms, was formed in the assimilation of many years of experience of the traditional economy of the Kazakh people. The fund of knowledge accumulated in hydronyms (natural and artificial water sources) has the potential to be widely used in scientific and applied research in modern times (historical geography, physical geography, geoecology), etc. [5].

References

1. Donidze G.I. Ob affiksalmom slovoobrazе v tiurkskoi toponimii [On affixal word formation in Turkic toponymy] (M., Nauka 1980, 89 p.).
2. Dostai Zh., Mambetaliyev K. Qazaqtanu zhane toponimika [Kazakh studies and toponymy] (Zh. Moldabekov., Almaty: Kazak Universiteti, 2005, 204 p.).
3. Zhanuzak T., Aitbayev O., Abdirakhmanov A., Abilkassymov B. Ortalyq Qazaqstannyn zher-su attary [Toponyms of Central Kazakhstan] (Almaty: Gylym, 1989, 256 p.).
4. Gessko E.A., Kopaneva I.A., Abdrakhmanov S.A. Kazakstan Respublikasynyn geografialyq ataularynyn memlekettik katalogy, Zhambyl oblysynyn katalogy [State Catalog of Geographical Names of the Republic of Kazakhstan, Catalogue of Zhambyl region, Volume 7]. (RSE «National Cartographic and Geodetic Fund», 2012, 290 p.).
5. Saparov K.T. Shygys Kazakstannyn ozen kol ataulary [Names of rivers and lakes of East Kazakhstan] (Almaty, 2018, 281 p.).
6. Kaimuldinova K.D. Qazaqstannyn aridti aumaqtarynyn toponimikasy [Toponymy of arid territories of Kazakhstan] (Te-Color, 2010, 280 p.).
7. Saparov K. T. Pavlodar oblysybyn toponimikasy [Toponymy of Pavlodar region] (Almaty: Evero, 2018, 352 p.).
8. Zharybayev A.E. Territorial'naya toponimiya Central'nogo Kazahstana [Territorial toponymy of central Kazakhstan] (Karaganda: RSE «Bolashak publishing house», 2008, 379 p.).
9. Tlemisov N. Auyl sharuashylygy sozdigi [Dictionary of Agriculture] (Kainar, 1992, 496 p.).
10. Abdullina A.G., Saparov K.T., Sergeyeva A.M., Yeginbayeva A.Ye., Atasoy E. Znachenie toponimii gornyh uchastkov Mugalzhary i prilegaiushchih territorii dlya razvitiya geoturizma [Importance of Toponymy of Mugodzhhar Hills and Adjacent Territories to the Development of Geotourism], Geozhurnal turizma I geosaitov [Geojournal of Tourism and Geosites] 3(25), 15-21(2019) DOI: 10.30892/gtg.25224-388

К.Т. Сапаров, Ж.Р. Шахантаева, А.Е. Егинбаева

Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

Жамбыл облысының микрогидронимдерін зерттеудегі жасанды және табиғи су көздері атауларының көрінісі

Аңдатпа. Жамбыл облысы аумағында табиғи және жасанды су көздері көптеп кездеседі. Себебі, таулы өңірде орналасқан аумақта су ресурстарының қоры мол өзен-көл, бұлақ, құдық атауларының жиі кездесетіні белгілі және гидрологиялық нысандардың сипаты нақты бейнеленген. Табиғи су көздерін сипаттайтын географиялық атауларды анықтайтын терминдерде экологиялық-географиялық негіз бар деуге болады. Табиғи су көздері шаруашылықта маңызды рөл атқарған және тарихтан мол географиялық ақпараттар береді. Адамдардың алғашқы қоныстары су нысандары маңында болғандығын қазіргі кездегі тарихи-археологиялық деректерден байқаймыз. Мақалада Жамбыл облысының микрогидрогидронимдерін зерттеудегі жасанды және табиғи су көздері атауларының көрінісі, қалыптасуы мен ерекшеліктері нақты деректер арқылы талданған. Су нысандары атауларына (гидронимдер) гидрографиялық терминдер негіз болады. Гидронимдер құрамында кездесетін терминдер арқылы су нысандарының түрін, сипатын және т.б. географиялық ерекшеліктерін анықтауға болады. Жамбыл облысының микрогидронимдерін зерттеуде топонимикалық талдау, геоақпараттық әдістері саралауда және қорытынды алуда қолданылды.

Түйін сөздер: қолданбалы топонимика, табиғи микрогидронимдер, жасанды микрогидронимдер, топонимикалық картография, географиялық нысандар.

К.Т. Сапаров, Ж.Р. Шахантаева, А.Е. Егинбаева

Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

Отражение названий искусственных и природных источников воды при изучении микрогидронимов Жамбылской области

Аннотация. На территории Жамбылской области встречается большое количество природных и искусственных источников воды. Это связано с тем, что на территории, расположенной в горном регионе, часто встречаются реки, озера, ручьи, колодцы с богатыми запасами водных ресурсов, и поэтому четко прослеживаются названия гидрологических объектов. Можно сказать, что термины, определяющие географические названия, характеризующие природные источники воды, имеют эколого-географическую основу. Природные источники воды сыграли важную роль в хозяйстве и предоставляют обширную географическую информацию из истории. Из современных историко-археологических данных видно, что первые поселения людей находились вблизи водных объектов. В статье анализируются конкретные данные о проявлениях, формировании и особенностях наименований искусственных и природных источников воды при изучении микрогидронимов Жамбылской области. В основе названий водных объектов (гидронимов) лежат гидрографические термины. С помощью терминов, содержащихся в гидронимах, можно определить тип, характер и географические особенности водных объектов. При изучении микрогидронимов Жамбылской области применялись топонимический анализ, геоинформационные методы дифференциации и получения выводов.

Ключевые слова: прикладная топонимика, природные микрогидронимы, искусственные микрогидронимы, топонимическая картография, географические объекты.

Information about the authors:

Saparov Kuat Tabylidinovich - Doctor of Geography, Professor, Department of Physical and Economical Geography, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2 Satpayev Str., Astana, Kazakhstan.

Shakhantayeva Zhanna Radiyevna - PhD student, Department of Physical and Economical Geography, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2 Satpayev Str., Astana, Kazakhstan.

Yeginbayeva Aigul Yessengaliyevna - PhD, Associate Professor, Department of Physical and Economical Geography, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2 Satpayev Str., Astana, Kazakhstan.

Сапаров Қуат Табылдинұлы – география ғылымдарының докторы, профессор, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Физикалық-экономикалық география кафедрасы, Сәтбаев көш. 2, Астана, Қазақстан.

Шахантаева Жанна Радиевна – PhD докторанты, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Физикалық-экономикалық география кафедрасы, Сәтбаев көш. 2, Астана, Қазақстан.

Егинбаева Айгүл Есенғалиқызы – PhD докторы, доцент, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Физикалық-экономикалық география кафедрасы, Сәтбаев көш. 2, Астана, Қазақстан.

Бас редакторлары: **Ә.Е. Копишев, Н.Е. Рамазанова, Ж.Г. Берденов**

Компьютерде беттеген: **Ж.Қ. Оспан**

Авторларға арналған нұсқаулықтар,
жарияланым этикасы журнал сайтында енгізілген: <http://bulchmed.enu.kz>

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы.
Химия. География. Экология сериясы.
– 2(143)/2023 – Астана: ЕҰУ. – 90 б.
Шартты б.т. – 7.5. Таралымы – 8 дана.
Басуға қол қойылды: 29.06.2023 ж.

Ашық қолданыстағы электронды нұсқа: <http://bulchmed.enu.kz>

Мазмұнына типография жауап бермейді

Редакция мекен-жайы: 010008, Қазақстан Республикасы Астана қ., Сәтбаев көшесі, 2.
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті
Тел.: +7(71-72) 70-95-00(ішкі 31-413)

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің баспасында басылды