

Научная статья
УДК 631.587(575.1)
DOI: 10.18101/2542-0623-2026-2-78-86

**Анализ изменений коллекторно-дренажного стока
в пределах административных районов Республики Каракалпакстан
на основе ГИС-карт (Узбекистан)**

Э. И. Чембарисов, А. И. Баллиев, Г. Б. Реймова

© Чембарисов Эльмир Исмаилович

доктор географических наук, профессор, главный научный сотрудник,
Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем
Республика Узбекистан, 100187, г. Ташкент, Мирзо-Улугбекский район, ул. Карасу-4, 11
echembar@mail.ru

© Баллиев Ажинияз Ибрагимович

доктор философии географических наук (PhD), старший научный сотрудник,
Международный центр стратегических разработок исследований в области
продовольствия и сельского хозяйства при Министерстве сельского хозяйства
Республики Узбекистан (I-SCAD)
Республика Узбекистан, 100000, г. Ташкент, Мирзо-Улугбекский район,
ул. Университетская, 2
ajok90@mail.ru

© Реймова Гулжамал Батырбаевна

докторант философии (PhD),
Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем
Республика Узбекистан, 100187, г. Ташкент, Мирзо-Улугбекский район, ул. Карасу-4, 11
guljamalreymova25@gmail.com

Аннотация. В статье представлены результаты комплексного анализа и оценки изменений коллекторно-дренажного стока (КДС) на орошаемых территориях Республики Каракалпакстан в разрезе её шестнадцати административных районов. Исследование охватывает долгосрочный период с 2000 по 2021 г., а также детальный современный этап 2019–2023 гг. Основное внимание уделено динамике объемов (W , км³), уровням минерализации (M , г/л) и трансформации химического состава дренажных вод. С использованием программного комплекса ArcMap 10.4.1 авторами разработана серия ГИС-карт, визуализирующих пространственное распределение характеристик стока для различных гидрологических условий: средних многолетних значений, многоводных (2010, 2012, 2015) и маловодных (2020, 2021, 2022) лет. Установлено, что общая протяженность коллекторно-дренажной сети республики составляет 20 614,7 км, а современный объем стока варьируется от 1,76 до 1,872 км³ при средней минерализации 3,77–4,26 г/л. Анализ показал значительную зависимость качества вод от водности реки Амударья: в многоводные годы объем стока возрастает до 2,53 км³ при снижении минерализации, тогда как в маловодные периоды наблюдается дефицит воды и рост концентрации солей. Выявлено преобладание хлоридно-сульфатно-кальциево-магниево-натриевого химического состава. Сделан вывод о крайне низком

уровне хозяйственного использования КДС из-за высокой минерализации. Определены районы (Тахтакупырский, Нукусский, Кунградский), где потенциальное использование стока наиболее перспективно при условии его смешивания с речной водой.

Ключевые слова: Республика Каракалпакстан, административные районы, коллекторно-дренажный сток, минерализация, химический состав, водность года.

Для цитирования

Чембарисов Э. И., Баллиев А. И., Реймова Г. Б. Анализ изменений коллекторно-дренажного стока в пределах административных районов Республики Каракалпакстан на основе ГИС-карт (Узбекистан) // Природа Внутренней Азии. Nature of Inner Asia. 2026. № 2(35). С. 78–86. DOI: 10.18101/2542-0623-2026-2-78-86

Введение

Анализ развития мелиорации в Узбекистане показал, что в настоящее время во всех областях республики в орошаемой зоне функционирует коллекторно-дренажная сеть. Ее гидрологический и гидрохимический мониторинг работы начался в 1968–1970-е гг. Такая же сеть существует в орошаемой зоне Республики Каракалпакстан, длина которой в настоящее время равна 20 614,7 км, а основными магистральными коллекторами являются КС-1, КС-3, КС-4, ГЛК (2, 6). В последние годы объем коллекторно-дренажных вод (КДВ) орошаемой территории республики достиг 1,76–1,872 км³. Он меняется в зависимости от водности реки Амударья и запланированного объема подачи оросительной воды на поля (часто меньше лимита) [Чембарисов и др., 2022; Чембарисов, Баллиев, 2023а].

Материалы и методы исследований

Информационной базой исследования послужили многолетние данные Каракалпакской мелиоративной экспедиции (ККМЭ) за период с 2000 по 2023 г. В ходе работы был проведен сбор и систематический анализ архивных материалов и литературных источников, содержащих гидрологические и гидрохимические характеристики коллекторно-дренажных вод (КДВ) [Чембарисов и др., 2022; Чембарисов, Баллиев, 2022, 2023а].

Основные этапы и методы:

- Мониторинг: использовались данные регулярного мониторинга коллекторно-дренажной сети общей протяженностью 20 614,7 км, включая основные магистральные коллекторы: КС-1, КС-3, КС-4 и ГЛК [Чембарисов, Баллиев, 2022; Чембарисов, Баллиев, 2023а].
- ГИС-картографирование: с применением программного обеспечения ArcMap 10.4.1 были составлены три серии ГИС-карт, отражающих пространственное распределение объемов (W, км³), минерализации (M, г/л) и химического состава КДВ в разрезе 16 административных районов.
- Сравнительный анализ: расчеты и картографирование проводились для трех расчетных периодов:
 1. Среднемноголетние условия (2019–2023 гг.).
 2. Многоводные годы (2010, 2012, 2015 гг.).
 3. Маловодные годы (2020, 2021, 2022 гг.) [Чембарисов и др., 2023 г.; Чембарисов, Баллиев, 2023б].

• Химическая классификация: типизация вод проводилась по преобладающим ионам. В работе выделены такие типы, как хлоридно-сульфатный кальциево-магниевый-натриевый (ХС-КМН), хлоридно-сульфатный магниевый-натриевый (ХС-МН) и другие [Чембарисов, Баллиев, 2023в].

Объектом исследования стала орошаемая территория Республики Каракалпакстан, где ежегодный объем КДВ колеблется в пределах 1,76–1,872 км³ в зависимости от водности р. Амударьи [Чембарисов, Баллиев, 2024а; Чембарисов и др., 2023 г].

Характеристика коллекторно-дренажного стока в пределах административных районов

В пределах 16 административных районов объем коллекторно-дренажного стока в среднем за период 2019–2023 гг. варьируется от 0,039 (Кунградский район) до 0,241 км³ (Амударьинский район). Преобладающим типом химического состава является хлоридно-сульфатный кальциево-магниевый-натриевый (ХС-КМН). Эти данные приведены в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1

Средние значения объема (W, км³) и минерализации (M, г/л)
коллекторно-дренажных вод по административным районам
Республики Каракалпакстан (2019–2023 гг.)
(составлена авторами по данным мелиоративной экспедиции)

№ ПП	Районы	W, км ³	M, г/л	Химический состав
1	Турткульский	0,174	3,64	ХС-КМН
2	Элликалинский	0,197	3,55	ХС-КМН
3	Берунийский	0,214	4,85	СХ-Н
4	Амударьинский	0,241	3,5	ХС-КМН
5	Тахиаташский	0,117	3,92	ХС-КМН
6	Тахтакупырский	0,067	3,67	ХС-НМК
7	Караузьякский	0,052	3,49	ХС-КМН
8	Бозатауский	0,065	3,98	ХС-КМН
9	Чимбайский	0,121	3,44	СХ-МН
10	Кегейлийский	0,095	2,96	ХС-НМК
11	Нукусский	0,06	4,31	ХС-КНМ
12	Ходжейлийский	0,074	4,36	ХС-НМК
13	Шуманайский	0,111	4,2	ХС-КНМ
14	Канлыкульский	0,09	2,92	ХС-КМН
15	Кунградский	0,039	3,89	ХС-МН
16	Муйнакский	0,043	3,7	ХС-КМН
	По республике	1,76	3,77	ХС-КМН

В целом по республике современный объем КДВ составляет $1,76 \text{ км}^3$, а минерализация — $3,77 \text{ г/л}$; преобладающий химический состав — хлоридно-сульфатный кальциево-магниевый-натриевый (ХС-КМН). На рисунке 1 показано распределение характеристик КДВ по административным районам в среднем за 2019–2023 гг. Дополнительно к этой карте были составлены еще две карты пространственного распределения параметров стока: для многоводных (2010, 2012, 2015 гг., рис. 2) и маловодных (2020, 2021, 2022 гг., рис. 3) лет. Проведенные расчеты показали, что в многоводные годы суммарный объем КДВ по республике составлял $2,53 \text{ км}^3$ при минерализации $3,29 \text{ г/л}$ (тип ХС-МН). В маловодные годы объем снижался до $1,45 \text{ км}^3$, а минерализация возрастала до $3,93 \text{ г/л}$, при этом основной тип химического состава оставался стабильным (ХС-КМН).

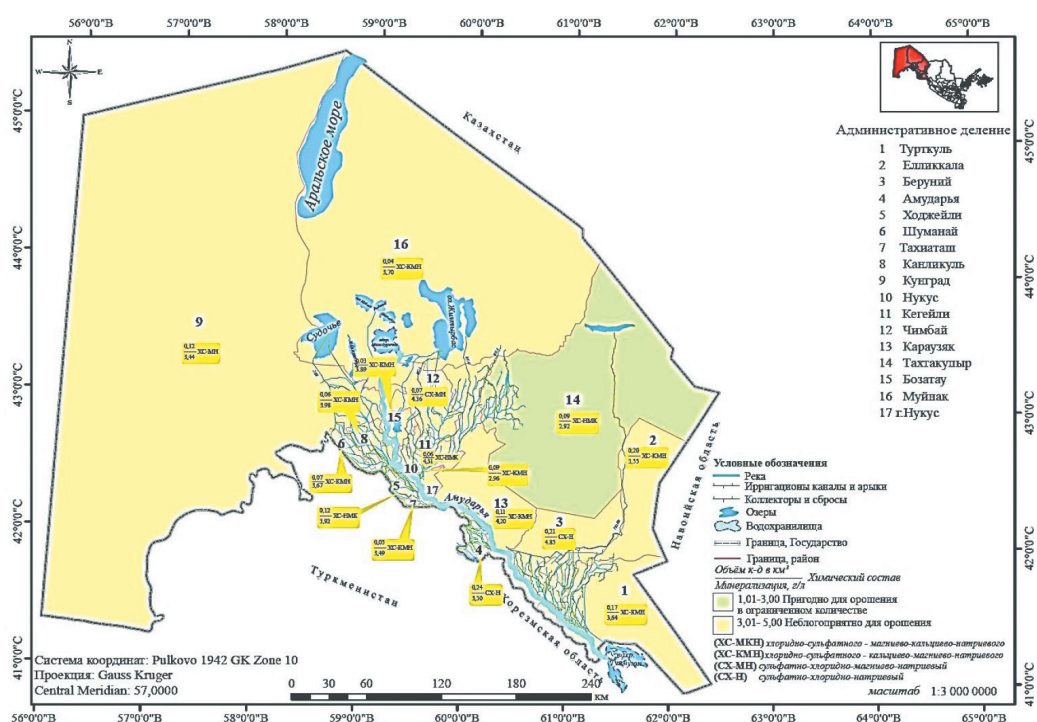


Рис. 1. Распределение объема, минерализации и химического состава коллекторно-дренажных вод по районам Республики Каракалпакстан за 2019–2023 гг.

Результаты и их обсуждение

Распределение объемов и минерализации стока по районам (2019–2023 гг.)

Анализ данных за период 2019–2023 гг. показал значительную пространственную неравномерность коллекторно-дренажного стока (КДС) между 16 административными районами Республики Каракалпакстан [Чембарисов и др., 2022; Чембарисов, Баллиев, 2023а, 2024а].

- Объемы стока: суммарный объем коллекторного стока по республике составляет $1,76–1,872 \text{ км}^3$. Наибольшие объемы зафиксированы в Амударьинском

(0,241 км³) и Берунийском (0,214 км³) районах. Минимальный сток отмечен в Кунградском (0,039 км³) и Муйнакском (0,043 км³) районах.

- Минерализация: средняя минерализация вод по республике варьируется от 3,77 до 4,26 г/л. Самые низкие показатели минерализации характерны для Канлыккульского (2,92 г/л) и Кегейлийского (2,96 г/л) районов, в то время как наиболее высокая минерализация наблюдается в Берунийском (4,85 г/л) и Ходжейлийском (4,36 г/л) районах [Чембарисов, Баллиев, 2023а; Чембарисов и др., 2023 г].

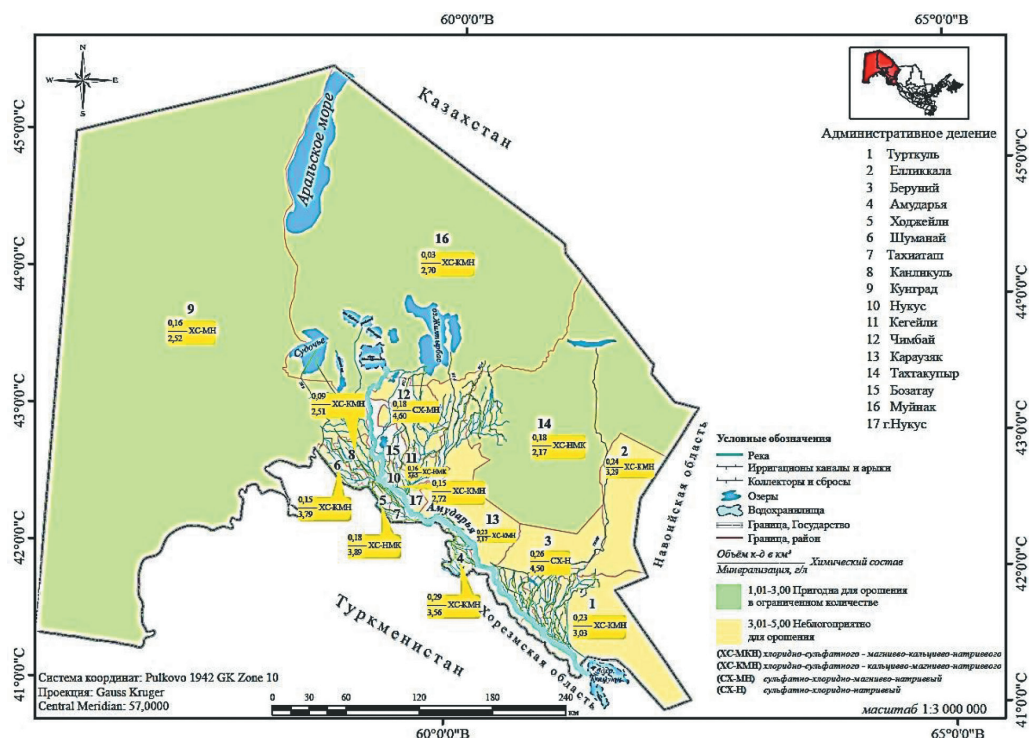


Рис. 2. Распределение объема, минерализации и химического состава коллекторно-дренажных вод по районам Республики Каракалпакстан за многоводные годы (2010, 2012, 2015 гг.)

- Химический состав: в большинстве районов преобладает хлоридно-сульфатный кальциево-магниево-натриевый (ХС-КМН) тип воды [Чембарисов, Баллиев, 2022, 2023в, 2024в].

- Влияние водности года на характеристики стока. При сравнении данных за многоводные (2010, 2012, 2015 гг.) и маловодные (2020, 2021, 2022 гг.) периоды выявлена четкая зависимость.

- В многоводные годы объем КДС возрастает до 2,53 км³, а средняя минерализация снижается до 3,29 г/л за счет разбавления дренажных вод избытками оросительной воды.

- В маловодные годы наблюдается обратная тенденция: объем стока сокращается до 1,45 км³, а минерализация увеличивается до 3,93 г/л.

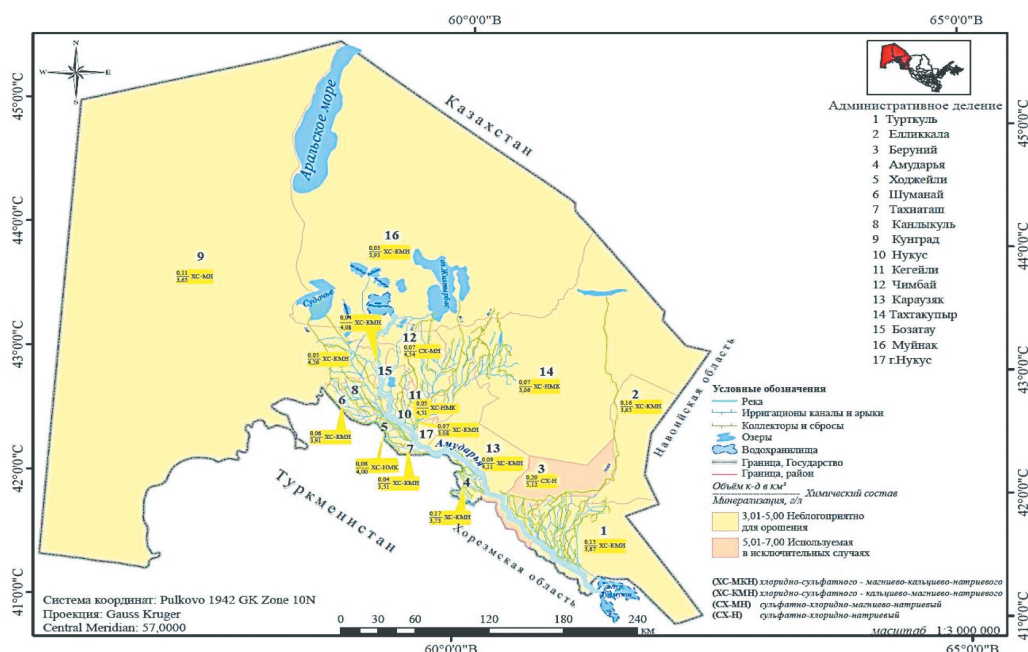


Рис. 3. Распределение объема, минерализации и химического состава коллекторно-дренажных вод по районам Республики Каракалпакстан за маловодные годы (2020, 2021, 2022 гг.)

Обсуждение возможностей использования стока

Полученные результаты свидетельствуют о том, что, несмотря на значительные объемы, коллекторно-дренажные воды практически не используются в хозяйстве и сбрасываются в пустынные понижения или озера. Высокая минерализация (превышающая 3 г/л в большинстве районов) ограничивает их прямое использование для орошения. Согласно ГИС-картам (рис. 1–3), наиболее перспективными для частичного использования (возможно, после смешивания с речной водой) являются Тахтакупырский, Нукусский и Кунградский районы, где качество воды относительно лучше. В остальных районах использование КДС без предварительной подготовки или малого разбавления с речной водой может привести к ускоренному засолению почв [Чембарисов и др., 2022; Чембарисов, Баллиев, 2024a].

Выводы

1. С применением программного комплекса ArcMap 10.4.1 составлены ГИС-карты распределения объемов (W , км³), минерализации (M , г/л) и химического состава коллекторно-дренажных вод Республики Каракалпакстан в разрезе 16 административных районов за период 2019–2023 гг.
2. Установлено, что современный объем равен 1,76–1,872 км³, а средняя минерализация составляет 3,77–4,26 г/л. Преобладающим типом химического состава является хлоридно-сульфатный кальциево-магниево-натриевый (ХС-КМН).

3. Выявлена прямая зависимость характеристик стока от водности р. Амударьи: в многоводные годы (2010, 2012, 2015) объем КДС возрастает до 2,53 км³ при снижении минерализации до 3,29 г/л. В маловодные годы (2020, 2021, 2022) объем сокращается до 1,45 км³, а минерализация увеличивается до 3,93 г/л.

4. Анализ ГИС-карт позволил определить наиболее перспективные районы для потенциального использования КДС (при условии смешивания с речной водой): Тахтакупырский, Нукусский и Кунградский. В остальных районах высокая минерализация (более 3–4 г/л) ограничивает использование вод без предварительной подготовки.

Литература

1. Баллиев А. И. Изменение минерализации и химического состава коллекторно-дренажных вод Республики Каракалпакстан // Экология и строительство. 2022. № 1. С. 14–21.
2. Чембарисов Э. И., Баллиев А. И. Минерализация и химический состав магистральных коллекторов Республики Каракалпакстан в современных условиях // Педагогика, образование, наука и технологии. Ташкент, 2022. С. 147–151.
3. Чембарисов Э. И., Баллиев А. И. К изучению качества воды коллекторно-дренажного стока в административных районах Республики Каракалпакстан // Архитектура многополярного мира: вызовы и стратегии. Биробиджан, 2023а. С. 110–117.
4. Чембарисов Э. И., Баллиев А. И. Проблемы гидроэкологии Республики Каракалпакстан // Тенденции и проблемы развития современной науки. Петрозаводск, 2023б. С. 438–446.
5. Чембарисов Э. И., Баллиев А. И. Современные типы гидрохимического режима коллекторно-дренажных вод Республики Каракалпакстан // Педагогика, образование, наука и технологии. Москва, 2023в. С. 226–230.
6. Чембарисов Э. И., Уразкелдиев А., Баллиев А. И. Анализ современной динамики изменения объемов и минерализации коллекторно-дренажных вод Республики Каракалпакстан // Приоритеты мировой науки: новые подходы и актуальные исследования. Москва, 2023. С. 215–219.
7. Чембарисов Э. И., Баллиев А. И. Коллекторно-дренажные воды Республики Каракалпакстан и возможности их использования в отраслях экономики // Вестник мелиоративной науки. 2024а. № 2. С. 22–28.
8. Чембарисов Э. И., Баллиев А. И. Определение гидрологических и гидрохимических характеристик коллекторно-дренажного стока в Республике Каракалпакстан // Архитектура многополярного мира: вызовы и стратегии. Биробиджан, 2024б. С. 102–107.
9. Чембарисов Э. И., Баллиев А. И. Состояние коллекторно-дренажных вод Республики Каракалпакстан в современный период // Центральноазиатский журнал географических исследований. 2024в. № 1–2. С. 74–85.
10. Чембарисов Э. И., Хожамуратова Р. Т. Гидрохимия орошаемых территорий (на примере низовьев Амударьи). Ташкент : Навруз, 2018. 238 с.

Статья поступила в редакцию 17.03.2026; одобрена после рецензирования 26.04.2026; принята к публикации 12.05.2026.

Analysis of Collector-Drainage Runoff Changes across Administrative Districts of the Republic of Karakalpakstan Based on GIS Mapping (Uzbekistan)

E. I. Chembarisov, A. I. Balliyev, G. B. Reimova

Elmir I. Chembarisov

Dr. Sci. (Geogr.), Prof.,

Irrigation and Water Problems Research Institute

Karasu-4, Mirzo-Ulugbek District, Tashkent 100187, Uzbekistan

echembar@mail.ru

Ajiniyaz I. Balliev

PhD, Senior Researcher,

International Center for Strategic Developments in Food and Agricultural Research
under the Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan (I-SCAD)

2 Universitetskaya Sr., Mirzo-Ulugbek District, Tashkent 100000, Uzbekistan

ajok90@mail.ru

Gulzhamal B. Reimova

PhD Candidate,

Irrigation and Water Problems Research Institute

Karasu-4, Mirzo-Ulugbek District, Tashkent 100187, Uzbekistan

guljamalreymova25@gmail.com

Abstract. The article presents the results of a comprehensive analysis and assessment of changes in collector-drainage water (CDW) runoff across the irrigated lands of the Republic of Karakalpakstan, broken down by its sixteen administrative districts. The study covers a long-term period from 2000 to 2021, and the recent period from 2019 to 2023. The primary focus is on the dynamics of runoff volumes (W , km^3), mineralization levels (M , g/L), and transformation of the chemical composition of drainage water. Using the ArcMap 10.4.1 software suite, we have developed a series of GIS maps visualizing the spatial distribution of runoff characteristics under various hydrological conditions: long-term average values, high-water years (2010, 2012, 2015), and low-water years (2020, 2021, 2022). It has been established that the total length of the republic's collector-drainage network is 20,614.7 km, and the current runoff volume varies from 1.76 to 1.872 km^3 with an average mineralization of 3.77–4.26 g/L . The analysis reveals a significant dependence of water quality on the flow of the Amu Darya River: in high-water years the runoff volume increases up to 2.53 km^3 , while mineralization decreases, whereas in low-water periods, water deficits and increased salt concentrations are observed. Chemical composition is predominantly chloride-sulfate calcium-magnesium-sodium. The study concludes that the economic reuse of CDW remains extremely low due to high mineralization. Finally, we have identified specific districts (Takhtakupir, Nukus, and Kungrad) where the potential utilization of runoff is most promising, provided that it is blended with river water.

Keywords: the Republic of Karakalpakstan, administrative districts, collector-drainage runoff, chemical composition, year water-abundance.

For citation

Chembarisov E. I., Balliyev A. I., Reimova G. B. Analysis of collector-drainage runoff changes across administrative districts of the Republic Karakalpakstan based on GIS mapping (Uzbekistan). *Nature of Inner Asia*. 2026; 2(35): 78–86 (In Russ.). DOI: 10.18101/2542-0623-2026-2-78-86

The article was submitted 17.03.2026; approved after reviewing 26.04.2026; accepted for publication 12.05.2026.