

УДК 556.531(470.56):574.58:504

## Межсезонная динамика гидрохимических и гидробиологических показателей минерализованной реки Тузлукколь (Оренбургская область) под влиянием природных и антропогенных факторов

Шайхутдинова А. А.

Оренбургский государственный университет  
Оренбург, Россия  
varvarushka@yandex.ru

Река Тузлукколь (Беляевский район, Оренбургская область) является равнинной рекой с градиентом минерализации от 0,09 ‰ на пресном участке до 41,9 ‰ на солёном. Проведена оценка и анализ ежедневно-ежедекадной динамики некоторых гидрохимических показателей (водородный показатель, минерализация воды, содержание растворённого кислорода) и сезонная динамика химического состава в пределах солёного участка реки – памятника природы регионального значения «Тузлуккольские грязи». Впервые проведены исследования ежедневно-ежедекадной динамики численности и биомассы макрозообентоса под влиянием природных и антропогенных (интенсивный туризм) факторов в пределах памятника природы. Показано, что изучаемые воды относятся к хлоридно-натриевому типу с изменяющимся уровнем минерализации: от олигогалинных – в апреле и октябре, до эугалинных и гипергалинных – с середины июля до середины сентября. Установлено, что по численности и биомассе доминируют галофильные личинки *Chironomus salinarius*, для которых содержание растворённого кислорода в придонном горизонте водоёма не является средообразующим фактором. Единично в составе бентоценозов отмечены: *Microchironomus deribae* (Diptera: Chironomidae), *Ephydra pseudomurina* (Diptera: Ephydriidae), *Sigara assimilis*, *Sigara* sp. (Insecta: Heteroptera), *Berosus (Enoplurus) spinosus* (Insecta: Coleoptera). Показано, что нестабильность грунтов в период интенсивного туризма ведёт к снижению численности, биомассы и удельной продукции беспозвоночных в 10,4, 7,6 и 3,9 раза соответственно.

**Ключевые слова:** минерализованная река, Тузлуккольские грязи, биологическое разнообразие, структура бентоценоза, динамика.

### ВВЕДЕНИЕ

Солёные реки являются достаточно редкими типами гидроэкосистем в аридной зоне юга России. Минерализованные гидроэкосистемы имеют специфические особенности функционирования биоты, связанные с воздействием природных и антропогенных факторов (Boyle, Fraleigh, 2003; Nielsen, Brock, Rees, Baldwin, 2003; Gallardo, Dolédec, Paillex, Arcsott, Sheldon, Zilli, Mérigoux, Castella, Comín, 2014). Снижение количества видов, биологического разнообразия и структурные изменения сообществ бентоса с увеличением уровня минерализации воды характерны для солёных водоёмов и водотоков разных регионов мира (Шадрин, 2013; Williams, 1987; Williams, 1998; Metzeling, Doeg, O'Connor, 1995; Halse, Pearson, McRae, Shiel, 2000; Nielsen, Brock, Rees, Baldwin, 2003). Вместе с тем, практически не изученными остаются солёные реки, хотя мезо- и гипергалинные речные системы представляют значительный интерес в плане динамики изменений гидрохимических и гидробиологических показателей.

На территории Оренбургской области протекает малая река Тузлукколь, которая характеризуется градиентом минерализации. Уникальность реки Тузлукколь состоит в наличии солёного участка, который, с одной стороны, является источником образования органоминеральной грязи, обладающей высокой бальнеологической ценностью, а с другой – формирует специфическую адаптивную зону, которую населяют макробеспозвоночные с высокой способностью к осморегуляции (Cañedo-Argüelles, Kefford, Piscart, Prat, Schäfer, Schulz, 2013).

Наиболее распространённой и приспособленной к обитанию в минерализованных поверхностных водных объектах группой донных беспозвоночных являются хирономиды. Однако интерес представляет изменение гидрохимических показателей воды в условиях повышенной солёности, а также влияние туризма на продукционные характеристики хирономид. Поэтому целью исследования является изучение межсезонной динамики гидрохимических показателей в минерализованной реке Тузлукколь под влиянием природных и антропогенных (интенсивный туризм) факторов среды и их воздействия на состав и структуру сообществ макрозообентоса.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Отбор качественных и количественных образцов грунта производили еженедельно с апреля по октябрь 2018 года в медали реки Тузлукколь на двух биотопически сходных станциях в пределах памятника природы регионального значения «Тузлуккольские грязи» (табл. 1). На станции 1 отмечался интенсивный туризм в летний период года, станция 2 располагается ниже по течению реки Тузлукколь, купание здесь не осуществлялось.

Таблица 1

Местоположение станций отбора проб на реке Тузлукколь в пределах памятника природы регионального значения «Тузлуккольские грязи»

№ станции отбора проб	Координаты	Удаленность от истока, км	Глубина в месте отбора проб, м	Ширина реки, м	Скорость течения, м/с	Характер грунта	Антропогенная нагрузка
1	51°28'66" с. ш., 56°60'36" в. д.	10	0,4	22,5	0,01	Илистый с большим количеством растительных остатков	+
2	51°28'83" с. ш., 56°60'44" в. д.	11	0,5	17,0	0,01		-

Отбор образцов бентоса с илистых грунтов производили автоматическим коробчатым дночерпателем ДАК-100 на стальном тросе с площадью захвата 1/100 м<sup>2</sup> в трёхкратной повторности с последующим пересчётом отобранных организмов на 1 м<sup>2</sup>. Отбор, фиксирование и обработку бентосных проб проводили по действующим гидробиологическим методикам (Абакумов, 1983). Бентос изучали в фиксированном состоянии с использованием световых микроскопов МБС-2 и Standart-25 (Carl Zeiss). Для определения постоянного веса личинок выдерживали в 4 %-ом растворе формальдегида в течение трёх месяцев, обсушивали на фильтровальной бумаге до исчезновения влажного пятна, измеряли и взвешивали на аналитических весах HR-100AZG (Головатюк, Зинченко, 2015). Всего собрано и обработано 40 проб.

Продукционные показатели *Chironomus salinarius* рассчитывали с использованием литературных данных (Голубков, 2000; Балущкина и др., 2007) и данных, полученных в результате проведённого исследования. Суточную продукцию личинок ( $P$ , мг/м<sup>2</sup>×сут.) рассчитывали по уравнению, описывающему зависимость скорости роста от массы тела

(Балушкина и др., 2007) для хирономид гипергаптинных озёр Крыма, и их средней численности:

$$P = (0,08W^{1,071})N,$$

где:  $W$  – средняя масса тела личинок хирономид, мг;  $N$  – средняя численность, экз./м<sup>2</sup>.

В ходе экспедиционных исследований также были выполнены измерения глубины, ширины, скорости течения и температуры воды в реке. В точках отбора проб с помощью полевых аналитических приборов (МАРК-302М, МАРК 901, МАРК-603/1) проведены измерения общей минерализации, рН воды, содержания растворённого кислорода. Отбор проб воды для определения ионного состава и концентрации биогенных веществ выполняли в мае и октябре 2018 года и анализировали на базе аккредитованной лаборатории ФГБУ Центр агрохимической службы «Оренбургский» (г. Оренбург).

**Характеристика района исследований.** Река Тузлукколь (Беляевский район, Оренбургская область) – типичная равнинная река протяжённостью 20 км. Источником реки является родник Кайнар, который располагается на участке «Буртинская степь» государственного заповедника «Оренбургский». Устье находится на 1500 км по левому берегу реки Урал (Чибилёв, Павлейчик, Чибилёв, 2009).

Ширина русла реки равна 0,5 м в истоке и 25 м в устье. Средняя ширина составляет 5–10 м. Глубина реки изменяется от 0,1 м на перекатах до 3,5 м на плёсах. Площадь водосбора около 2000 км<sup>2</sup>.

Водосборная площадь реки расположена в зоне недостаточного увлажнения. Средняя годовая сумма осадков составляет 250–390 мм, а интенсивность испарения в летнее время достигает 850 мм (Нестеренко, Нестеренко, 2016).

На 9,5 км от истока река Тузлукколь пересекает Тузлуккольский соляной купол (Чибилёв, Павлейчик, Чибилёв, 2009), где наблюдаются выходы родниковых вод (минерализация до 28,9 ‰) и выбурены две самоизливающиеся скважины в послевоенные годы XX века (минерализация 37,9 ‰ и 177,9 ‰), воды из которых поступают в реку и изменяют её уровень минерализации. В результате в долине реки сформировался заболоченный солончаковый участок, обусловивший формирование гидроморфного засоленного урочища (Шайхутдинова, Немцева, 2018). 21 мая 1998 года данная территория была объявлена памятником природы регионального значения «Тузлуккольские грязи» (Распоряжение главы..., 1998; Постановление правительства..., 2015).

Температура воды в реке в пределах памятника природы в течение года колебалась от 4 °С в апреле и октябре до 29 °С в августе.

Исследуемый биотоп в пределах Тузлуккольских грязей представлен чёрными илами – гомогенный мелкодисперсный ил с достаточно большим количеством слаборазложившейся растительности и запахом сероводорода.

В пределах памятника природы берега и сама река Тузлукколь являются рекреационным объектом. В летний период на территории Тузлуккольских грязей одновременно может пребывать более 100 человек, которые принимают минерально-грязевые ванны в лечебных целях.

В виду небольшой площади и расположении на освоенной территории реку Тузлукколь можно отнести к социально-экологической системе, экологическое состояние и устойчивость которой сильно зависит от людей (Биоиндикация экологического..., 2007).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

**Гидрохимическая характеристика.** Для реки Тузлукколь в пределах памятника природы «Тузлуккольские грязи» характерен высокий уровень минерализации воды вследствие пересечения солончакового участка. Солончак имеет геологическое происхождение и связан с близким залеганием к поверхности солей и гипсов кунгурского

яруса перми в ядре соляного купола (Петрищев, 2011). По соотношению главных ионов вода на станциях 1 и 2 в весенний и осенний периоды относилась к хлоридному классу, натриевой группе (табл. 2).

Отмечены повышенная концентрация хлорид- и сульфат-ионов и иона натрия в весенний период на станции 2 по сравнению со станцией 1, что обусловлено дополнительным притоком воды из минерализованного родника (Шайхутдинова, Гоголева, 2019).

Концентрации других химических показателей в воде изменялись в диапазоне: нитрит-анион – 0,017–0,019 мг/дм<sup>3</sup>, нитрат-анион – 0,5–0,7 мг/дм<sup>3</sup>, аммоний ион – 0,32–0,44 мг/дм<sup>3</sup>, фосфат-ион – менее 0,05–0,13 мг/дм<sup>3</sup>, фенол – менее 0,0005 мг/дм<sup>3</sup>, нефтепродукты – 0,027–0,039 мг/дм<sup>3</sup>. Приоритетным загрязняющим веществом на станциях являются фосфат-ионы, концентрация которых превышает предельно-допустимую концентрацию для водоёмов рекреационного назначения в 2,6 раза.

Таблица 2

Гидрохимические показатели качества воды на исследуемых станциях

Показатель	Значение показателя для исследуемых станций, мг/дм <sup>3</sup>			
	Весна		Осень	
	1	2	1	2
Кальций	84,0	86,0	86,4	87,2
Магний	64,8	54,0	60,5	52,9
Натрий	2430,9	2874,9	1617,5	1542,9
Калий	6,9	7,3	6,0	6,0
Хлорид-ион	2756,6	2994,4	3155,6	3403,2
Гидрокарбонат-ион	354,8	335,5	226,4	219,6
Сульфат-анион	244,8	288,0	246,5	288,9
Нитрит-анион	0,019	0,017	0,018	0,018
Нитрат-анион	0,7	0,6	0,7	0,5
Аммоний ион	0,44	0,32	0,41	0,42
Фосфат-ион	0,11	менее 0,05	0,13	0,10
Фенол	менее 0,0005	менее 0,0005	менее 0,0005	менее 0,0005
Нефтепродукты	0,039	0,027	0,037	0,030

В весенний период водородный показатель находился в диапазоне от 6,40 до 7,09, то есть преобладали значения рН, лежащие в области слабокислых и нейтральных вод. В летний и осенний периоды в связи с массовым развитием фитопланктона значения рН составили 7,55–8,54 и вода характеризовалась как слабощелочная (рис. 1а).

Температура воды на уровне 4–6 °С была отмечена в апреле 2018 года, с мая по сентябрь не опускалась ниже 18,5 °С с понижением в октябре до 7 °С (рис. 1б). С повышением температуры воды ухудшаются условия газообмена в поверхностном водном объекте, так как растёт потребность в кислороде.

По сезонам года содержание растворённого кислорода изменялось от достаточного в весенний и осенний периоды (степень насыщения 84,3–98,6 %) до критического летом (степень насыщения 1,5–9,4 %). Дефицит кислорода в водах реки наблюдался с середины июля до середины августа (рис. 1д). При низком уровне растворённого кислорода в воде личинки хирономид могут быть единственными насекомыми, которые могут выжить на дне водной среды обитания (Halpern M., Senderovich Y., 2015).

Минерализация воды значительно изменялась по сезонам года, заметно снижаясь во время паводков и увеличиваясь в летний период за счёт процессов испарения. Так минерализация воды на станциях в период исследований изменялась от 1,5 ‰ до 41,9 ‰, то есть соответствовала олигогалинным водам в апреле и октябре, эугалинным и гипергалинным – с середины июля до середины сентября (рис. 1с).

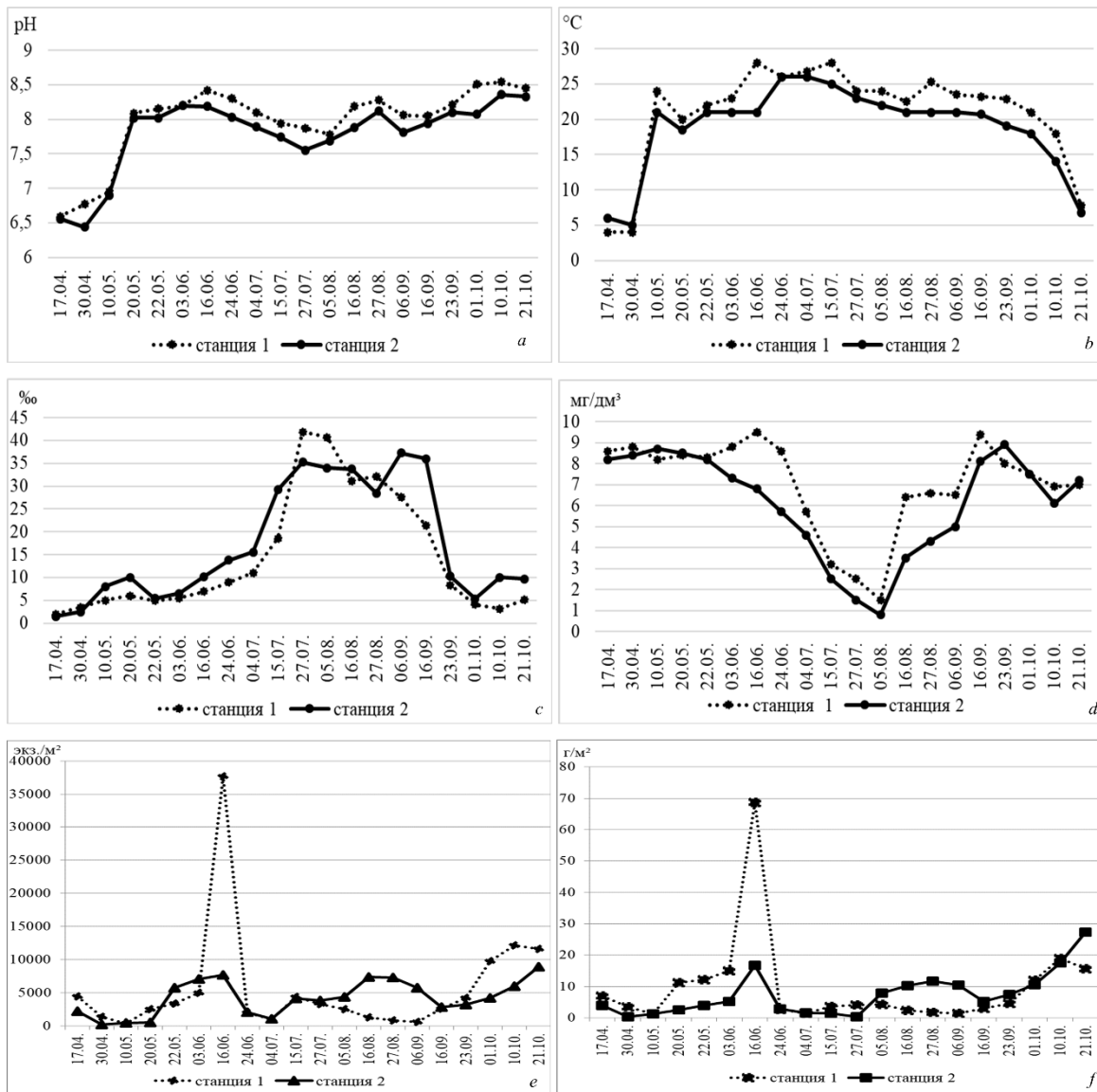


Рис. 1. Ежедекадная динамика гидрохимических и гидробиологических показателей на станциях реки Тузлукколь

*a* – водородный показатель; *b* – температура придонного слоя воды; *c* – общая минерализация; *d* – концентрация растворённого кислорода; *e* – численность беспозвоночных; *f* – биомасса беспозвоночных.

С повышением температуры и уровня минерализации воды коэффициент абсорбции уменьшается и величина достаточного содержания растворённого кислорода снижается. Для водного населения кислород представляет собой решающий фактор, так как значительная часть животных населяет глубины, где света для существования фотосинтезирующих растений недостаточно и дышать приходится за счёт импортного дыхательного субстрата зачастую в условиях острого дефицита (Константинов, 1986).

В целом по результатам гидрохимических исследований вода на станциях реки Тузлукколь имеет сходные характеристики.

**Состав и структура сообществ макрозообентоса.** В исследуемом слабопроточном участке водоёма отмечается минимум видового разнообразия – 6 видов, из которых наибольшим таксономическим разнообразием характеризуются двукрылые (3 вида). Основная причина количественной бедности населения реки в пределах Тузлуккольских

грязей заключается во влиянии повышенной солёности воды, угнетающей типично пресноводных представителей макрозообентоса, и низкая концентрация растворённого кислорода в период летней межени.

В пределах памятника природы в массе отмечены галофильные двукрылые *Chironomus salinarius*. Единично встречаются жуки (*Berosus (Enoplurus) spinosus*), клопы (*Sigara assimilis*, *Sigara* sp.) и мухи-береговушки (*Ephydra pseudomurina*) (табл. 3).

Таблица 3

Распределение видового состава макрозообентоса и экологические группы (ER – эвригалинные, GF – галофильные, GB – галобионты) на станциях реки Тузлукколь

Таксоны	Станции отбора проб		Экологическая группа
	1	2	
Insecta			
Heteroptera			
<i>Sigara assimilis</i> (Fieber, 1848)	+		GF, GB
<i>Sigara</i> sp.	+	+	ER, GF
Coleoptera			
<i>Berosus (Enoplurus) spinosus</i> (Steven, 1878)	+		ER, GF
Diptera			
Chironomidae			
<i>Chironomus salinarius</i> Kieffer, 1915	+	+	ER, GF
<i>Microchironomus deribae</i> (Freeman, 1957)	+	+	ER
Ephydridae			
<i>Ephydra pseudomurina</i> Krivosheina, 1983	+	+	ER, GF

В исследуемом участке равнинной реки Тузлукколь в связи с однообразием встречающихся грунтов отмечалось равномерное распределение бентоса поперёк русла в видовом и количественном отношении.

Донная фауна на станциях представлена эвригалинными и галофильными видами. Всего на станции 1 зарегистрировано 6 видов, на станции 2 – 4 вида. Донные сообщества представлены типичными пелофилами, приуроченными к слабопроточным участкам, заиленным грунтам и зарослям макрофитов. Вдоль береговой линии реки произрастает тростник обыкновенный и характеризуется высоким проективным покрытием (60 %).

На станциях 1 и 2 сформировался монодоминантный комплекс хирономид *Chironomus salinarius* с частотой встречаемости в разные периоды 84,62–100 %. Приуроченность хирономид к обитанию на чёрных илах связана со способностью личинок существовать в анаэробных условиях с насыщением кислорода ниже 30 %. Таким образом, для галофильных личинок *Chironomus salinarius* изменение концентрации растворённого кислорода в придонном горизонте не являлось средообразующим фактором.

Полученные данные о массовом виде *Chironomus salinarius* свидетельствуют о том, что личинки обитают в реке с достаточно большим диапазоном минерализации – от 1,5 ‰ (апрель) до 41,9 ‰ (июль), на глубине 0,5–0,8 м при скорости течения не превышающей 0,01 м/с, на черных илах в условиях острого дефицита кислорода в период летней межени. Максимальная плотность личинок III и IV возрастов первой летней генерации зарегистрирована на станции 1 16 июня 2018 года и составила 37,7 тыс. экз./м<sup>2</sup>.

Эвригалинные личинки *Chironomus salinarius* свободно передвигаются в толще илового биотопа реки Тузлукколь, что является приспособительной поведенческой реакцией особей к обитанию в солёных водах (Zorina, Istomina, Kiknadze, Zinchenco, Golovatyuk, 2014).

Сезонная динамика численности и биомассы макрозообентоса зависит от особенностей их размножения, роста, выедания и ряда абиотических факторов. В континентальных водоёмах резкие колебания численности и биомассы популяций водных беспозвоночных могут обуславливаться переходом в имагинальную фазу развития (Константинов, 1986; Бродский, Панкова, Сафронова, 2016). В исследуемых станциях в 2018 году зарегистрировано 3 генерации массовых форм амфибиотических насекомых, на долю которых приходится более 90 % всей биомассы (рис. 1f). Массовые вылеты имаго в солёной реке зарегистрированы в мае, конце июня – начале июля и сентябре при минерализации от 3,12–10,2 ‰ до 28,5–33,7 ‰. Следует отметить, что лето 2018 года было жарким со средней температурой атмосферного воздуха 24 °С днём и 14 °С ночью и затяжной тёплой осенью.

Удельная продукция *Chironomus salinarius*, рассчитанная по уравнению зависимости скорости роста личинок хирономид от массы тела, составляет 0,31 мг/сут.

На станции 1 численность и биомасса популяций водных беспозвоночных испытывают существенные изменения с середины июля до середины сентября (рис. 1e и 1f). Такие неперіодические сдвиги обусловлены ациклическими изменениями режима водоёма. К ним относится интенсивная рекреационная деятельность в тёплый период года на территории памятника природы «Тузлуккольские грязи», в результате чего взвесь, оседающая на дно из толщи воды, оказывает губительное воздействие на бентонтов.

На основании данных, представленных на графиках 1e и 1f, складывается впечатление, что популяция макробеспозвоночных «как бы знает, что в ближайшее время при увеличении температуры воды начнется купальный сезон», поэтому наращивает свою численность (37,7 тыс. экз./м<sup>2</sup>) и биомассу (68,6 г/м<sup>2</sup>). Ежегодно вспышка численности и биомассы популяций донных организмов приходится на первую половину июня.

Снижение численности и биомассы бентоса до 10,4 раза и до 7,6 раза на станции 1 по сравнению со станцией 2 отмечено с середины июля до середины сентября в период интенсивного туризма. Удельная продукция в августе на станции 1 составила 4,34 мг/(м<sup>2</sup>×месяц), на станции 2 – 16,96 мг/(м<sup>2</sup>×месяц), что объясняется нестабильностью грунтов в результате их перемешивания туристами.

На станции 1 к категории доминантов по численности согласно классификации В. Я. Леванидова (1977) были отнесены *Chironomus salinarius* (94,3 %), по биомассе – *Chironomus salinarius* (80,5 %) и *Ephydra pseudomurina* (15,9 %). Субдоминанты, рассчитанные по численности, представлены личинками мух-береговушек *Ephydra pseudomurina* (6,1 %) (табл. 4). Категория второстепенных видов включала личинок жуков и клопов.

Таблица 4

Структурные показатели донных сообществ реки Тузлукколь

Показатель	Номер станции и значения показателей	
	1	2
Численность, экз./м <sup>2</sup>	4037	4234
Биомасса, г/м <sup>2</sup>	7,23	7,43
Виды: d – доминанты, ds – субдоминанты, рассчитанные по численности	<i>Chironomus salinarius</i> (d = 94,3) <i>Ephydra pseudomurina</i> (ds = 6,1)	<i>Chironomus salinarius</i> (d = 98,4)
Виды: d – доминанты, ds – субдоминанты, рассчитанные по биомассе	<i>Chironomus salinarius</i> (d = 80,5) <i>Ephydra pseudomurina</i> (ds = 15,9)	<i>Chironomus salinarius</i> (d = 98,8)

На станции 2 доминантами по численности и биомассе являются личинки двукрылых *Chironomus salinarius* (98,4 % и 98,8 % соответственно). Второстепенные виды представлены личинками мух-береговушек и клопов. В исследуемых бентоценозах зарегистрированы виды беспозвоночных, которые не требовательны к высокой скорости течения и приспособлены к обитанию при низкой концентрации растворённого кислорода в воде.

Повышение уровня минерализации на станциях привело к формированию хирономидного сообщества с преобладанием галофильных видов рода *Chironomus*. Подобные сообщества бентоса показаны в исследованиях Т. Д. Зинченко и Л. В. Головатюк на минерализованных реках Приэльтонья (Зинченко, Головатюк, 2010; Зинченко, Головатюк, Абросимова, 2017).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что гидроэкосистема Тузлукколя характеризуется динамичностью процессов, которые обусловлены абиотическими факторами и антропогенным воздействием (неконтролируемое использование нижнего участка реки для лечебных целей).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вода реки Тузлукколь в пределах памятника природы регионального значения «Тузлуккольские грязи» относится к хлоридно-натриевому типу. Минерализация воды не стабильна и изменяется в определённой последовательности: от 1,5 ‰ в апреле до 41,9 ‰ в июле и 3,1 ‰ в октябре, то есть соответствует олигогалинным водам весной и осенью, эугалинным и гипергалинным – в период летней межени.

Вода в реке в пределах памятника природы не загрязнена биогенными веществами, за исключением фосфат-ионов в значениях, превышающих предельно-допустимую концентрацию для водоёмов рекреационного назначения в 2,6 раза. Водородный показатель воды на исследуемых станциях лежал в области слабокислых и нейтральных вод.

В период летней межени при повышении температуры воды в придонном горизонте до 26 °С отмечен острый дефицит кислорода – до 1,5 % насыщения, следовательно, ухудшаются условия газообмена в поверхностном водном объекте. Такие условия водной среды могут переносить только те виды, беспозвоночных, которые толерантны к достаточной и низкой концентрации растворённого кислорода в воде.

В целом можно отметить, что на двух сходных станциях на реке Тузлукколь по гидрохимическим показателям и биотопу массово развиваются личинки хирономид рода *Chironomus*. Отличаются данные станции наличием и отсутствием антропогенной нагрузки. На станции 1, где отмечался интенсивный туризм, наблюдалось снижение численности и биомассы бентоса до 10,4 раза и до 7,6 раза по сравнению со станцией 2 с середины июля до середины сентября. Удельная продукция в августе на станции 1 составила 4,34 мг/(м<sup>2</sup>×месяц), на станции 2 – 16,96 мг/(м<sup>2</sup>×месяц). Таким образом, разница удельной продукции на не затронутом антропогенной деятельностью человека участке реки Тузлукколь и под влиянием рекреационной нагрузки составляет 3,9 раза. Следовательно, перемешивание грунта в результате рекреационной деятельности способствует снижению численности, биомассы и продукции беспозвоночных.

Таким образом, в условиях повышенной солёности воды на исследуемых станциях реки Тузлукколь не отмечены различия по гидрохимическим показателям, однако рекреационная деятельность оказывает значительное воздействие на гидробиологические характеристики: отмечено снижение численности, биомассы и удельной продукции макрозообентоса.

### Список литературы

Абакумов В. А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1983. – 240 с.

Балушкина Е. В., Голубков С. М., Голубков М. С., Литвичук Л. Ф. Структурно-функциональные характеристики экосистем малых солёных озёр Крыма // Биология внутренних вод. – 2007. – № 2. – С. 11–19.



Биоиндикация экологического состояния равнинных рек / [Ред. чл.-корр. РАН О. В. Бухарин и чл.-корр. РАН Г. С. Розенберг]. – М.: Наука. – 403 с.

Бродский А. К., Панкова Е. С., Сафронова Д. В. Литоральные сообщества эстуария реки Невы: их структура и динамика в условиях антропогенного пресса // Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера». – 2016. – № 1. – С. 16–27.

Головатюк Л. В., Зинченко Т. Д. Биологические характеристики массовых видов хирономид *Cricotopus salinophilus* и *Chironomus salinarius* из солёных рек Приэльтона: жизненные циклы, удельная продукция // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т. 7, № 4. – С. 210–214.

Голубков С. М. Функциональная экология личинок амфибиотических насекомых // Тр. Зоол. ин-та РАН. – 2000. – Т. 284. – 294 с.

Зинченко Т. Д., Головатюк Л. В. Биоразнообразие и структура сообществ макрозообентоса солёных рек аридной зоны юга России // Аридные экосистемы. – 2010. – Т. 16, № 3 (43). – С. 25–33.

Зинченко Т. Д., Головатюк Л. В., Абросимова Э. В. Видовое разнообразие донных сообществ солёных рек в экстремальных природных условиях аридного региона Приэльтона (обзор) // Российский журнал прикладной экологии. – 2017. – № 1 (9). – С. 14–21.

Константинов А. С. Общая гидробиология. – Москва: Высшая школа, 1986. – 472 с.

Нестеренко Ю. М., Нестеренко М. Ю. Природные воды Южного Урала: формирование и использование. – Екатеринбург: УрО РАН, 2016. – 244 с.

Петрищев В. П. Солянокупольный ландшафтогенез: морфоструктурные особенности геосистем и последствия их техногенной трансформации. – Екатеринбург: УрО РАН, 2011. – 310 с.

Постановление правительства Оренбургской области от 25 февраля 2015 года № 121-п «О памятниках природы областного значения Оренбургской области».

Распоряжение главы администрации Оренбургской области от 21 мая 1998 года № 505-р «О памятниках природы Оренбургской области».

Чибилёв А. А., Павлейчик В. М., Чибилёв А. А. (мл.) Природное наследие Оренбургской области: особо охраняемые природные территории. – Оренбург: УрО РАН, Печатный дом «Димур», 2009. – 328 с.

Шайхутдинова А. А., Гоголева О. А. Эколого-микробиологическая оценка пригодности минерализованной родниковой воды для питьевых целей // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. – 2019. – № 4. – 11 с. [Электр. ресурс] (URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2019-4/Articles/AASh-2019-4.pdf>). DOI: 10.24411/2304-9081-2019-14018.

Шайхутдинова А. А., Немцева Н. В. Гидробиологическая характеристика ландшафтно-ботанического памятника «Солёное урочище Тузлукколь» (Оренбургская область) // Вестник Нижневартовского государственного университета. – 2018. – № 3. – С. 70–75.

Шадрин Н. В. Альтернативные устойчивые состояния озерных экосистем и критические солёности: есть ли жесткая связь? // Труды Зоологического института РАН. – 2013. – № 3. – С. 214–221.

Williams W. D. Salinization of Rivers and streams: an important environmental hazard. *Ambio*. – 1987. – V. 16. – № 4. – P. 180–185.

Cañedo-Argüelles M., Kefford B. J., Piscart C., Prat N., Schäfer R. B., Schulz C. J. Salinisation of rivers: an urgent ecological issue // *Environmental pollution*. – 2013. – N 173. – P. 157–167.

Halpern M., Senderovich Y. Chironomid microbiome // *Microb Ecol*. – 2015. – № 70. – P. 1–8.

Zinchenko T. D., Gladishev M. I., Makhutova O. N., Sushchik N. N., Kalachova G. S., Golovatyuk L. V. Saline rivers provide arid landscapes with a considerable amount of biochemically valuable production of chironomidae (Diptera) larvae // *Hydrobiologia*. – 2014. – 722. – P. 115–128.

Zorina O. V., Istomina A. G., Kiknadze I. I., Zinchenko T. D., Golovatyuk L. V. Redescription of larva, pupa and imago male of *Chironomus (Chironomus) salinarius* Kieffer from the saline rivers of the Lake Elton basin (Russia), its karyotype and ecology // *Zootaxa*. – 2014. – N 3841 (4). – P. 528–550.

Boyle T. P., Fraleigh, Jr. Natural and anthropogenic factors affecting the structure of the benthic macroinvertebrate community in an effluent-dominated reach of the Santa Cruz River, AZ // *Ecological Indicators*. – 2003. – V. 3. – P. 93–117.

Nielsen D. L., Brock M. A., Rees G. N., Baldwin D. S. Effects of increasing salinity on freshwater ecosystems in Australia // *Australian Journal of Botany*. – 2003. – V. 51. – P. 655–665.

Gallardo B., Dolédec S., Paillex A., Arscott D. B., Sheldon F., Zilli F., Méricoux S., Castella E., Comin F. A. Response of benthic macroinvertebrates to gradients in hydrological connectivity: a comparison of temperate, subtropical, Mediterranean and semiarid river floodplains // *Freshwater Biology*. – 2014. – V. 59. – Issue 3. – P. 630–648.

Williams W. D. Salinity as a determinant of the structure of biological communities in salt lakes // *Hydrobiologia*. – 1998. – V. 381. – P. 191–201.

Metzeling L., Doeg T., O'Connor W. The impact of salinization and sedimentation on aquatic biota // *Conserving biodiversity: threats and solutions*. – 1995. – P. 126–136.

Halse S. A., Pearson G. B., McRae J. M., Shiel R. J. Monitoring aquatic invertebrates and waterbirds at Toolibin and Walbyring Lakes in the Western Australia wheatbelt // *J. of the Royal Society of Western Australia*. – 2000. – V. 83. – P. 17–28.

**Shayhutdinova A. A. Inter-seasonal dynamics of hydrochemical and hydrobiological indicators of the mineralized Tuzlukkol river (Orenburg region) under the natural and anthropogenic factors influence // Ekosistemy. 2020. Iss. 23. P. 59–68.**

The Tuzlukkol River (Belyaevsky district, Orenburg region) is a typical plain river with a mineralization gradient from 0,09 ‰ in freshwater to 41,9 ‰ in saline water. The assessment and analysis of some hydrochemical indicators (hydrogen index, water mineralization, dissolved oxygen content) weekly dynamics and chemical composition seasonal dynamics were carried out in the salty section of the river - “Tuzlukkol mud” nature monument of regional significance. For the first time, the research of the ten-day dynamics of macrozoobenthos abundance and biomass influenced by natural and anthropogenic (intensive tourism) factors was conducted within the nature monument area. It is proved that the studied waters belong to the sodium chloride type with varying levels of mineralization: from oligohaline – in April and October, to euhaline and hyperhaline – from mid-July to mid-September. It was revealed that *Chironomus salinarius* halophilic larvae dominates in number and biomass, because the dissolved oxygen content in the bottom horizon of the reservoir is not an environment-forming factor for them. The following species are scarcely recorded in benthic communities: *Microchironomus deribae* (Diptera: Chironomidae), *Ephydra pseudomurina* (Diptera: Ephydriidae), *Sigara assimilis*, *Sigara* sp. (Insecta: Heteroptera), *Berosus (Enoplurus) spinosus* (Insecta: Coleoptera). It is found out that soil instability during the period of intensive tourism leads to decrease of invertebrates in number, biomass and specific production (10.4, 7,6 and 3.9 times, respectively).

*Key words:* mineralized river, Tuzlukkol mud, biological diversity, structure of benthocenoses, dynamics.

*Поступила в редакцию 13.04.20*