

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕКИ ТУЗЛУККОЛЬ (БАСЕЙН РЕКИ УРАЛ, ОРЕНБУРГСКАЯ ОБЛАСТЬ)

© 2018

Шайхутдинова Анастасия Анатольевна, кандидат технических наук,
старший преподаватель кафедры экологии и природопользования
Оренбургский государственный университет (г. Оренбург, Российская Федерация)

Немцева Наталия Вячеславовна, доктор медицинских наук, профессор,
заведующий лабораторией водной микробиологии

Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН (г. Оренбург, Российская Федерация)

Аннотация. В статье представлены гидрографические и гидрологические характеристики малой реки Тузлукколь (Беляевский район, Оренбургская область), характеризующейся градиентом минерализации и динамичностью гидрологического и гидрохимического режима в пределах ландшафтно-ботанического памятника природы «Соленое урочище Тузлукколь». Изученный участок реки и прилегающая территория в теплый период года подвергаются значительному антропогенному воздействию. По результатам исследования установлено, что в составе воды реки Тузлукколь концентрации ионов кальция, магния, натрия, хлорид-, сульфат-ионов значительно колеблется, что свидетельствует о сформировавшемся природном градиенте минерализации. В целом вода из реки Тузлукколь относится к хлоридному классу с преобладанием катионов натрия со значениями минерализации свыше 1000 мг/л. Впервые получены данные о таксономическом составе фауны макрозообентоса на территории «Соленого урочища Тузлукколь». Фауна макрозообентоса на изучаемом участке представлена 12 видами беспозвоночных. Наибольшего фаунистического разнообразия достигают личинки амфибиотических насекомых: двукрылые (7 видов), поденки (1 вид), клопы (3 вида), ракообразные (1 вид). В соленых водоемах аридных зон поддерживаются специфические условия для развития эвригалинных донных сообществ. Исследования проводились мае, июле и октябре 2017 года.

Ключевые слова: экологическое состояние реки; малая река; река Тузлукколь; макрозообентос; ландшафтно-ботанический памятник природы; Беляевский район; Оренбургская область; особо охраняемая природная территория; «Соленое урочище Тузлукколь»; общая минерализация; химический тип воды; гидробиоценозы; гидробионты.

Введение

В условиях тотального антропогенного груза поверхностные водные объекты являются чувствительным компонентом экологической системы. Без тщательного контроля за их состоянием невозможно предупредить возникновение неблагоприятных экологических ситуаций. Особого внимания заслуживают малые реки, протекающие по аридным территориям, где каждый водоем приобретает жизненно важное значение.

Малую реку вскрывает и дренирует незначительное количество подземных водоносных горизонтов [1, с. 37], что определяет существенно меньшую водность и повышенную реакцию на сезонные изменения климатических условий. Также отмечено, что водоемы данного типа реагируют на любое антропогенное воздействие [2, с. 115].

Река Тузлукколь протекает по территории Российской Федерации в Оренбургской области в Беляевском районе [3, с. 19]. Эта река относится к гидрологической сети участка «Буртинская степь» государственного заповедника «Оренбургский», основанного в 1989 году, а также к Уральскому бассейновому округу. Устье реки Тузлукколь располагается в 1500 км от левого берега реки Урал [4, с. 116]. Основные гидрографические и гидрологические характеристики реки представлены в таблице 1.

Протяженность реки составляет 20 км, что в совокупности с особенностями географического расположения и площадью бассейна (около 2 тыс. км²) в соответствии с современной классификацией позволяет отнести ее к категории «малые реки» [2, с. 23]. В зависимости от рельефа бассейна Тузлукколь относится к равнинным рекам.

Таблица 1 – Гидрографические и гидрологические показатели реки Тузлукколь

№	Показатели	Значения
Характеристика		
1	Длина	20 км
Водоток		
2	Координаты	Исток: 51°13'45" с.ш., 56°40'18" в.д. Устье: 51°23'02" с.ш., 56°37'50" в.д.
3	Устье	Урал
4	Местоположение устья	1500 км по левому берегу
Расположение		
5	Водная система	Урал → Каспийское море
6	Страна	Россия
7	Регион	Оренбургская область
8	Район	Беляевский район

Уникальность экосистемы реки заключается в том, что, беря исток из родника Кайнар, она протекает по урочищу Тузлукколь, сложенному кунгурскими гипсами и солями. В результате формируются особые природные условия градиента минерализации, что является одним из основных экологических факторов, влияющим на особенности экологии водоема [5, с. 4]. На территории урочища скопились значительные запасы лечебных грязей, которые применяются туристами для самолечения широкого спектра заболеваний, что формирует значительный уровень антропогенного груза.

Для осуществления мониторинга за экологическим состоянием данного водотока необходимо изначальное определение экологического статуса реки

Тузлукколь. Все это определяет актуальность, новизну и практическую направленность данной работы.

Целью исследования явилось определение гидрохимических показателей качества воды реки Тузлукколь, а также оценка видового разнообразия сообществ макрозообентоса.

Материал и методика исследований

Для проведения экологических исследований были отобраны пробы воды из реки Тузлукколь на территории «Соленого урочища». Урочище располагается на расстоянии 11 км от истока реки Тузлукколь. «Соленое урочище Тузлукколь» представляет собой лугово-болотный солончак, поросший растениями галофитами, такими как кермек кустарниковый (*Limonium fruticans* Kuntze), кокпек (*Atriplex cana* С.А. Мей), сарсазан (*Halocnemum* sp.), солонечник эстрагоновидный (*Galatella dracunculoides* (Lam.) Nees), солерос травянистый (*Salicornia europaea* L.) и т.п. «Соленое урочище Тузлукколь» рассматривается в качестве хорошо сохранившегося эталонного участка солончакового ландшафта общей площадью 28 га. Из негативных факторов, оказывающих существенное влияние на изучаемую территорию, можно отметить антропогенную нагрузку в результате нерегулируемого применения туристами грязей и высокоминерализованной воды из реки с целью самолечения, а также выгул домашнего скота на территории

«Соленого урочища» и очень низкая скорость течения [6, с. 66].

Для проведения исследований были заложены станции отбора проб:

1. Станция 1 – 10 м выше по течению реки Тузлукколь до фонтанирующих скважин.
2. Станции 2, 3 – фонтанирующие скважины.
3. Станция 4 – 500 м выше по течению реки Тузлукколь до «Соленого урочища».
4. Станция 5 – минеральный источник.
5. Станция 6 – 500 м ниже по течению реки Тузлукколь после «Соленого урочища».

Отбор проб воды был проведен по ГОСТу 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб» [7]. Для проведения оптимальной оценки качества поверхностных водных объектов на территории Российской Федерации существуют единые критерии, которые отражены в СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» [8].

Отбор и обработка образцов грунта реки Тузлукколь на исследуемой территории производили в мае, июле и октябре 2017 года. Сбор количественных образцов бентоса осуществляли дночерпателем Экмана-Берджи на тресе с площадью захвата 1/100 м² [9, с. 15]. Всего собрано и обработано 33 пробы.

Обработку и фиксирование образцов грунта проводили по стандартным методикам [10, с. 26]. Характеристика местоположения станций представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Некоторые гидрографические и гидрологические показатели ландшафтно-ботанического памятника природы «Соленое урочище Тузлукколь» и местоположение станций отбора проб

№ станции	Координаты	Местоположение	Глубина в месте отбора проб, м	Ширина, м	Скорость течения, м/с	Характер грунта
1	51,28540° с.ш., 56,60370° в.д.	10 м выше по течению реки Тузлукколь до фонтанирующих скважин	0,1	1,2	0,2	илистый с растительными остатками
2	51,28570° с.ш., 56,60350° в.д.	фонтанирующая скважина	0,1	0,5	0,05	илистый
3	51,28580° с.ш., 56,60350° в.д.	фонтанирующая скважина	0,05	0,2	0,1	каменистый
4	51,28410° с.ш., 56,60600° в.д.	500 м выше по течению реки Тузлукколь до «Соленого урочища»	0,2	2,5	0,2	каменистый
5	51,28720° с.ш., 56,60390° в.д.	минеральный источник	0,4	0,3	0,1	каменисто-песчаный
6	51,28830° с.ш., 56,60440° в.д.	500 м ниже по течению реки Тузлукколь после «Соленого урочища»	0,4	4,0	0,1	илистый с большим количеством растительных остатков

Бентос изучали в фиксированном состоянии с использованием световых микроскопов марки МБС-2 и Standart-25 (Carl Zeiss) и определяли по возможности до вида или более крупных таксономических рангов [10, с. 22] с использованием определителей [11–17].

Статистическую обработку данных осуществляли с помощью процессора электронных таблиц MS Excel 7.0 for Windows.

Результаты исследований и их обсуждение

Выявлены особенности гидрохимических показателей, вероятно формирующиеся под влиянием географических особенностей расположения русла реки. Гидрохимические данные представлены в таблице 3. Водородный показатель для исследуемых проб в основном был нейтральным, однако на станции 3 он менялся в сторону слабо кислого (рН 6,8), с по-

следующим отклонением в сторону слабо щелочного (станция 4 – рН 8,6; станция 6 – рН 8,2). Содержание фосфатов в воде на всех станциях было достаточно низким. Концентрация веществ азотной группы (ион аммония, нитрит- и нитрат-ион) не превышала значений 0,1 и 0,02 мг/л соответственно, что свидетельствует о хорошем санитарном состоянии исследуемого водоема.

Обращают на себя внимание результаты оценки общей минерализации воды. Довольно высокие показатели вполне объяснимы, поскольку река Тузлукколь на изученном участке пересекает выходы солей. На данной территории находятся минеральные источники и две фонтанирующие скважины, обуславившие формирование гидроморфного засоленного урочища. Вода из минеральных источников и самоизливающихся скважин поступает в реку Тузлукколь, что изменяет уровень общей минерализации [5, с. 3].

Таблица 3 – Результаты лабораторных испытаний качества воды реки Тузлукколь

Наименование показателя	Номер станции					
	1	2	3	4	5	6
pH	7,9	7,7	6,8	8,6	7,5	8,2
Нитрат-ион, мг/л	0,5	менее 0,1	менее 0,1	менее 0,1	менее 0,1	менее 0,1
Ион аммония, мг/л	менее 0,1	менее 0,1	менее 0,1	менее 0,1	менее 0,1	менее 0,1
Нитрит-ион, мг/л	менее 0,02	менее 0,02	менее 0,02	менее 0,02	менее 0,02	менее 0,02
Фосфат-ион, мг/л	0,075	0,078	0,068	0,089	0,072	0,102
Общая минерализация, г/л	34,16	24,65	278,48	1,60	3,85	6,96

Используя классификацию природных вод, приведенную в ГОСТ Р 54316-2011 (табл. 4), вода исследуемых участков реки может быть ранжирована по уровню минерализации. Вода в пробах со станций 4 (500 м выше по течению реки Тузлукколь до «Соленого урочища») при общей минерализации 1,60 г/л соответственно, отнесена к слабоминерализованной, со станции 5 (минеральный источник) (3,85 г/л) – маломинерализованной, тогда как со станции 6 (500 м ниже по течению реки Тузлукколь после «Соленого урочища») (6,96 г/л) – среднеминерализованной. Что касается проб воды со станций 1 (10 м выше по течению реки Тузлукколь до фонтанирующих скважин), 2 и 3 (самоизливающиеся скважины), то по уровню минерализации 34,16 г/л, 24,65 г/л и 278,48 г/л, соответственно, они отнесены к высокоминерализованным водам.

Таблица 4 – Классификация природных вод (ГОСТ Р 54316-2011)

Классификация минеральных вод	Нормы минерализации, г/дм ³
Пресная	от 0 до 1 включительно
Слабоминерализованная	от 1 до 2 включительно
Маломинерализованная	от 2 до 5 включительно
Среднеминерализованная	от 5 до 10 включительно
Высокоминерализованная	от 10 до 15 включительно

Следует отметить, что в настоящее время среди ученых-исследователей нет единого мнения о принципиальном подразделении природных вод по значению общей минерализации [18, с. 1024]. Используя Венецианскую классификацию природных вод по их солёности, принятую на Международном лимнологическом конгрессе (Венеция, Италия, 1958) [19, с. 22] (табл. 5), воды со станций 1, 2 и 6 можно отне-

сти к олигогалинным, со станции 3 – к полигалинным, со станций 4 и 5 – к пресным.

Таблица 5 – Классификации природных вод (Венецианская система)

Классификация минеральных вод	Нормы минерализации, г/л
пресные	от 0 до 5
миксогалинные	от 5 до 300
олигогалинные	от 5 до 40
мезогалинные	от 5 до 180
полигалинные	от 180 до 300
эугалинные	от 300 до 400
гипергалинные	свыше 400

Зачастую химический тип воды природных объектов определяется главными ионами: кальций, магний, натрий, калий и гидрокарбонат-, хлорид- и сульфат-ионы.

Согласно классификации О.А. Алекина, природные воды по химическому составу делятся по преобладающему аниону на три класса:

- 1 – гидрокарбонатные и карбонатные;
- 2 – сульфатные;
- 3 – хлоридные [19, с. 30].

Результаты определения доминирующих анионов представлены на рисунке 1. Из представленных на диаграмме данных видно, что доминирующими во всех станциях отбора проб воды является хлорид-ион, следовательно, согласно вышеприведенной классификации О.А. Алекина, изучаемые воды относятся к хлоридным.

Каждый класс природных вод подразделяется по преобладающему катиону на три группы: кальциевую, натриевую, магниевую. Результаты определения доминирующих катионов представлены на рисунке 2.

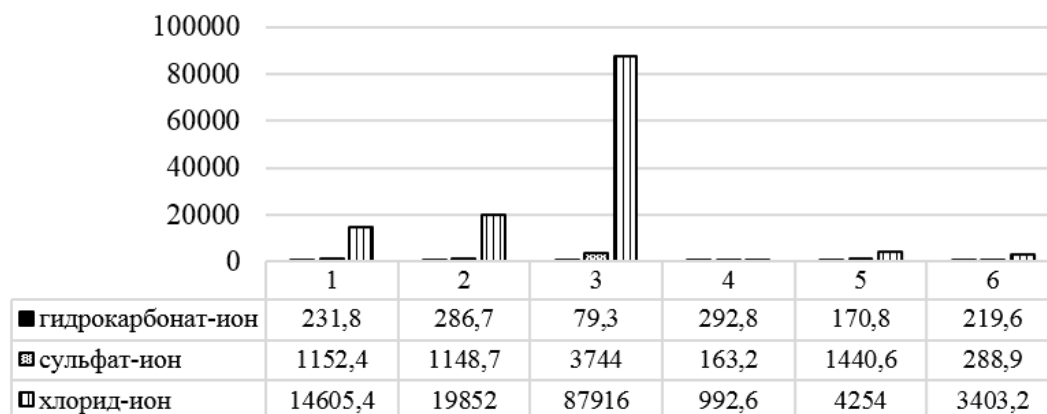
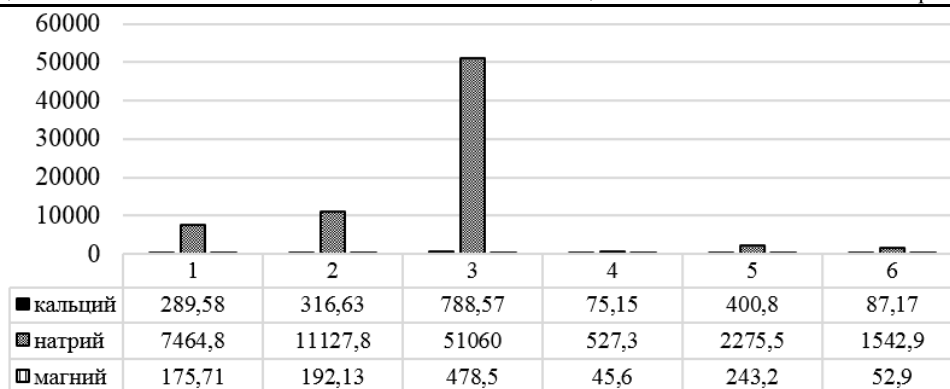


Рисунок 1 – Концентрация гидрокарбонат-, сульфат- и хлорид-ионов в воде реки Тузлукколь

**Рисунок 2** – Концентрация ионов кальция, натрия и магния в воде реки Тузлукколь

На основе полученных данных по концентрациям ионов кальция, натрия и магния можно сделать вывод о том, что исследуемая вода из реки Тузлукколь по доминирующему катиону относится к натриевой группе. Следует отметить, что речные воды хлоридного класса сравнительно малочисленны и встречаются в засушливых районах преимущественно в степных районах и полупустынях.

В природных водах хлоридного класса с минерализацией свыше 1000 мг/л доминирующими являются ионы натрия [20, с. 35].

Дополнительно было проведено исследование видового состава макрозообентоса на территории «Соленого урочища».

На исследуемом участке реки сообщества донных беспозвоночных представлены 12 видами, среди которых доминируют двукрылые (7 видов), поленки (1 вид) и клопы (3 вида) (табл. 6).

Таблица 6 – Таксономический состав и распределение макрозообентоса в реке Тузлукколь в пределах ландшафтно-ботанического памятника природы «Соленое урочище»

Таксон	Номер станции					
	1	2	3	4	5	6
Malacostraca						
<i>Gammarus (R.) lacustris</i> Sars, 1863			+			
Insecta						
Ephemeroptera						
<i>Nigrobaetis pumilus</i>			+			
Heteroptera						
<i>Sigara lateralis</i> (Leach, 1817)						+
<i>Sigara</i> sp.						+
<i>Cymatia coleoprata</i>						+
Diptera						
Chironomidae						
<i>Chironomus salinarius</i> (Kieffer, 1915)	+					+
<i>Chironomus aprilinus</i> (Meigen, 1838)						+
<i>Chironomus plumosus</i> (Linne, 1758)						+
<i>Chironomus halophilus</i> (Kieffer, 1913)	+					+
Ceratopogonidae						
<i>Serromyia</i> sp.		+	+			+
<i>Dasyhelea</i> sp.						+
Ephydridae						
<i>Ephydra</i> sp.		+				

Отряд двукрылых насекомых характеризуется преобладанием видов из семейства *Chironomidae* – 4 вида: *Chironomus salinarius*, *Ch. aprilinus*, *Ch. plu-*

mosus, *Ch. halophilus*, характерные для соленых и солоноватых местообитаний (станция 6). Среди двукрылых также встречаются следующие семейства: Ceratopogonidae, Dasyheleinae, Ephydridae. Среди камней на станции 4 обнаружены высшие раки (вид *Gammarus lacustris* Sars) и личинки поленок (вид *Nigrobaetis pumilus*) из семейства Baetidae. Личинки клопов принадлежат семейству Corixidae и представлены тремя видами *Sigara lateralis*, *Sigara* sp., *Corixidae coleoprata*. В условиях градиента минерализации поддерживаются специфические условия для развития эвригалинных донных сообществ.

Донные сообщества на территории организованных станций представлены 2–7 видами. Максимальным числом видов характеризуется станция 6, где было обнаружено 7 видов.

На изучаемом участке численность представителей бентоса колеблется от 62 экз./м² на станции 4 до 9300 экз./м² на станции 6, а биомасса – от 0,06 г/м² (станция 3) до 19,27 г/м² (станция 6). В указанном диапазоне реки Тузлукколь доминируют личинки из семейства *Chironomidae*, составляющие 73,9% от суммарной численности гидробионтов и 85,0% от суммарной биомассы.

Таким образом, в экологическом отношении донная фауна реки Тузлукколь в пределах ландшафтно-ботанического памятника природы «Соленое урочище» представлена эвригалинными видами беспозвоночных, обитающих в градиенте минерализации, что представляет значительный интерес с точки зрения сохранения биоразнообразия.

Выводы

По результатам проведенных исследований было установлено, что в составе воды реки Тузлукколь преобладает содержание кальция, магния, натрия, хлорид-, сульфат-ионов. В целом вода из реки Тузлукколь относится к хлоридному классу с преобладанием катионов натрия при минерализации свыше 1000 мг/л. Отмечено, что в летний период года водоток испытывает высокий уровень антропогенной нагрузки, что неблагоприятно отражается на экологическом состоянии исследуемой территории.

Представленные материалы получены впервые и могут быть применены как отправные при масштабном экологическом мониторинге рек Оренбургской области. Это актуально с точки зрения инвентаризации биологического разнообразия водоемов, а также эффективного использования и охраны природных ресурсов.

Список литературы:

1. Биоиндикация экологического состояния равнинных рек / под ред. чл.-корр. РАН О.В. Бухарина и чл.-корр. РАН Г.С. Розенберга. М: Наука, 2007. 403 с.
2. Особенности пресноводных экосистем малых рек Волжского бассейна / под ред. Г.С. Розенберга, Т.Д. Зинченко. Тольятти: Кассандра, 2011. 322 с.
3. Гидробиология реки Урала / под общ. ред. Б.С. Драбкина. Челябинск: Южно-Уральское книжное издательство, 1971. 103 с.
4. Чибилев А.А., Павлейчик В.М., Чибилев А.А. (мл.) Природное наследие Оренбургской области: особо охраняемые природные территории. Оренбург: УрО РАН, Печатный дом «Димур», 2009. 328 с.
5. Яценко-Степанова Т.Н., Игнатенко М.Е., Немцева Н.В. Альгофлора разнотипных водоемов ландшафтно-ботанического памятника природы «Соленое урочище Тузлукколь» (Оренбургская область) // Растительный мир Азиатской России. 2014. № 2 (14). С. 3–8.
6. Игнатенко М.Е., Яценко-Степанова Т.Н., Немцева Н.В. Экологическая характеристика сообществ автотрофных микроорганизмов реки Тузлукколь // Вода: химия и экология. 2014. № 11 (77). С. 62–68.
7. ГОСТ 31861-2012 Вода. Общие требования к отбору проб. М.: Стандартинформ, 2013. 32 с.
8. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод». Утв. главным государственным санитарным врачом РФ Г.Г. Онищенко 22.06.2000 г.
9. Зинченко Т.Д., Головатюк Л.В., Абросимова Э.В. Видовое разнообразие донных сообществ соленых рек в экстремальных природных условиях аридного региона Приэльтона (обзор) // Российский журнал прикладной экологии. 2017. № 1. С. 14–21.
10. Абакумов В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Ленинград: Гидрометеиздат, 1983. 240 с.
11. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 512 с.
12. Кариотипы и морфология личинок трибы Chironomini. Атлас / И.И. Кикнадзе, А.И. Шилова, И.Е. Керкис и др. Новосибирск: Наука, 1991. 115 с.
13. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / под ред. С.Я. Цалолыхина. Т. 3. Паукообразные. Низшие насекомые. СПб.: Наука, 1994. 395 с.
14. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / под ред. С.Я. Цалолыхина. Т. 5. Высшие насекомые. СПб.: Наука, 2001. 825 с.
15. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / под ред. С.Я. Цалолыхина. Т. 2. Ракообразные. СПб.: Наука, 1995. 629 с.
16. Wiederholm T. (Ed.) Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnoses. P. 1 Larvae. Ent. Scand. Suppl. № 19. 1983. 236 p.
17. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / под ред. С.Я. Цалолыхина. Т. 4. Высшие насекомые. Двукрылые. СПб.: Наука, 2000. 997 с.
18. Широкова В.А. Классификации природных вод: прошлое, настоящее, будущее // Вестник Тамбовского университета. 2013. Т. 18, вып. 3. С. 1023–1027.
19. Алейкин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 444 с.
20. Шайхутдинова А.А., Немцева Н.В. Видовое разнообразие сообществ макрозообентоса ландшафтно-ботанического памятника природы «Соленое урочище Тузлукколь» // Микробные симбиозы в природных и экспериментальных экосистемах: материалы III Всерос. молодежной науч. школы-конф. с междунар. участием, 2–6 окт. 2017 г., г. Оренбург, Российская Федерация. Оренбург, 2017. С. 35.

ECOLOGICAL STATE EVALUATION OF THE TUZLUKKOL RIVER (URAL RIVER BASIN, ORENBURG REGION)

© 2018

Shayhutdinova Anastasia Anatolievna, candidate of technical sciences,
senior lecturer of Ecology and Nature Management Department
Orenburg State University (Orenburg, Russian Federation)

Nemtseva Natalia Vyacheslavovna, doctor of medical sciences, professor,
head of Aquatic Microbiology Laboratory

*Institute of Cellular and Intracellular Symbiosis of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences
(Orenburg, Russian Federation)*

Abstract. The paper presents hydrographic and hydrological characteristics of the Tuzlukkol River (Belyaevsky district, Orenburg region), characterized by a gradient of mineralization and dynamics of the hydrological and hydrochemical regime within landscape-Botanical nature monument “Salt urochishche Tuzlukkol”. The studied section of the river and the surrounding area in the warm season are exposed to significant anthropogenic impact. The results of the study found that in the composition of the water in the Tuzlukkol River the concentration of ions of calcium, magnesium, sodium, chloride, sulfate ions varies considerably, which indicates a formed natural gradient of salinity. In general, the water from the Tuzlukkol River refers to a chloride class, with a predominance of sodium cations with salinity values more 1000 mg/L. It's the first time data on the taxonomic composition of macrozoobenthos fauna in a landscape-Botanical nature monument “Salt urochishche Tuzlukkol” have been obtained. Fauna, macrozoobenthos on the area under study is represented by 12 species of invertebrates. Larvae of amphibiotic insects: diptera (7 species), podenki (1 species), bedbugs (3 species), crustaceans (1 species) reach the greatest faunal diversity. The salty water of arid zones supports specific conditions for the development of the euryhaline benthic communities. The studies were conducted in May, July and October 2017.

Keywords: ecological status of the river; small river; the Tuzlukkol River; macrozoobenthos; landscape and Botanical nature monument; Belyaevsky district; Orenburg region; specially protected natural area; «Salt urochishche Tuzlukkol»; general mineralization; chemical type of water; hydrobiocenoses; aquatic organisms.