

## ГЕОЭКОЛОГИЯ / GEOECOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.153.120>

## КАЧЕСТВО ВОДЫ РЕК БАССЕЙНА Р. ТЕРЕК

Научная статья

Атабиева Ф.А.<sup>1,\*</sup>, Отарова А.С.<sup>2</sup><sup>1</sup> ORCID : 0000-0002-4452-0310;<sup>2</sup> ORCID : 0000-0001-5623-7793;<sup>1,2</sup> Высокогорный геофизический институт, Нальчик, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (atabieva0812[at]mail.ru)

**Аннотация**

Выполнен анализ качества воды рек бассейна р. Терек по повторяемости случаев превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) основных загрязняющих веществ. Наиболее высокие концентрации загрязняющих веществ отмечены в воде следующих рек: соединений молибдена выше 10 ПДК – р. Баксан; соединений марганца выше 3 ПДК – в реках Баксан, Малка, Терек, Урух, Черек, Чегем; соединений меди выше 10 ПДК – в реках Баксан, Урух; соединений аммонийного азота выше 3 ПДК – р. Черек; соединений нитритного азота выше 3 ПДК – р. Терек. Загрязненность воды исследуемых рек по значению повторяемости случаев превышения ПДК соединениями нитритов и аммония является в основном неустойчивой. Загрязненность воды почти всех исследуемых рек по значению повторяемости случаев превышения ПДК молибденом, марганцем и медью классифицируется как устойчивая. Предполагается, что загрязнение воды рек соединениями тяжелых металлов имеет в основном природный характер, связанный с особенностями породообразующих минералов, имеющих на территории истоков рек в высокогорных областях.

**Ключевые слова:** бассейн р. Терек, поверхностные воды, загрязняющие вещества, повторяемость случаев превышения ПДК.

## WATER QUALITY OF RIVERS IN THE TEREK RIVER BASIN

Research article

Atabieva F.A.<sup>1,\*</sup>, Otarova A.S.<sup>2</sup><sup>1</sup> ORCID : 0000-0002-4452-0310;<sup>2</sup> ORCID : 0000-0001-5623-7793;<sup>1,2</sup> High-Mountain Geophysical Institute, Nalchik, Russian Federation

\* Corresponding author (atabieva0812[at]mail.ru)

**Abstract**

The water quality of rivers in the Terek River basin was analysed in terms of the frequency of exceeding maximum permissible concentrations (MPC) of the main pollutants. The highest concentrations of pollutants were observed in the water of the following rivers: molybdenum compounds above 10 MPC – Baksan River; manganese compounds above 3 MPC – in the rivers Baksan, Malka, Terek, Uruk, Cherek, Chegem; copper compounds above 10 MPC – in the rivers Baksan, Uruk; ammonium nitrogen compounds above 3 MPC – Cherek River; nitrite nitrogen compounds above 3 MPC – Terek River. Water pollution of the studied rivers is mainly unstable in terms of the frequency of cases of exceeding MPC by nitrite and ammonium compounds. Water pollution of almost all studied rivers is classified as stable according to the value of recurrence of cases of exceeding MPC by molybdenum, manganese and copper. It is assumed that river water pollution by heavy metal compounds is mainly of natural nature, associated with the peculiarities of rock-forming minerals present in the territory of river sources in high-mountainous areas.

**Keywords:** Terek River basin, surface water, pollutants, frequency of MAC exceedances.

**Введение**

Тяжелые металлы – распространенные загрязнители. В водоемы они поступают из естественных источников (горных пород, поверхностных слоев почвы и подземных вод), а также со сточными водами многих промышленных предприятий. Тяжелые металлы как микроэлементы постоянно встречаются в естественных водоемах.

Проведение мониторинга по выявлению современного состояния качества воды рек имеет большое значение при решении водохозяйственных проблем с учетом региональных особенностей водосборных бассейнов. Ранее выполненными исследованиями по анализу концентраций тяжелых металлов в бассейне р. Терек [1], [2], [3] было показано, что к наиболее приоритетным загрязняющим веществам воды рек бассейна р. Терек относятся соединения марганца (Mn), молибдена (Mo), меди (Cu), а также нитрит-ионы (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) и ионы аммония (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). Постоянное превышение ПДК по соединениям Mo, Mn, Cu (вещества двойного генезиса) в воде рек имеет, явно, природный характер. Основными источниками поступления загрязняющих азотсодержащих соединений в реки обычно являются коммунально-бытовые сточные воды.

Одним из критериев оценки качества воды рек является повторяемость случаев превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ. Поэтому целью данного исследования является оценка качества воды исследуемых рек по повторяемости случаев превышения ПДК.

## Методы и принципы исследования

Истоки исследуемых рек Баксан, Малка, Терек, Чегем, Черек, Урух расположены в ледниках Главного Кавказского и Бокового хребтов (рис. 1). Для этих рек характерно длительное летнее половодье, сток которого составляет 50-80% годового [4]. Исследуемые реки характеризуются большими уклонами и скоростями течения, значительной размывающей и переносной деятельностью потока.

В среднем течении рек значительно увеличивается водность за счет впадения крупных притоков, уменьшаются уклон и скорость течения, ослабевает эрозионная деятельность потока. Вниз по течению наблюдается интенсивное отложение продуктов размыва, приносимых рекой.

Отборы проб воды (2023 г., 7 раз в год – февраль, март, май, июнь, июль, сентябрь, октябрь) в постоянных створах и анализы проводились сотрудниками испытательного лабораторного центра ФГБУ «Высокогорный геофизический институт» (аттестат аккредитации № RA.RU.21AI34). Створы: р. Чегем – с.Лечинкай, р. Урух – с. Урух, р. Баксан – с. Исламей, р. Черек – пгт. Кашхатау, р. Малка – с. Сармаково, р. Терек – с. Эльхотово располагаются в предгорной зоне (среднее течение). Створы р. Чегем – с. Чегем 2, р. Урух – ст. Александровская, р. Баксан – г. Прохладный, р. Черек – с. Октябрьское, р. Малка – г. Прохладный, р. Терек – с. Хамидие располагаются в равнинной части (нижнее течение).

Водородный показатель (рН), минерализацию и электропроводность измеряли кондуктометрическим методом [5], концентрацию растворенных форм ТМ измеряли ААС с электротермической атомизацией [6]. Для определения нитратного азота была применена прямая потенциометрия с использованием нитратных ион-селективных электродов. В качестве электрода сравнения использовался хлорид-серебряный электрод. Нитритный и аммонийный азот определяли спектрофотометрическим методом [7], [8].

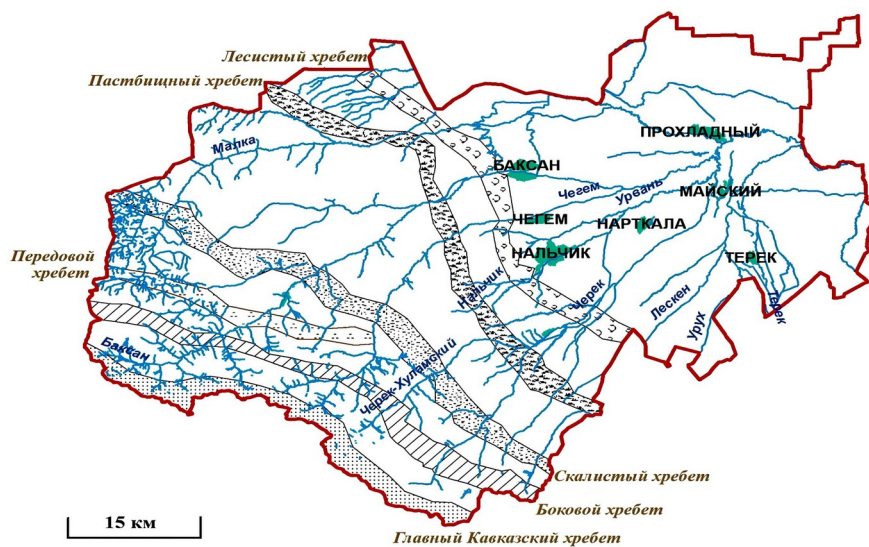


Рисунок 1 - Карта-схема хребтов северного склона Центрального Кавказа

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.153.120.1>

## Обсуждение

Наиболее распространенными загрязняющими веществами в воде основных рек бассейна р. Терек, концентрации которых регулярно превышают ПДК, являются соединения Mn, Mo, Cu, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> и NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (рис. 2). Единичные случаи превышения до 1,4 ПДК соединениями Zn и Pb регистрировали в отдельных створах рек. Диапазоны среднегодовых превышений ПДК загрязняющих веществ даны в таблице 1.

Концентрации анализируемых веществ в исследованных пробах речных вод выше установленных ПДК<sub>рх</sub> [9], [10].

Таблица 1 - Средние диапазоны превышения ПДК, в воде рек в среднем и нижнем течении в 2023 году

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.153.120.2>

Показатель	Среднее течение	Нижнее течение	ПДК
	р. Чегем – с.Лечинкай	р. Чегем – с. Чегем 2	
Mo, мкг/дм <sup>3</sup>	0,1-4,13	0,10-3,27	1
Mn, мкг/дм <sup>3</sup>	0,42-3,69	0,50-4,36	10
Cu, мкг/дм <sup>3</sup>	0,89-5,69	2,30-8,85	1
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,13-0,86	0,25-1,28	0,08
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,2-0,74	0,2-0,74	0,5
	р. Урух – с. Урух	р. Урух – ст.	

Показатель	Среднее течение	Нижнее течение	ПДК
	р. Чегем – с.Лечинкай	р. Чегем – с. Чегем 2 Александровская	
Mo, мкг/дм <sup>3</sup>	0,10-0,91	0,10-3,08	1
Mn, мкг/дм <sup>3</sup>	0,56-3,49	0,67-3,39	10
Cu, мкг/дм <sup>3</sup>	2,76-11,55	1,65-8,39	1
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,2-0,56	0,13-0,48	0,08
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,2-0,74	0,24-1,08	0,5
	р. Баксан – с. Исламей	р. Баксан - г. Прохладный	
Mo, мкг/дм <sup>3</sup>	6,09-15,45	0,10-7,27	1
Mn, мкг/дм <sup>3</sup>	0,36-3,52	0,54-7,28	10
Cu, мкг/дм <sup>3</sup>	0,72-7,06	2,49-11,70	1
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,13-0,65	0,13-0,95	0,08
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,2-0,96	0,2-2,04	0,5
	р. Черек - пгт. Кашхатау	р. Черек - с. Октябрьское	
Mo, мкг/дм <sup>3</sup>	1,44-3,09	0,10-5,47	1
Mn, мкг/дм <sup>3</sup>	1,18-3,68	0,57-4,47	10
Cu, мкг/дм <sup>3</sup>	2,03-7,38	2,91-9,32	1
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,13-1,3	0,41-2,5	0,08
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,2-0,96	0,28-5,48	0,5
	р. Малка с. Сармаково	р. Малка г. Прохладный	
Mo, мкг/дм <sup>3</sup>	0,1-5,95	0,3-5,45	1
Mn, мкг/дм <sup>3</sup>	0,72-3,42	0,67-2,16	10
Cu, мкг/дм <sup>3</sup>	2,3-7,95	2,48-7,96	1
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,23- 0,91	0,2-2,38	0
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,24-1,1	0,28- 2,04	0,5
	р. Терек – с. Эльхотово	р. Терек - с. Хамидие	
Mo, мкг/дм <sup>3</sup>	0,9-3,75	1,37-4,0	1
Mn, мкг/дм <sup>3</sup>	0,56 -3,8	0,50 – 4,84	10
Cu, мкг/дм <sup>3</sup>	1,52-8,95	1,75-5,73	1
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,26 - 10,75	0,21 - 5,88	0,08
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,2 – 2,6	0,2 – 2,94	0,5

По повторяемости случаев превышения ПДК [11] соединениями молибдена (рис. 2), загрязненность воды всех рек: Баксан, Малка, Терек, Чегем, Черек, за исключением р. Урух, является устойчивой как в среднем, так и в нижнем течении, загрязненность воды р. Урух в нижнем течении является характерной.

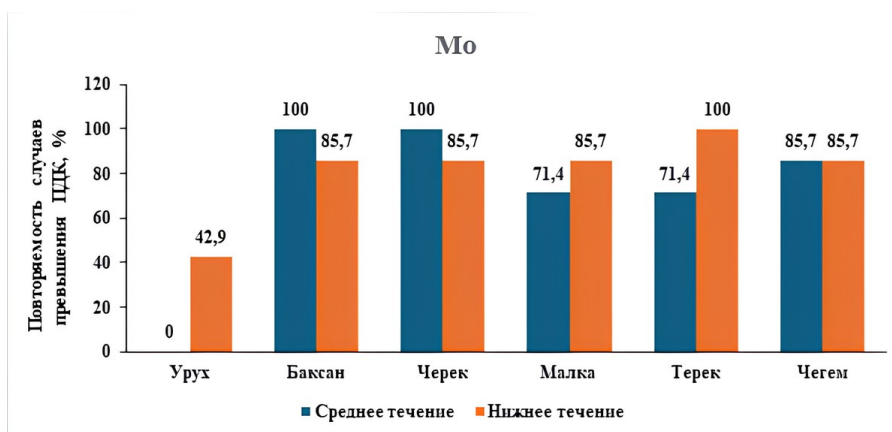


Рисунок 2 - Повторяемость случаев превышения ПДК соединениями молибдена  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.153.120.3>

Устойчивая загрязненность соединениями марганца и меди (рис. 3, 4) наблюдается в воде всех рек, как в среднем, так и в нижнем течении.

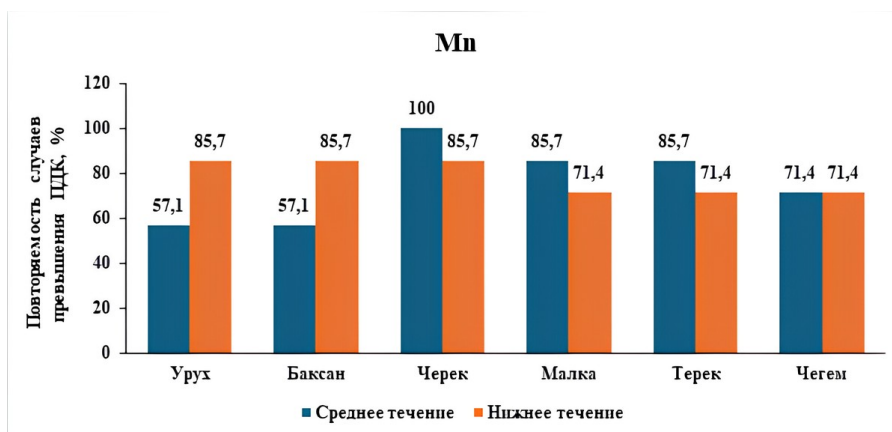


Рисунок 3 - Повторяемость случаев превышения ПДК соединениями марганца  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.153.120.4>

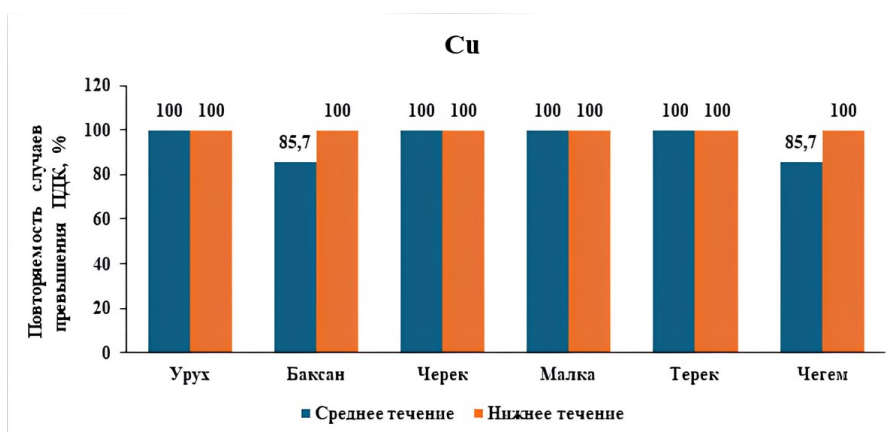


Рисунок 4 - Повторяемость случаев превышения ПДК соединениями меди  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.153.120.5>

По повторяемости случаев превышения ПДК нитритами вода в створах рек Баксан, Черек и Малка в нижнем течении (рис. 4) характеризуется по повторяемости случаев превышения ПДК как устойчивая, в остальных створах характеризуется как неустойчивая.

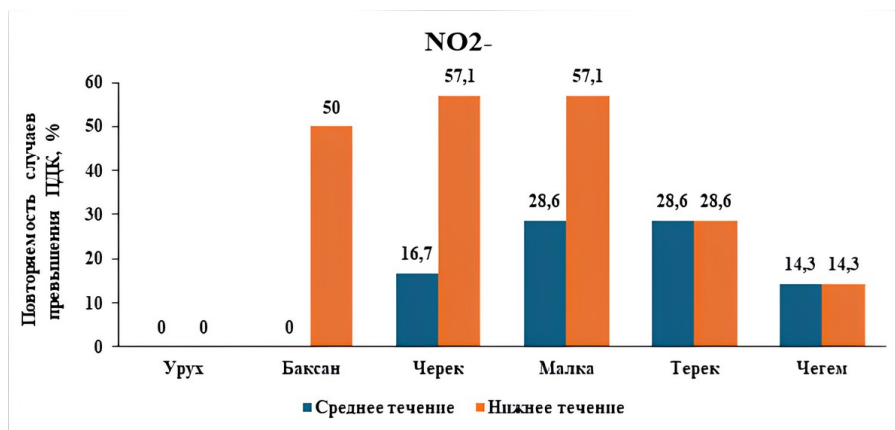


Рисунок 5 - Повторяемость случаев превышения ПДК соединениями нитритов  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.153.120.6>

В среднем течении рек по значению числа случаев превышения ПДК соединениями аммония (рис. 5) вода р. Терек классифицируется как характерная. В воде рек Урух, Чегем, Баксан и Черек в среднем течении наблюдаются единичные случаи превышения ПДК соединений аммония. В нижнем течении по значению случаев превышения ПДК загрязненность воды рек классифицируется: Черек как устойчивая, Баксан как характерная. В воде рек Урух и Чегем наблюдаются единичные случаи превышения ПДК соединениями аммония.

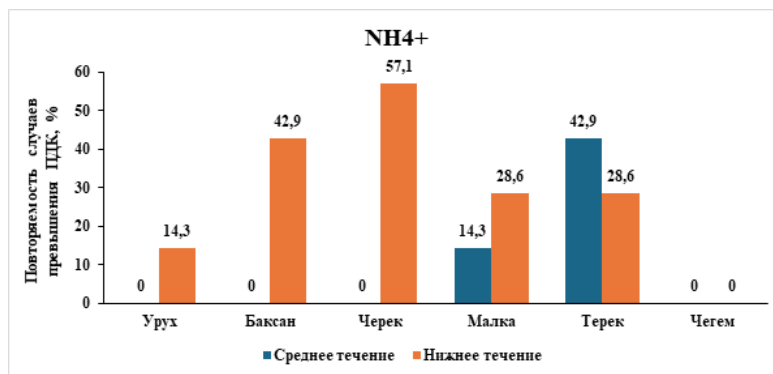


Рисунок 6 - Повторяемость случаев превышения ПДК соединениями аммония  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.153.120.7>

### Заключение

1. Наиболее высокое число случаев превышения ПДК загрязняющих веществ зафиксированы в воде следующих рек:

- 1) Баксан – соединений Mo 10 ПДК;
- 2) Баксан, Урух – соединений Cu 10 ПДК;
- 3) Баксан, Малка, Терек, Урух, Черек, Чегем – соединений Mn 3 ПДК;
- 4) Черек – соединений  $\text{NH}_4^+$  3 ПДК;
- 5) Терек – соединений  $\text{NO}_2^-$  3 ПДК.

2. При оценке качества воды основных рек Центрального Кавказа бассейна р. Терек предполагается, что загрязнение воды рек соединениями тяжелых металлов имеет в основном природный характер, связанный с особенностями породообразующих минералов в высокогорных водосборных бассейнах рек.

3. В дальнейшем полученные данные могут быть использованы для подготовки прогнозных оценок по изменчивости качества воды на устьевых участках для повышения эффективности природоохранных мероприятий.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

**Список литературы / References**

1. Алита С.Л. О целесообразности разработки бассейновых нормативов предельно допустимых концентраций соединений тяжелых металлов для рек предгорной зоны Центрального Кавказа / С.Л. Алита, Ф.А. Атабиева // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. — 2022. — № 3. — С. 21–29. DOI: 10.35567/19994508\_2022\_3\_2.
2. Алита С.Л. Качественная оценка уровня природного содержания соединений тяжелых металлов в бассейнах рек Малка, Урух, Черек, Чегем / С.Л. Алита, Ф.А. Атабиева, А.С. Отарова [и др.] // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. — 2021. — № 5. — С. 97–111. DOI: 10.35567/1999-4508-2021-5-7.
3. Атабиева Ф.А. Содержание тяжелых металлов в воде рек Центрального Кавказа (бассейн реки Терек) / Ф.А. Атабиева, А.С. Отарова // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. — 2023. — № 3. — С. 89–101. DOI: 10.35567/19994508\_2023\_3\_6.
4. Панов В.Д. Река Терек: Гидрография и режим стока / В.Д. Панов, А.А. Базелюк, П.М. Лурье. — Ростов-на-Дону : Донской издательский дом, 2015. — 606 с.
5. Инструкция по эксплуатации портативного рН-метра / кондуктометра HANNA HI 991300. — 2021.
6. Методика выполнения измерений массовых концентраций Al, Ba, Be, V, Fe, Cd, Co, Li, Mn, Cu, Mo, As, Ni, Sn, Pb, Se, Sr, Ti, Cr, Zn в природных и сточных водах методом атомно-абсорбционной спектроскопии с использованием атомно-абсорбционного спектрометра с электротермической атомизацией «МГА-915». — Москва, 2009.
7. Резников А.А. Методика анализа природных вод / А.А. Резников, Е.П. Муликовская, И.Ю. Соколов. — Москва, 1970. — С. 189–198.
8. Унифицированные методы мониторинга фонового загрязнения природной среды / под ред. Ф.Я. Ровинского. — Москва : Гидрометеиздат, 1986. — 90 с.
9. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. — Москва : Минсельхоз, 2016. — 153 с.
10. СанПиН 2.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». — URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения: 27.12.2024).
11. РД 52.24.643-2002. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. — Санкт-Петербург : Гидрометеиздат, 2002. — 49 с.

**Список литературы на английском языке / References in English**

1. Alita S.L. O celysoobraznosti razrabotki bassejnovykh normativov predel'no dopustimyh koncentracij soedinenij tzhzhelykh metallov dlja rek predgornoj zony Central'nogo Kavkaza [On the Feasibility of Developing Basin Standards for Maximum Permissible Concentrations of Heavy Metal Compounds for Rivers in the Foothill Zone of the Central Caucasus] / S.L. Alita, F.A. Atabieva // Vodnoe hozjajstvo Rossii: problemy, tehnologii, upravlenie [Water Management in Russia: Problems, Technologies, Management]. — 2022. — № 3. — P. 21–29. DOI: 10.35567/19994508\_2022\_3\_2. [in Russian]
2. Alita S.L. Kachestvennaja ocenka urovnja prirodnogo sodержaniya soedinenij tzhzhelykh metallov v bassejnah rek Malka, Uruh, Cherek, Chegem [Qualitative Assessment of the Natural Content of Heavy Metal Compounds in the Basins of the Malka, Uruk, Cherek, and Chegem Rivers] / S.L. Alita, F.A. Atabieva, A.S. Otarova [et al.] // Vodnoe hozjajstvo Rossii: problemy, tehnologii, upravlenie [Water Management in Russia: Problems, Technologies, Management]. — 2021. — № 5. — P. 97–111. DOI: 10.35567/1999-4508-2021-5-7. [in Russian]
3. Atabieva F.A. Soderzhanie tzhzhelykh metallov v vode rek Central'nogo Kavkaza (bassejn reki Terek) [Content of Heavy Metals in the Water of Rivers in the Central Caucasus (Terek River Basin)] / F.A. Atabieva, A.S. Otarova // Vodnoe hozjajstvo Rossii: problemy, tehnologii, upravlenie [Water Management in Russia: Problems, Technologies, Management]. — 2023. — № 3. — P. 89–101. DOI: 10.35567/19994508\_2023\_3\_6. [in Russian]
4. Panov V.D. Terek: Gidrografija i rezhim stoka [The Terek River: Hydrology and Flow Regime] / V.D. Panov, A.A. Bazelyuk, P.M. Lurie. — Rostov-on-Don : Donskoy Publishing House, 2015. — 606 p. [in Russian]
5. Instrukcija po jekspluatácii portativnogo rN-metra / konduktometra HANNA HI 991300 [Operating Instructions for the Portable pH Meter / Conductivity Meter HANNA HI 991300]. — 2021. [in Russian]
6. Metodika vypolnenija izmerenij massovykh koncentracij Al, Ba, Be, V, Fe, Cd, Co, Li, Mn, Cu, Mo, As, Ni, Sn, Pb, Se, Sr, Ti, Cr, Zn v prirodnyh i stochnyh vodah metodom atomno-absorbcionnoj spektroskopii s ispol'zovaniem atomno-absorbcionnogo spektrometra s jelektrotermicheskoj atomizaciej «MGA-915» [Methodology for Measuring Mass Concentrations of Al, Ba, Be, V, Fe, Cd, Co, Li, Mn, Cu, Mo, As, Ni, Sn, Pb, Se, Sr, Ti, Cr, Zn in Natural and Waste Waters Using Atomic Absorption Spectroscopy with an Electrothermal Atomization Atomic Absorption Spectrometer "MGA-915"]. — Moscow, 2009. [in Russian]
7. Reznikov A.A. Metodika analiza prirodnyh vod [Methodology for the Analysis of Natural Waters] / A.A. Reznikov, E.P. Mulikovskaya, I.Yu. Sokolov. — Moscow, 1970. — P. 189–198. [in Russian]
8. Unificirovannye metody monitoringa fonovogo zagrjaznenija prirodnoj sredy [Unified Methods for Monitoring Background Pollution of the Natural Environment] / ed. by F.Ya. Rovinsky. — Moscow : Gidrometeizdat, 1986. — 90 p. [in Russian]
9. Normativy kachestva vody vodnykh ob'ektov rybohozjajstvennogo znachenija, v tom chisle normativov predel'no dopustimyh koncentracij vrednykh veshhestv v vodah vodnykh ob'ektov rybohozjajstvennogo znachenija [Water Quality Standards for Fishery Water Bodies, Including Maximum Permissible Concentrations of Harmful Substances in Fishery Water Bodies]. — Moscow : Ministry of Agriculture, 2016. — 153 p. [in Russian]

10. SanPiN 2.2.3685-21 «Gigienicheskie normativy i trebovanija k obespečeniju bezopasnosti i (ili) bezvrednosti dlja cheloveka faktorov sredi obitanija» [SanPiN 2.2.3685-21 "Hygienic Standards and Requirements for Ensuring the Safety and (or) Harmlessness of Environmental Factors for Humans"]. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (accessed: 27.12.2024). [in Russian]

11. RD 52.24.643-2002. Metodicheskie ukazaniya. Metod kompleksnoj ocenki stepeni zagrjaznennosti poverhnostnyh vod po gidrohimicheskim pokazateljam [RD 52.24.643-2002. Methodological Guidelines. Method for Comprehensive Assessment of the Degree of Pollution of Surface Waters Based on Hydrochemical Indicators]. — St. Petersburg : Gidrometeoizdat, 2002. — 49 p. [in Russian]