

## ЭКОЛОГИЯ / ECOLOGY

## К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО МОСТА ЧЕРЕЗ Р. ОМЬ НА ЕЕ БИОТИЧЕСКИЕ СООБЩЕСТВА

Научная статья

Андреева С.И.<sup>1</sup>, Баженова О.П.<sup>2</sup>, Гришина Ю.Б.<sup>3\*</sup>, Красногорова А.Н.<sup>4</sup>, Хмельницкий Ю.Н.<sup>5</sup><sup>1</sup> ORCID : 0000-0002-0543-2035;<sup>2</sup> ORCID : 0000-0003-2406-4319;<sup>3</sup> ORCID : 0009-0006-7436-7093;<sup>4</sup> ORCID : 0009-0007-2362-4771;<sup>1, 3, 4, 5</sup> Омский государственный университет путей сообщения, Омск, Российская Федерация<sup>2</sup> Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, Омск, Российская Федерация

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

**Аннотация**

Для выявления влияния многолетней эксплуатации железнодорожного моста через р. Омь проведено исследование ее биотических сообществ. Показано, что фитопланктон реки выше и ниже железнодорожного моста не имеет существенных отличий ни в видовом составе, ни в количественном отношении. Трофический статус реки остался прежним и соответствует мезотрофной категории вод, показатели биомассы фитопланктона в многолетнем аспекте снизились. Биоразнообразие зообентоса и его количественное развитие ниже железнодорожного моста значительно меньше на всех станциях, несмотря на сходство биотопов в местах отбора проб. Окончательный вывод о потенциальном воздействии на зообентос реки эксплуатации железнодорожного моста можно будет сделать только после дополнительных исследований. Впервые для р. Омь отмечено наличие двустворчатых моллюсков рода *Unio*.

**Ключевые слова:** экология, фитопланктон, зообентос, железнодорожный транспорт, река Омь, Западная Сибирь.

## IMPACT OF THE OPERATION OF THE RAILWAY BRIDGE OVER THE OM RIVER ON ITS BIOTIC COMMUNITIES

Research article

Andreeva S.I.<sup>1</sup>, Bazhenova O.P.<sup>2</sup>, Grishina Y.B.<sup>3\*</sup>, Krasnogorova A.N.<sup>4</sup>, Khmel'nitskii Y.N.<sup>5</sup><sup>1</sup> ORCID : 0000-0002-0543-2035;<sup>2</sup> ORCID : 0000-0003-2406-4319;<sup>3</sup> ORCID : 0009-0006-7436-7093;<sup>4</sup> ORCID : 0009-0007-2362-4771;<sup>1, 3, 4, 5</sup> Omsk State Transport University, Omsk, Russian Federation<sup>2</sup> Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russian Federation

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

**Abstract**

To identify the impact of long-term operation of the railway bridge over the Om River, the study of its biotic communities was carried out. It is demonstrated that the phytoplankton of the river above and below the railway bridge has no significant differences in species composition and quantity. The trophic status of the river has remained the same and corresponds to the mesotrophic category of waters, the phytoplankton biomass values in the multi-year aspect have decreased. Zoobenthos biodiversity and its quantitative development downstream of the railway bridge is significantly lower at all stations, despite the similarity of biotopes at the sampling sites. A final conclusion on the potential impact on the zoobenthos of the river from the operation of the railway bridge can only be made after additional studies. The presence of bivalves of the genus *Unio* was noted for the Om River for the first time.

**Keywords:** ecology, phytoplankton, zoobenthos, railway transport, Om River, Western Siberia.

**Введение**

Экологическая безопасность является составной частью национальной безопасности Российской Федерации. Состояние окружающей среды по экологическим параметрам в целом на территории РФ оценивается как неблагоприятное. К глобальным вызовам экологической безопасности относятся высокая степень загрязнения и низкое качество воды значительной части водных объектов, деградация их экосистем и др. Целями государственной политики в сфере обеспечения экологической безопасности являются сохранение и восстановление природной среды, в том числе предотвращение загрязнения поверхностных и подземных вод, повышение качества воды в загрязненных водных объектах, восстановление водных экосистем [1].

Река Омь берет начало из оз. Омского, которое расположено среди Васюганских болот. Длина реки 1091 км, площадь водосборного бассейна – 52 600 км<sup>2</sup>. Устье реки находится в г. Омске, на 1831 км от устья р. Иртыш по его правому берегу. Русло реки на протяжении 5 км от истока неясно выражено и представляет ряд небольших озеровидных расширений, соединяющихся между собой. Ниже русло хорошо выраженное, сильно извилистое, неразветвленное. Ширина реки изменяется от 15-25 м в верховьях до 150-180 м в среднем течении и 220 м в нижнем. В межень ширина русла 40-84 м, местами на излучинах достигает 110-220 м. Глубина реки колеблется от 0,2 до 3,0 м в верховьях и от 0,5 до 5,5 м в нижнем течении [2].

Экосистема р. Омь испытывает сильное антропогенное воздействие. Обладая слабой способностью к самоочищению [3], она подвержена ускоренному антропогенному эвтрофированию. В 1998-2003 гг. экосистема Оми находилась в состоянии антропогенного напряжения с элементами антропогенного эвтрофирования, а в 2007-2009 гг. – в состоянии экологического регресса с элементами антропогенного эвтрофирования [4].

Однопутный железнодорожный мост через р. Омь, соединяющий нефтехимический промышленный кластер г. Омска с главными путями Транссибирской железной дороги, был построен в 1955 г. в соответствии с существующими на тот период строительными нормами и правилами. В течение последующей эксплуатации этого стратегического объекта в воду р. Омь попадали загрязняющие вещества, используемые в процессе эксплуатации, как железнодорожного полотна, так и подвижного состава. В рамках выполнения госбюджетной научно-исследовательской работы по теме «Исследование воздействия негативных техногенных факторов на окружающую среду и человека» (рег. № НИОКР АААА-А19-119091690011-8) в сентябре 2022 г. сотрудниками кафедры «Безопасность жизнедеятельности и экология» ОмГУПС было предпринято настоящее исследование.

Цель работы – установить возможное влияние длительной эксплуатации железнодорожного моста через р. Омь на ее биотические сообщества.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

1. Провести рекогносцировочное обследование донных сообществ (зообентоса) р. Оми выше и ниже зоны влияния эксплуатации железнодорожного моста;
2. Оценить современное состояние фитопланктона р. Оми в зоне влияния железнодорожного моста;
3. Определить размеры зоны возможного влияния эксплуатации железнодорожного моста на донные сообщества р. Оми;
4. Установить качественные различия в составе грунтов вне зоны влияния и в зоне влияния железнодорожного моста.

### Методы и принципы исследования

Материалом для данной публикации послужили сборы фитопланктона и зообентоса из р. Оми, проведенные 17 сентября 2022 г. Отбор проб на реке проводился в период осенней межени, ширина реки во время исследований в местах отбора проб достигала 50-70 м.

Выполнено два стандартных разреза через русло реки, включающих по 3 станции, расположенных примерно на одинаковом расстоянии от берегов. Первый разрез располагался в 100 м ниже железнодорожного моста и включал станции 1, 2 и 3. Проба на станции 1 была взята у левого берега Оми на глубине 2 м, грунт в месте взятия пробы – илистый песок с вкраплениями глинистых конкреций. Проба на станции 2 по центру реки на глубине 3,5 м, несмотря на многократные попытки, взята не была, так как из-за очень плотного грунта (песок) дночерпатель не срабатывал. Проба на станции 3 у правого берега взята на глубине 1,8 м с песчанистого ила с примесью детрита среди редких зарослей урути.

Второй разрез располагался в 2 км выше железнодорожного моста и включал станции 4, 5, 6. Проба на станции 4 была взята у левого берега на глубине 0,8 м с илистого песка с вкраплениями глинистых конкреций, на станции 5 – по центру реки на глубине 2,0 м с песка, на станции 6 – у правого берега на глубине 0,5 м с песчанистого ила со слабо окатанными камнями.

Пробы фитопланктона отбирали зачерпыванием из поверхностного слоя воды на первом и втором разрезах на середине реки (станции 2 и 5), фиксировали формалином, концентрировали осадочным методом. Обработку проб осуществляли стандартными методами [5]. Подсчет клеток водорослей проводили в камере Горяева в двух повторностях на световом микроскопе Euler Professor 770T. При идентификации видов водорослей использовали современные определители, монографии и сводки. Видовые названия уточняли с использованием международной базы данных Algaebase.

Пробы зообентоса отобраны дночерпателем Петерсена с площадью захвата 1/40 м<sup>2</sup>. Сбор и камеральная обработка материала проведена по стандартной методике [6], [7]. Идентификация таксонов выполнена по определителям беспозвоночных пресных вод [8], [9], [10].

### Основные результаты

Таксономическая структура фитопланктона р. Оми в районе отбора проб достаточно разнообразна, было идентифицировано 35 видовых и внутривидовых таксонов, включая номенклатурный тип вида, из 7 отделов: Cyanoprokaryota – 4, Xanthophyta – 1, Cryptophyta – 1, Chrysophyta – 3, Euglenophyta – 3, Bacillariophyta – 6, Chlorophyta – 17.

Обилие фитопланктона высокое: общая численность достигала 8,55 млн кл./л, общая биомасса колебалась в пределах 0,633-0,963 г/м<sup>3</sup>. Высокая численность фитопланктона обусловлена интенсивной вегетацией мелкоклеточной безгетероцистной цианопрокариоты *Chroococcus minimus* (Keissl.) Lemm., являющейся абсолютным доминантом среди других видов фитопланктона. Доля этого вида в формировании общей численности фитопланктона колеблется от 65,0 до 80,3%. Этому виду сопутствовали другие цианопрокариоты (*Ch. minor* (Kütz.) Näg., *Synechocystis aquatilis* Sauv., *Synechococcus* Näg. sp.), также относящиеся к группе безгетероцистных видов. Как известно, массовое развитие мелкоклеточных безгетероцистных видов цианопрокариот свидетельствует об усилении процесса антропогенного эвтрофирования [11]. Вклад водорослей других отделов в создание общей численности фитопланктона, за исключением Chlorophyta (их доля может достигать 20,29%), несуществен и колеблется в пределах 0,34-6,46% (табл. 1).

Таблица 1 - Численность и биомасса фитопланктона р. Оми, сентябрь 2022 г.

Место отбора проб	Общая численность, млн кл./л	Общая биомасса, г/м <sup>3</sup>	Численность, % Биомасса, %					
			Суанopr okaryota	Bacillari ophyta	Chlorop hyta	Eugleno phyta	Chrysop hyta	Прочие
Выше ж/д моста	8,550	0,633	<u>71,53</u> 5,45	<u>2,17</u> 30,92	<u>20,29</u> 48,58	<u>4,30</u> 11,87	<u>1,37</u> 1,86	<u>0,34</u> 1,32
Ниже ж/д моста	7,965	0,963	<u>81,33</u> 3,50	<u>6,46</u> 71,55	<u>8,03</u> 21,02	<u>2,44</u> 2,83	<u>1,74</u> 1,10	–

Общая биомасса фитопланктона реки формируется, главным образом, за счет диатомовых и зеленых водорослей. Цианопрокариоты, ввиду исключительно мелких размеров клеток (диаметр клеток доминанта *Ch. minimus* около 2 мкм), играют несущественную роль в создании общей биомассы фитопланктона.

По показателям общей биомассы фитопланктона р. Омь во время проведения исследований соответствовала мезотрофной категории вод. Трофический статус реки остался прежним, но показатели биомассы снизились: осенью 2007-2009 гг. общая биомасса фитопланктона колебалась в пределах 1,53-2,14 г/м<sup>3</sup> [12]. Это может быть связано, во-первых, с межгодовыми колебаниями обилия, во-вторых – с дальнейшим развитием установленного ранее состояния экологического регресса экосистемы реки [4]. Для более точной оценки современного экологического состояния реки требуются дополнительные исследования.

Существенных отличий в видовом богатстве и показателях обилия фитопланктона Оми выше и ниже железнодорожного моста не установлено.

У левого берега реки дно было покрыто пленкой диатомовых водорослей, при небольших изгибах русла реки в затишных участках отмечены редкие заросли макрофитов из рдеста пронзеннолистного, урути мутовчатой и сусака зонтичного. В прибрежной зоне у обоих берегов в массе отмечены водные Полужесткокрылые из рода *Corixa* (гребляки), немногочисленные представители рода *Cerris* (водомерки), у правого берега в массе – водные Жуки из рода *Gyrinus* (вертячки). Гребляков и вертячек было такое количество, что они попадали в дночерпательные пробы в числе до 7 и 4 экземпляров соответственно, но поскольку они являются представителями эпинеястона, при расчете численности и биомассы зообентоса их не учитывали.

Зообентос Оми в местах сбора представлен обычными для речных вод Западной Сибири группами организмов: олигохетами, пиявками, двустворчатыми и брюхоногими моллюсками, личинками насекомых из семейств Chironomidae и Tabanidae [13], [14], [15]. Таксономическое разнообразие невелико, как и в других реках Западной Сибири данного типа, наиболее разнообразно представлены моллюски (табл. 2).

Таблица 2 - Численность и биомасса зообентоса р. Омь, сентябрь 2022 г.

Таксон	Левый берег				Центр				Правый берег			
	Ст. 1		Ст. 4		Ст. 2		Ст. 5		Ст. 3		Ст. 6	
	численность (экз./м <sup>2</sup> )	биомасса (г/м <sup>2</sup> )	численность (экз./м <sup>2</sup> )	биомасса (г/м <sup>2</sup> )	численность (экз./м <sup>2</sup> )	биомасса (г/м <sup>2</sup> )	численность (экз./м <sup>2</sup> )	биомасса (г/м <sup>2</sup> )	численность (экз./м <sup>2</sup> )	биомасса (г/м <sup>2</sup> )	численность (экз./м <sup>2</sup> )	биомасса (г/м <sup>2</sup> )
<b>Mollusca, Bivalvia:</b>	–	160	14,28	–	–	–	–	80	3,32	1400	42,12	
<i>Unio sp.</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	120	9,20	
<i>Ameletina asiatica</i> (Martens, 1864)	–	–	–	–	–	–	–	40	2,80	40	0,20	
<i>Pisidium decussatum</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	120	5,44	

<i>rtatum</i> (Lindholm, 1909)										
<i>P. inflatum</i> (Muehlfeld in Porro, 1838)	–	160	14,28	–	–	40	0,52	960	26,36	
<i>Hensloviana dupuiana</i> (Normand, 1854)	–	–	–	–	–	–	–	120	0,88	
<i>Euglesa sp.</i>	–	–	–	–	–	–	–	40	0,04	
<b>Mollusca, Gastropoda:</b>	–	–	–	–	–	–	–	<b>40</b>	<b>1,16</b>	
<i>Digyracidum starobogotovi</i> Andreeva et Lazutkina, 2014	–	–	–	–	–	–	–	40	1,16	
<b>Oligochaeta</b>	<b>80</b>	<b>0,08</b>	<b>80</b>	<b>0,20</b>	–	<b>40</b>	<b>0,04</b>	–	<b>40</b>	<b>0,08</b>
<b>Hirudinea</b>	–	–	–	–	–	–	–	<b>40</b>	<b>0,20</b>	
<b>Chironomidae:</b>	–	<b>80</b>	<b>0,36</b>	–	–	<b>40</b>	<b>0,16</b>	<b>80</b>	<b>0,20</b>	
<i>Procladius ferrugineus</i>	–	40	0,06	–	–	–	–	40	0,06	

us (Kieffer, 1919)												
<i>Chironomus plumosus</i> (Linne, 1758)	–		40	0,30	–		–		40	0,16		–
<i>Glyptotendipes</i> sp.	–		–		–		–		–		40	0,14
<b>Insecta, Tabanidae</b>	<b>40</b>	<b>0,08</b>	–		–		–		–		<b>40</b>	<b>0,44</b>
Всего	120	0,16	360	14,84	0	0	40	0,04	120	3,48	1640	42,20

Таксономический состав, численность и биомасса зообентоса колебались в значительных пределах в зависимости от биотопа. Левобережные биотопы по сравнению с правобережными в таксономическом отношении населены менее разнообразно и менее обильны по количественному развитию. На стрежне в центре реки население очень бедно. Подобная ситуация не является исключением и характерна для рек бассейна Малого Югана [16], где на сильном течении в дночерпательных пробах моллюски и другие донные организмы не регистрировались.

В целом по таксономическому составу (группам организмов), численности и биомассе зообентоса р. Омь во время исследований не отличается от других рек центральной части Западной Сибири [14], [17], [18], [19].

Группы организмов по разрезу распределялись неравномерно: их численность и биомасса на отдельных станциях значительно варьировали (см. табл. 2). Обращает на себя внимание доминирование на правобережных станциях обоих разрезов двустворчатых моллюсков (*Bivalvia*) в целом и *Pisidium inflatum* в частности. Подобное обилие двустворчатых моллюсков рода *Pisidium* наблюдалось и ранее в реках бассейна Среднего Иртыша – Тара, Узакла, Ича, Тартас и р. Негусьях – притока Большого Югана [13], [20].

Интересным является обнаружение на правобережной станции 6 молоди двустворчатого моллюска семейства Unionidae рода *Unio*. Точнее определить вид не удалось из-за малых размеров особей. Находка интересна тем, что моллюски семейства Unionidae распространены в России только в европейской части и западном Закавказье, за исключением *Unio pictorum* Nilsson, 1822 и *Unio limosus* Linne, 1758, «интродуцированных под Читку» [9] и обитание *Unio* в малых рек бассейна Иртыша до сего времени не регистрировалось.

### Заключение

Фитопланктон р. Оми выше и ниже железнодорожного моста не имеет существенных отличий ни в видовом составе, ни в количественном отношении. Это связано с тем, что переносимые течением реки планктонные организмы не успевают отреагировать на какое-либо антропогенное воздействие.

Сравнивая таксономический состав, численность и биомассу зообентоса по разрезам выше и ниже железнодорожного моста следует отметить, что, несмотря на сходство биотопов, имеют место значительные отличия по сравниваемым показателям. Биоразнообразие зообентоса и его количественное развитие ниже железнодорожного моста значительно меньше на всех станциях. Подобные различия предположительно могут быть обусловлены многолетней эксплуатацией железнодорожного моста, в результате которой в воду регулярно попадали загрязняющие вещества, используемые в процессе эксплуатации, как железнодорожного полотна, так и подвижного состава. Окончательный вывод о потенциальном воздействии на зообентос реки эксплуатации железнодорожного моста можно будет сделать только после дополнительных исследований.

**Финансирование**

Настоящее исследование было проведено в рамках выполнения госбюджетной научно-исследовательской работы по теме «Исследование воздействия негативных техногенных факторов на окружающую среду и человека» (рег. № НИОКР АААА-А19-119091690011-8) в сентябре 2022 г. сотрудниками кафедры «Безопасность жизнедеятельности и экология» Омского государственного университета путей сообщения.

**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.

**Funding**

This study was carried out as part of the state budget research work on the topic "Study of the impact of negative technogenic factors on the environment and humans" (reg. № NIOKR АААА-А19-119091690011-8) in September 2022 by employees of the department "Safety of life and ecology" of Omsk State Transport University.

**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. Российская Федерация. Законы. О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года : указ Президента РФ от 19 апреля 2017 г. № 176 // Официальный интернет-портал правовой информации. — 2017. — URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&firstDoc=1&lastDoc=1&nd=102430636> (дата обращения: 30.03.23).
2. Ресурсы поверхностных вод СССР. В 20 т. Т. 15. Вып. 3. Нижний Иртыш и Нижняя Обь / под ред. В.Е. Водогрецкого. — Л.: Гидрометеиздат, 1973. — 424 с.
3. Баженова О.П. Оценка многолетних изменений экосистем верхнего и среднего Иртыша по показателям развития фитопланктона / О.П. Баженова // Сибирский экологический журнал. — 2006. — № 6. — С. 785-790.
4. Гульченко Я.И. Количественная оценка степени эвтрофирования реки Оми (бассейн среднего течения Иртыша) / Я.И. Гульченко, О.П. Баженова, Н.Н. Барсукова // Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана : матер. лекций II Всерос. школы-конференции 18-22 ноября 2014 г. / Ин-т биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина. — Ярославль: Изд-во Филигрань, 2014. — С. 106.
5. Федоров В.Д. О методах изучения фитопланктона и его активности / В.Д. Федоров. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979. — 168 с.
6. Жадин В.И. Методы гидробиологического исследования / В.И. Жадин. — М.: Высшая школа, 1960. — 190 с.
7. Митропольский В.И. Макробентос. Обрастания, фитофильные биоценозы и планктобентос / В.И. Митропольский, Ф.Д. Мордохай-Болтовской; под общ. ред. Ф.Д. Мордохай-Болтовского // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. — М.: Наука, 1975. — С. 158-178.
8. Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР / под общ. ред. Л.А. Кутиковой и Я.И. Старобогатова. — Л.: Гидрометеиздат, 1977. — 511 с.
9. Старобогатов Я.И. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. В 6 т. Т. 6. Моллюски / Я.И. Старобогатов, Л.А. Прозорова, В.В. Богатов и др. — СПб.: Наука, 2004. — 528 с.
10. Цалолыхин С.Я. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. В 2 т. Т. 2. Зообентос / С.Я. Цалолыхин, А.А. Пржиборо, П.В. Кияшко. — М.; СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. — 456 с.
11. Vazhenova O.P. Phytoplankton As an Indicator of the Modern Ecological State of the Novosibirsk Reservoir / O.P. Vazhenova, V.V. Mikhailov // Inland Water Biology. — 2021. — Vol. 14. — № 6. — P. 670-678. — DOI: 10.1134/S1995082921050023.
12. Барсукова Н.Н. Фитопланктон и экологическое состояние притоков среднего Иртыша / Н.Н. Барсукова, О.П. Баженова. — Саарбрюкен: LAP LAMBERT, 2012. — 160 с.
13. Андреев Н.И. Моллюски в бентосе водоемов лесостепной зоны Западно-Сибирской равнины / Н.И. Андреев, С.И. Андреева, М.В. Винарский и др. // Эколого-функціональні та фауністичні аспекти дослідження молюсків, їх роль у біоіндикації стану навколишнього середовища. Збірник наукових праць. — Житомир, 2006. — С. 3-6.
14. Андреев Н.И. Моллюски в донных сообществах водоемов лесостепной зоны юга Западной Сибири / Н.И. Андреев, С.И. Андреева, М.В. Винарский и др. // Естественные науки и экология. — 2007. — Вып. 11. — С. 66-71.
15. Бабушкин Е.С. К изучению динамики макрозообентоса рек бассейна реки Большой Юган (Среднее Приобье) / Е.С. Бабушкин // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. — 2015. — Т. 6. — № 2(12). — С. 44-54.
16. Андреев Н.И. Фауна и распределение двустворчатых моллюсков (Bivalvia) в бассейне р. Малый Юган (Среднее Приобье) / Н.И. Андреев, С.И. Андреева, Е.С. Бабушкин // Ruthenica. — 2016. — Т. 26. — № 3-4. — С. 191-201.
17. Бочарова Т.А. Оценка экологического состояния р. Тугояковки (приток Томи) по гидрохимическим показателям и биоте / Т.А. Бочарова, Н.А. Залозный, А.П. Петлина и др. // Экология и рациональное природопользование на рубеже веков. Итоги и перспективы : материалы международной конференции 14-17 марта 2000 г. / М-во образования Рос. Федерации; Томский гос. университет. — Томск, 2000. — С. 28-29.

18. Андреев Н.И. Малые реки бассейна Большого Югана (Ханты-Мансийский автономный округ – Югра) как среда обитания макрозообентоса / Н.И. Андреев, С.И. Андреева, Е.С. Бабушкин и др. // Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана : матер. лекций II Всерос. школы-конференции 18-22 ноября 2014 г. / Ин-т биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина. — Ярославль: Изд-во Фелигрань, 2014. — С. 16-18.
19. Рузанова А.И. Состояние донных сообществ р. Чижалка и ее притоков (бассейн Васюгана) / А.И. Рузанова // Водные экосистемы Сибири и перспективы их использования : материалы Всерос. Конф. с межд.участием, 19-21 апреля 2011 г. / М-во образования Рос. Федерации; Томский гос. университет. — Томск, 2011. — С. 117-120.
20. Андреева С.И. *Pisidium decurtatum* Lindholm 1909 и *Pisidium inflatum* (Megerle von Mühlfeld in Porro 1838) (Mollusca, Bivalvia) в водоемах бассейна Большого Югана (Ханты-Мансийский автономный округ – Югра) / С.И. Андреева, Н.И. Андреев, Е.С. Бабушкин // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — № 4. — С. 530-541.

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

- Rossijskaja Federacija. Zakony. O Strategii jekologicheskoy bezopasnosti Rossijskoj Federacii na period do 2025 goda [On the Strategy for Environmental Safety of the Russian Federation for the period up to 2025] : Decree of the President of the Russian Federation of April 19, 2017 No. 176 // Official Internet portal of legal information. — 2017. — URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&firstDoc=1&lastDoc=1&nd=102430636> (accessed: 30.03.23). [in Russian]
- Resursy poverhnostnyh vod SSSR. V 20 t. T. 15. Vyp. 3. Nizhnij Irtysh i Nizhnijaja Ob' [Surface Water Resources of the USSR. In 20 vols. Vol. 15. Iss. 3. Lower Irtysh and Lower Ob] / ed. by V.E. Vodogretsky. — L.: Gidrometeoizdat, 1973. — 424 p. [in Russian]
- Bazhenova O.P. Ocenka mnogoletnih izmenenij jekosistem verhnego i srednego Irtysha po pokazateljam razvitiya fitoplanktona [An Assessment of Multi-Year Changes in the Ecosystems of the Upper and Middle Irtysh based on Phytoplankton Development Indicators] / O.P. Bazhenova // Sibirskij jekologicheskij zhurnal [Siberian Ecological Journal]. — 2006. — № 6. — P. 785-790. [in Russian]
- Gul'chenko Ja.I. Kolichestvennaja ocenka stepeni jevtrofikirovaniya reki Omi (bassejn srednego techenija Irtysha) [A Quantitative Assessment of the Eutrophication Degree of the Om River (middle Irtysh River basin)] / Ja.I. Gul'chenko, O.P. Bazhenova, N.N. Barsukova // Jekosistemy malyh rek: bioraznoobrazie, jekologija, ohrana : mater. lekcij II Vseros. shkoly-konferencii 18-22 nojabrja 2014 g. [Ecosystems of Small Rivers: Biodiversity, Ecology, Protection : proceedings of the II All-Russian School-Conference November 18-22, 2014] / Institute of Inland Waters Biology named after I.D. Papanin. — Yaroslavl: Publishing House Filigran, 2014. — P. 106. [in Russian]
- Fedorov V.D. O metodah izuchenija fitoplanktona i ego aktivnosti [On Methods of Studying Phytoplankton and its Activity] / V.D. Fedorov. — M.: Moscow University Publishing House, 1979. — 168 p. [in Russian]
- Zhadin V.I. Metody gidrobiologicheskogo issledovaniya [Methods of Hydrobiological Research] / V.I. Zhadin. — M.: Higher School, 1960. — 190 p. [in Russian]
- Mitropol'skij V.I. Makrobentos. Obrastaniya, fitofil'nye biocenozy i planktobentos [Macrobenthos. Fouling, Phytophilic Biocoenosis and Planktobenthos] / V.I. Mitropol'skij, F.D. Morduhaj-Boltovskoj; under gen. ed. of F.D. Morduhaj-Boltovskoj // Metodika izuchenija biogeocenzov vnutrennih vodoemov [Methods of Studying Biogeocenoses of Inland Reservoirs]. — M.: Nauka, 1975. — P. 158-178. [in Russian]
- Opredelitel' presnovodnyh bespozvonochnyh evropejskoj chasti SSSR [Determinator of Freshwater Invertebrates of the European Part of the USSR] / under gen. ed. of L.A. Kutikova and Ja.I. Starobogatov. — L. : Gidrometeoizdat, 1977. — 511 p. [in Russian]
- Starobogatov Ja.I. Opredelitel' presnovodnyh bespozvonochnyh Rossii i sopredel'nyh territorij. V 6 t. T. 6. Molljuskij [Determinator of Freshwater Invertebrates of Russia and Adjacent Territories. In 6 vols. Vol. 6. Molluscs] / Ja.I. Starobogatov, L.A. Prozorova, V.V. Bogatov et al. — SPb.: Nauka, 2004. — 528 p. [in Russian]
- Calolihin S.Ja. Opredelitel' zooplanktona i zoobentosa presnyh vod Evropejskoj Rossii V 2 t. T. 2. Zoobentos [Determinator of Zooplankton and Zoobenthos of Freshwaters of European Russia. In 2 vols. Vol. 2. Zoobenthos] / S.Ja. Calolihin, A.A. Przhiboro, P.V. Kijashko. — M.; SPb.: KMK Scientific Publishers Association, 2016. — 456 p. [in Russian]
- Bazhenova O.P. Phytoplankton As an Indicator of the Modern Ecological State of the Novosibirsk Reservoir / O.P. Bazhenova, V.V. Mikhailov // Inland Water Biology. — 2021. — Vol. 14. — № 6. — P. 670-678. — DOI: 10.1134/S1995082921050023.
- Barsukova N.N. Fitoplankton i jekologicheskoe sostojanie pritokov srednego Irtysha [Phytoplankton and Ecological State of the Middle Irtysh Tributaries] / N.N. Barsukova, O.P. Bazhenova. — Saarbrücken: LAP LAMBERT, 2012. — 160 p. [in Russian]
- Andreev N.I. Molljuskij v bentose vodoemov lesostepnoj zony Zapadno-Sibirskoj ravniny [Molluscs in the Benthos of Water Bodies of the Forest-Steppe Zone of the West Siberian Plain] / N.I. Andreev, S.I. Andreeva, M.V. Vinarskij et al. // Ekologo-funkcional'ni ta faunistichni aspekti doslidzhennja moljuskiv, ix rol' u bioindikacii stanu navkolishn'ogo seredovishha. Zbirnik naukovih prac' [Environmental, Functional and Faunal Aspects of Mollusc Studies and Their Role in Bioindication of the Environmental Status. Collection of scientific papers]. — Zhitomir, 2006. — P. 3-6. [in Russian]
- Andreev N.I. Molljuskij v donnyh soobshhestvah vodoemov lesostepnoj zony juga Zapadnoj Sibiri [Molluscs in Bottom Communities of Water Bodies of the Forest-Steppe Zone in the South of Western Siberia] / N.I. Andreev, S.I. Andreeva, M.V. Vinarskij et al. // Estestvennye nauki i jekologija [Natural Sciences and Ecology]. — 2007. — Iss. 11. — P. 66-71. [in Russian]
- Babushkin E.S. K izucheniju dinamiki makrozoobentosa rek bassejna reki Bol'shoj Jugan (Srednee Priob'e) [On the Study of Macrozoobenthos Dynamics in the Bolshoi Yugan River Basin (Middle Ob)] / E.S. Babushkin // Dinamika

okruzhajushhej srede i global'nye izmenenija klimata [Environmental Dynamics and Global Climate Change]. — 2015. — Vol. 6. — № 2(12). — P. 44-54. [in Russian]

16. Andreev N.I. Fauna i raspredelenie dvustvorchatyh molljuskov (Bivalvia) v bassejne r. Malyj Jugan (Srednee Priob'e) [Fauna and Distribution of Bivalvia in the Maly Yugan River Basin (Middle Ob)] / N.I. Andreev, S.I. Andreeva, E.S. Babushkin // Ruthenica. — 2016. — Vol. 26. — № 3-4. — P. 191-201. [in Russian]

17. Bocharova T.A. Ocenka jekologicheskogo sostojanija r. Tugojakovki (pritok Tomi) po gidrohimicheskim pokazateljam i biote [An Assessment of Ecological Condition of the Tugoyakovka River (Tom tributary) by Hydrochemical Indicators and Biota] / T.A. Bocharova, N.A. Zaloznyj, A.P. Petlina et al. // Jekologija i racional'noe prirodopol'zovanie na rubezhe vekov. Itogi i perspektivy : materialy mezhdunarodnoj konferencii 14-17 marta 2000 g. [Ecology and Rational Nature Management at the Turn of the Century. Results and Prospects : proceedings of the International Conference March 14-17, 2000] / Ministry of Education of the Russian Federation; Tomsk State University. — Tomsk, 2000. — P. 28-29. [in Russian]

18. Andreev N.I. Malye reki bassejna Bol'shogo Jugana (Hanty-Mansijskij avtonomnyj okrug – Jugra) kak sreda obitanija makrozoobentosa [Small Rivers of the Bolshoi Yugan Basin (Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra) as Macrozoobenthos Habitat] / N.I. Andreev, S.I. Andreeva, E.S. Babushkin et al. // Jekosistemy malyh rek: bioraznoobrazie, jekologija, ohrana : mater. lekcij II Vseros. shkoly-konferencii 18-22 nojabrja 2014 g. [Ecosystems of Small Rivers: Biodiversity, Ecology, Protection : proceedings of the II All-Russian School-Conference November 18-22, 2014] / Institute of Inland Waters Biology named after I.D. Papanin. — Yaroslavl: Publishing House Filigran, 2014. — P. 16-18. [in Russian]

19. Ruzanova A.I. Sostojanie donnyh soobshhestv r. Chizhapka i ee pritokov (bassejn Vasjugana) [Status of Bottom Communities of the Chizhapka River and its Tributaries (Vasyugan Basin)] / A.I. Ruzanova // Vodnye jekosistemy Sibiri i perspektivy ih ispol'zovanija : materialy Vseros. Konf. s mezhd.uchastiem, 19-21 aprelja 2011 g. [Aquatic Ecosystems of Siberia and Prospects of Their Utilization : proceedings of the All-Russia Conf. with international participation, April 19-21, 2011] / Ministry of Education of the Russian Federation; Tomsk State University. — Tomsk, 2011. — P. 117-120. [in Russian]

20. Andreeva S.I. Pisidium decurtatum Lindholm 1909 i Pisidium inflatum (Megerle von Mühlfeld in Porro 1838) (Mollusca, Bivalvia) v vodoemah bassejna Bol'shogo Jugana (Hanty-Mansijskij avtonomnyj okrug – Jugra) [Pisidium decurtatum Lindholm 1909 and Pisidium inflatum (Megerle von Mühlfeld in Porro 1838) (Mollusca, Bivalvia) in the Larger Yugan Basin (Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra)] / S.I. Andreeva, N.I. Andreev, E.S. Babushkin // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija [Modern Issues of Science and Education]. — 2015. — № 4. — P. 530-541. [in Russian]