

УДК 556.114

**НЕКОТОРЫЕ ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БАСЕЙНА РЕКИ ЭЛЕГЕСТ***Кальная О.И., Аюнова О.Д.**Федеральное государственное бюджетное учреждение Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, Кызыл***SOME HYDROCHEMICAL ASPECTS OF RIVER BASIN OF THE ELEGEST***Kalnaya O.I., Ajunova O.D.**Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (TuvIENR SB RAS), Kyzyl*

Настоящая статья посвящена краткому описанию гидрологических данных бассейна реки Элегест и обзору современного гидрохимического состояния поверхностных и подземных вод бассейна реки, являющейся крупным левым притоком р. Верхний Енисей. В материале приведены последние данные химических анализов проб поверхностных и подземных вод, отобранных в бассейне Элегеста, дана оценка их экологического состояния, выявлены возможные источники и пути загрязнения водотоков.

**Ключевые слова:** бассейн реки Элегест, гидрохимический состав поверхностных и подземных вод, экологическое состояние поверхностных вод, источники загрязнения вод.

The present article is devoted to a brief description of the hydrological data of the river basin of the Elegest and review of the current hydrochemical state of the surface and groundwater of the river basin, is the largest left tributary of the Upper Yenisei. The article lists the latest data of chemical analyses of samples of surface and ground waters sampled in the basin Segesta, the estimation of their ecological status, identified possible sources and paths of pollution of watercourses.

**Key words:** basin of the river Elegest, hydrochemical composition of surface and ground waters, the ecological status of surface waters, sources of water pollution.

Река Элегест - наиболее крупный левый приток р. Улуг-Хем (Верхний Енисей) (рис. 1). Бассейн реки располагается в центральной части республики и в орографическом отношении захватывает в верхнем течении реки – высокогорье, в среднем течении – среднегорный рельеф, нижнее течение реки принадлежит Центрально-Тувинской котловине.

Свое начало Элегест берет на северном склоне г. Хорумнуг-тайга (абс. отм. 2645 м). Протяженность реки составляет 156,1 км, площадь водосборного бассейна – 6544,58 км<sup>2</sup>, общий перепад в высотах от истока к устью реки равен 1540 м, средний уклон – 0,011. Притоки реки Элегест весьма многочисленны. Общая длина водотоков в пределах бассейна составляет 3620,9 км, густота речной сети – 0,553 км/км<sup>2</sup>.

Наиболее крупные притоки: правые - реки Биче-Ажык, Улуг-Ажык, Дувелиг, Унгеш, Чумуртуг, Межегей (с Дургеном); левые - Ажык, Могой, Хендерге.

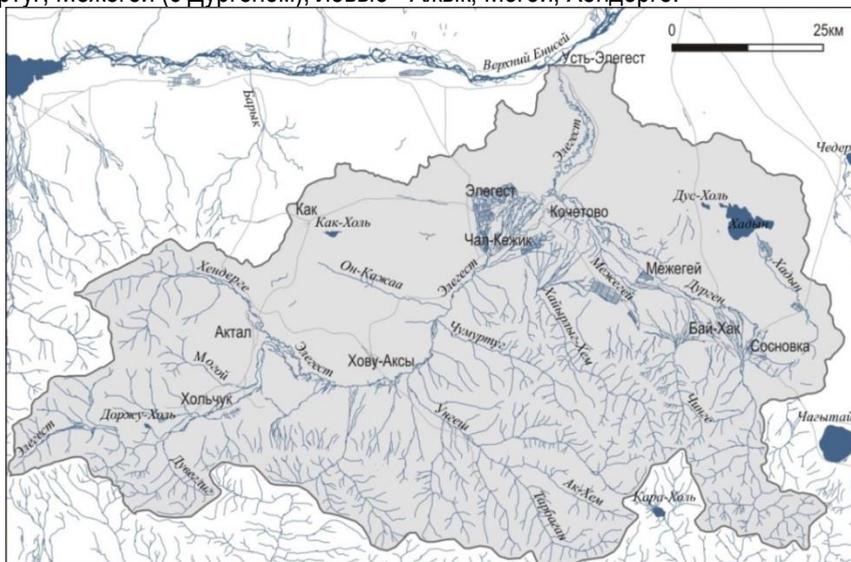


Рисунок 1. Бассейн реки Элегест

В бассейн реки Элегест входят озера Хадын, Дус-Холь (Сватиково), Как-Холь, Доржу-Холь. Первые три из них - бессточные, из озера Доржу-Холь вытекает речка Холь-Оожу.

Средний многолетний расход в реки районе пос. Усть-Элегест составляет 13,8 м<sup>3</sup>/с, в районе пос. Хову-Аксы - 6,27 м<sup>3</sup>/с (1969 – 1986 гг.) [1]. Питание реки смешанное, происходит за счет снеготаяния, атмосферных осадков, а также разгрузки подземных вод.

Долина реки от верховий до пос. Хову-Аксы имеет субширотное простираение, а ниже по течению до устья – практически субмеридиональное. В верхнем и среднем течении Элегест имеет все черты горной реки, протекая по ряду лесистых котловин, разделенных сужениями, иногда со скалистыми склонами. В нижнем течении река приобретает характер, близкий к равнинному - сильно меандрирует и разделяется на многочисленные рукава и протоки.

Как известно, гидрохимический состав поверхностных и подземных вод зависит от геологического строения местности, в частности, геохимического состава пород. Контактная с теми или иными породами и минералами, воды обогащаются определенными химическими элементами. Степень чистоты (загрязненности) поверхностных вод зависит от антропогенных факторов (работы горно-добывающих предприятий, сельскохозяйственной деятельности и др.).

Для изучения современного гидрохимического фона бассейна реки Элегест и оценки экологического состояния поверхностных вод в 2016 году сотрудниками ТувИКОПР СО РАН (г. Кызыл) были отобраны пробы воды в верхнем, среднем и

нижнем течении реки, а также частично опробованы притоки Элегеста. Точки отбора водных проб отображены на рисунке 2.

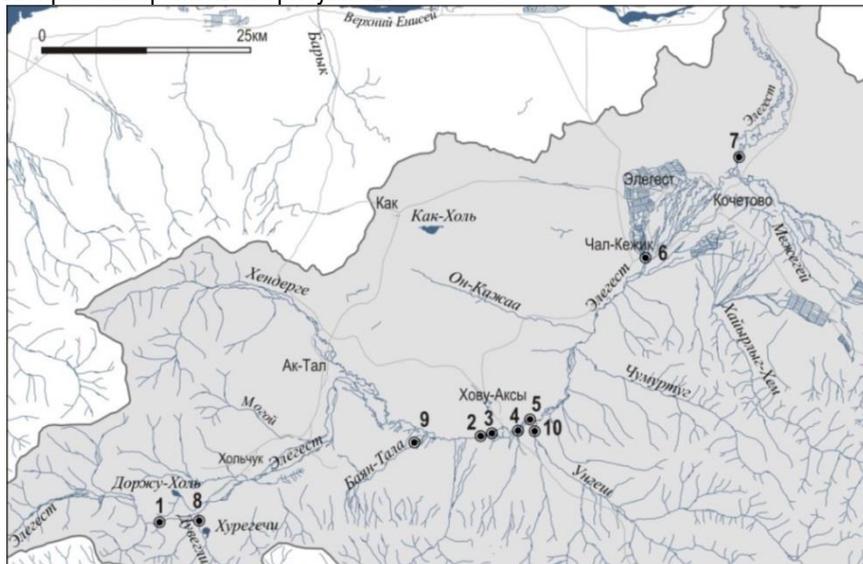


Рисунок 2. Схема расположения точек отбора гидрохимических проб, 2016 г.

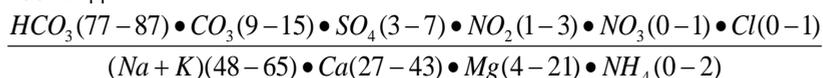
Из реки Элегест отобраны следующие пробы воды:

- Проба № 1 - в верховье реки Элегест;
- Проба № 2 - выше поселка Сайлыг;
- Проба № 3 - в поселке Сайлыг;
- Проба № 4 - ниже пгт Хову-Аксы;
- Проба № 5 - перед слиянием с р. Унгеш;
- Проба № 6 – в поселке Чал-Кежиг у моста через р. Элегест;
- Проба № 7 – ниже слияния с р. Межегей.

Из правых притоков отобраны следующие пробы:

- Проба № 8 – из р. Дувелиг;
- Проба № 9 – из р. Баян-Тала;
- Проба № 10 – из р. Унгеш, в 0,5 км выше слияния с р. Элегест.

Химический анализ воды проводился в Секторе физико-химических исследований ТувИКОПР СО РАН. По результатам химического анализа воды реки Элегест ультрапресные с минерализацией 0,145-0,220 г/л, очень мягкие и мягкие (общая жесткость колеблется в пределах 0,8-2,6 мг-экв/л), водная среда нейтральная и слабощелочная (pH = 6,70-8,01). По химическому составу воды преимущественно гидрокарбонатные кальциево-натриевые, за исключением пробы № 7, где отмечен гидрокарбонатный магниевый-кальциевый состав. Обобщенная формула солевого состава имеет вид:



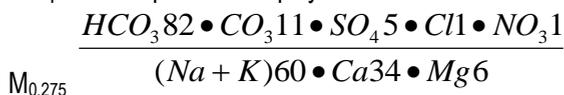
$M_{0,145-0,220}$

Содержание катионов и анионов, за исключением нитритов ( $\text{NO}_2$ ) и аммоний-иона ( $\text{NH}_4$ ), не превышает норм для вод рыбохозяйственных водоемов. Содержание нитритов по всему опробованному водотоку (за исключением пробы № 3) превышает нормы и колеблется в пределах 1,3 - 40,0 ПДК для вод рыбохозяйственных водоемов. В пробе № 5 отмечается 1,6 ПДК аммоний-иона. Азотное загрязнение поверхностных вод может быть связано с интенсивным выпасом скота в пойме реки Элегест.

Данные по химическому составу поверхностных вод реки Элегест в 2016 году приведены в таблице 1.

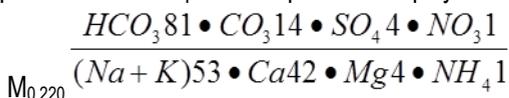
### Гидрохимическое состояние притоков р. Элегест

**Проба № 8** отобрана из ручья Баян-Тала, правого притока р. Элегест. По органолептическим свойствам вода прозрачная, без цвета, без вкуса, без запаха. Температура воды в момент отбора -  $+9,2^\circ\text{C}$ . Вода пресная с минерализацией 0,275 г/л, очень мягкая (общая жесткость составляет 1,4 мг-экв/л), по химическому составу гидрокарбонатная кальциево-натриевая. Формула солевого состава имеет вид:



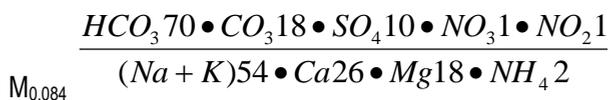
Содержание нитритов составляет 0,452 мг/л или 5,65 ПДК для вод рыбохозяйственных водоемов. Содержание остальных анионов и катионов не превышает норм для вод рыбохозяйственных водоемов.

**Проба № 9** отобрана из реки Дувелиг, правого притока р. Элегест. По органолептическим свойствам вода прозрачная, без цвета, без вкуса, без запаха. Температура воды в момент отбора -  $+6,4^\circ\text{C}$ . Вода пресная с минерализацией 0,220 г/л, очень мягкая (общая жесткость составляет 1,3 мг-экв/л), по химическому составу гидрокарбонатная кальциево-натриевая. Формула солевого состава имеет вид:



Содержание нитритов составляет 0,163 мг/л или 2,03 ПДК для вод рыбохозяйственных водоемов. Содержание остальных анионов и катионов не превышает норм для вод рыбохозяйственных водоемов.

**Проба № 10** отобрана из реки Унгеш, правого притока р. Элегест. По органолептическим свойствам вода прозрачная, без цвета, без вкуса, без запаха. Температура воды в момент отбора -  $+8,0^\circ\text{C}$ . Вода ультрапресная с минерализацией 0,084 г/л, очень мягкая (общая жесткость составляет 0,5 мг-экв/л), по химическому составу гидрокарбонатная кальциево-натриевая. Формула солевого состава имеет вид:



Содержание нитритов составляет 0,432 мг/л или 5,4 ПДК для вод рыбохозяйственных водоемов. Содержание остальных анионов и катионов не превышает норм для вод рыбохозяйственных водоемов.

Таким образом, экологическое обследование вод реки Элегест и притоков в 2016 году показало, что поверхностные воды по минерализации от ультрапресных до пресных (минерализация находится в пределах 0,084-0,275 г/л), по жесткости – очень мягкие и мягкие (общая жесткость составляет 0,5-2,60 мг-экв/л), по химическому составу преимущественно гидрокарбонатные кальциево-натриевые.

В водах реки Элегест и притоков отмечается повышенное содержание нитритов (NO<sub>2</sub>) от 1,3 до 40 ПДК для вод рыбохозяйственного значения.

Известно, что нитриты представляют собой промежуточную ступень в цепи бактериальных процессов окисления аммония (NH<sub>4</sub>) до нитратов (NO<sub>3</sub>) в аэробных условиях (нитрификация) и, напротив, восстановления нитратов до азота и аммиака при недостатке кислорода (денитрификация). Повышенное содержание нитритов указывает на усиление процессов разложения органических веществ в условиях более медленного окисления NO<sub>2</sub> в NO<sub>3</sub>, что свидетельствует о загрязнении водного объекта. Содержание нитритов является важным санитарным показателем [2].

В данном случае, высокое содержание нитритов может быть связано с интенсивным выпасом домашнего скота в пределах поймы реки Элегест. В результате смыва фекалий в поверхностные воды происходит загрязнение их азотсодержащими компонентами. Содержание остальных катионов и анионов не превышает норм для рыбохозяйственных водоемов и водотоков.

Одним из важных моментов в геологическом строении бассейна р. Элегест является присутствие в среднем течении реки серебро–висмут–никель–кобальт–мышьякового Хову-Аксинского месторождения, которое оказывает влияние на гидрохимическое состояние поверхностных и подземных вод бассейна реки.

С 1970 по 1991 год месторождение разрабатывалось. Добыча арсенидно-кобальтовой руды составляла от 38 до 75 тыс. тонн в год. В настоящее время комбинат «Тувакобальт» является федеральной собственностью и находится в Госрезерве. В ходе разработки месторождения были созданы 5 карт – отстойников и 30 траншейных хвостохранилищ, где размещались отходы горно-металлургического комбината. Отстойники были обвалованы и изолированы от грунтовых вод. На текущий момент 3 карты-отстойника остались не закрытыми.

Отходы представляют собой хвосты тонко измельченной переработанной руды. В результате неполного извлечения из руд полезных компонентов в хвостохранилищах скопилось:

4 тыс. тонн кобальта и никеля при содержании 0,066 – 0,17%,

2 тыс. тонн меди – 0,3-0,6%,

висмута – 0,2 тонны – 0,014-0,022%,

сурьмы – 0,2 тонны – 0,015%,

серебра – 100 тонн (60 г/т)

мышьяка – 75 тыс. тонн при содержании 3,3%.

Все эти химические элементы способны образовывать токсичные соединения.



Таблица 1

## Гидрохимический состав вод реки Элегест, 2016 г.

Номер пробы	Место отбора пробы воды	Дата отбора	Минерализация, г/л	рН	Анионы, мг/л					Катионы, мг/л					Жесткость общая, мг-экв/л
					HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	(Na+K) <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Fe общее	
Проба № 1	верховье реки Элегест	Июнь 2016 г	0,179	6,67	122,0	3,24	0,18	0,55	0,84	14,03	4,86	27,04	0,4	0,0	1,1
Проба № 2	выше поселка Сайлыг	Июнь 2016 г	0,180		122,0	2,97	0,35	0,71	0,66	20,04	2,43	25,15	0,08	0,0	1,2
Проба № 3	в поселке Сайлыг	Июнь 2016 г	0,180		115,9	7,65	0,15	0,06	0,77	14,03	1,22	33,82	0,08	0,05	0,8
Проба № 4	ниже пгт. Хову-Аксы	Июнь 2016 г	0,197		122,0	4,34	0,83	3,20	0,64	14,03	3,65	36,55	0,08	0,0	1,0
Проба № 5	перед слиянием с р. Унгеш	Июнь 2016 г	0,145		97,60	2,65	0,12	0,43	0,74	10,02	4,86	21,48	0,80	0,025	0,9
Проба № 6	поселок Чал-Кежиг у моста	Июнь 2016 г	0,159	8,02	103,7	5,48	0,153	0,11	1,24	12,02	3,65	26,07	0,08	0,05	0,9
Проба № 7	ниже слияния с р. Межегей	Июнь 2016 г	0,220	7,89	140,3	10,50	8,86	0,11	1,67	40,08	7,29	4,20	0,26	0,02	2,60

В существующих открытых картах-накопителях изоляционный материал нарушен, отходы размываются дождями и талыми водами, выдуваются ветром, загрязняя окружающую среду – почвы, поверхностные и подземные воды.

По данным Гидрогеологической партии ТГРЭ, ведущей режимные наблюдения за химическим составом поверхностных и подземных вод в районе пос. Хову-Аксы, в аллювиальных (подземных) водах (пойма р. Элегест, колодец в устье лога, в котором расположены хвостохранилища) в 2016 году отмечалась минерализация до 1,44 г/л (воды солоноватые), содержание аммоний-иона достигало 4,53 мг/л (3,02 ПДК), магния – до 60,76 мг/л (1,22 ПДК), марганца – до 1,4468 мг/л (14,47 ПДК), нефтепродуктов – до 0,83 мг/л (8,3 ПДК). Концентрация мышьяка достигала 0,019 мг/л (1,9 ПДК), что выше уровня прошлых лет [3]. В настоящее время карты-накопители комбината «Тувакобальт» являются экологически опасным объектом в пределах республики.

Говоря об особенностях химизма бассейна реки Элегест, нельзя не сказать об источнике «Хурегечи», расположенного в долине реки Дувелиг, правого притока р. Элегест (рис. 2). Выходы подземных вод приурочены к тектоническому контакту эффузивных пород кендейской свиты нижнего девона ( $D_1$  kn) и соленосных осадочных пород эйфельского яруса среднего девона ( $D_2$  e), в правом борту долины р. Дувелиг.

Аржаан выходит в тальвеге ассиметричного лога, левый борт более пологий ( $7 - 10^\circ$ ), правый – крутой. В правом борту - скальные выходы коренных пород (известняки). Дно лога относительно плоское, ширина его 10-12 м, сложено светло-серыми, голубовато-серыми пластичными глинами, сильно щебенистыми, с включением обломков коренных пород. Поперек лога фиксируется уступ (вероятно, тектонический) высотой 30-40 см, ниже которого начинается заболоченный участок и рассредоточенный выход подземных вод. В непосредственном месте выхода вода солёная на вкус, с запахом и привкусом сероводорода.

Ниже по логу вдоль правого борта на расстоянии около 50 м наблюдается рассредоточенный пластовый выход подземных вод. К левому борту прижимается заметно выраженное русло ручья с глубиной вреза 0,5–1,0 м. Расход ручья – 0,2 л/с. Температура воды -  $+10^\circ$  С. В ручье вода прозрачная, без цвета, без запаха, слабосоленоватая на вкус.

Примерно в 150 м ниже выхода подземных вод источник каптирован длинным деревянным желобом, расход струи из желоба – 0,1 л/с. Ниже по тальвегу лога водотока нет.

По химическому составу воды хлоридно-натриевые, солоноватые (левый выход родника,  $M = 3,62$  г/л) и солёные (центральный и правый рассредоточенные выходы,  $M = 4,74$  и  $5,56$  г/л соответственно), очень жесткие ( $18,6 - 33,6$  мг-экв/л), с pH - 6,8-7,9. Воды родника используются местными жителями как лечебные.

Анализируя вышеизложенный материал, можно сделать выводы, что поверхностные и подземные воды бассейна реки Элегест испытывают антропогенную нагрузку. Источниками загрязнения поверхностных вод является сельскохозяйственная деятельность, подземных вод – горно-добывающая.

Учитывая, что реки Элегест и Верхний Енисей являются рыбохозяйственными объектами высшей категории, и возрастающую техногенную нагрузку в пределах бассейна реки (угледобывающее предприятие «Межегейуголь»), необходимо проводить ежегодный мониторинг гидрохимического состояния реки Элегест.

### **Библиографический список**

1. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. 1986 г. Том I, РСФСР, Вып. 12., Бассейн Енисея (без Ангары) и Пясины. Обнинск, ВНИИГМИ – МЦД, 1988. – 350 с.
2. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справочные материалы / под ред. Т.В. Гусевой. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2007. – 192 с. – (Высшее образование).
3. Никитина И.С. Отчет о результатах работ по объекту «Ведение наблюдений на пунктах наблюдательной сети за опасными экзогенными геологическими процессами и подземными водами, камеральная обработка и подготовка материалов для оценки состояния недр по территории Республика Тыва». – Кн.1. – Кызыл, 2016. – 2005 с.

### **Bibliograficheskiy spisok**

1. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. 1986 г. Том I, РСФСР, Вып. 12., Бассейн Енисея (без Ангары) и Пясины. Обнинск, ВНИИГМИ – МЦД, 1988. – 350 с.
2. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справочные материалы / под ред. Т.В. Гусевой. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2007. – 192 с. – (Высшее образование).
3. Никитина И.С. Отчет о результатах работ по объекту «Ведение наблюдений на пунктах наблюдательной сети за опасными экзогенными геологическими процессами и подземными водами, камеральная обработка и подготовка материалов для оценки состояния недр по территории Республика Тыва». – Кн.1. – Кызыл, 2016. – 2005 с.

**Кальная Ольга Ивановна** – кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории Геодинамики, магматизма и рудообразования Тувинского института комплексного освоения природных ресурсов СО РАН.

**Kalnaya Olga** – the candidate of geographical Sciences, senior researcher of the laboratory of Geodynamics, magmatism and ore formation of Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (TuvIENR SB RAS), Kyzyl, E-mail: kalnaja@mail.ru

**Аюнова Ольга Дмитриевна** – научный сотрудник лаборатории Математического моделирования Тувинского института комплексного освоения природных ресурсов СО РАН.

**Ayunova Olga** – Researcher of the Laboratory of Mathematical Modeling of Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (TuvIENR SB RAS), Kyzyl, ayunova@inbox.ru