



Издатель

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»
Российская Федерация, г.Петрозаводск, пр.Ленина,33

Научный электронный журнал

ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИИ

<http://ecopri.ru>

№ 1 (51). Март, 2024

Главный редактор

А. В. Коросов

Редакционный совет

В. Н. Большаков
А. В. Воронин
Э. В. Ивантер
Н. Н. Немова
Г. С. Розенберг
А. Ф. Титов
Г. С. Антипина
В. В. Вапиров
А. М. Макаров

Редакционная коллегия

Т. О. Волкова
Е. П. Иешко
В. А. Илюха
Н. М. Калинкина
J. P. Kurhinen
А. Ю. Мейгал
J. B. Jakovlev
В. Krasnov
А. Gugotek
В. К. Шитиков
В. Н. Якимов

Службы поддержки

А. Г. Марахтанов
Е. В. Голубев
С. Л. Смирнова
Н. Д. Чернышева
М. Л. Киреева

ISSN 2304-6465

Адрес редакции

185910, Республика Карелия, г.Петрозаводск, пр. Ленина, 33. Каб. 453

E-mail: ecopri@psu.karelia.ru

<http://ecopri.ru>





УДК УДК .51:556.531-044.3(571.13)

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВА ВОДЫ МАЛЫХ РЕК ЛЕСНОЙ ЗОНЫ ОМСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ

БАРСУКОВА
Наталья Николаевна

кандидат биологических наук, ФГБОУ ВО Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина, 644008, г. Омск, пл. Институтская, д. 1, bnn13@mail.ru

БАЖЕНОВА
Ольга Прокопьевна

доктор биологических наук, ФГБОУ ВО Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина, 644008, г. Омск, пл. Институтская, д. 1, olga52@bk.ru

КОРЖОВА
Людмила Викторовна

кандидат биологических наук, ФГБОУ ВО Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина, 644008, г. Омск, пл. Институтская, д. 1, lv.korzхова@omgau.org

Ключевые слова:

гидрохимия
фитопланктон
таксономическая
структура
численность и биомасса
трофический статус
качество воды

Аннотация: По материалам исследований гидрохимии и фитопланктона малых рек лесной зоны Омского Прииртышья (2020 г.) установлен трофический статус и качество вод. Воды исследованных рек пресные, относятся к гидрокарбонатному классу, кроме р. Ибейка, воды которой солоноватые, относятся к хлоридно-гидрокарбонатному классу. Активная реакция вод находится в щелочном интервале. Содержание общего фосфора не превышает показателей, соответствующих незагрязненным природным водам. Содержание различных форм азота не превышает ПДК. Качество вод по БПК₅ в правобережных притоках р. Иртыш колеблется от 2-го до 3-го класса, в левобережных отмечено превышение норматива БПК₅ и 4-й класс качества вод. По показателю ХПК воды р. Степановка относятся к 4-му классу «загрязненная», воды остальных рек – к 3-му классу качества вод «удовлетворительной чистоты». В составе фитопланктона найдено 74 видовых и внутривидовых таксона водорослей из шести отделов: Cyanoprokaryota – 9, Dinophyta – 1, Euglenophyta – 12, Bacillariophyta – 22, Chlorophyta – 23, Chrysophyta – 1. По видовому составу в фитопланктоне левобережных притоков Иртыша преобладают диатомовые, эвгленовые и зеленые водоросли, в правобережных – зеленые и диатомовые водоросли. Показатели численности и биомассы фитопланктона исследованных рек варьируют в значительных пределах: численность от 0.47 до 3.14 млн кл./дм³, биомасса от 0.15 до 10.92 г/м³. В состав доминантов входят нитчатые цианопрокариоты и мелко-клеточные зеленые водоросли. Трофический статус обследованных рек колеблется от олиготрофной до политрофной категории, качество вод по биомассе фитопланктона варьирует от 2-го класса «чистая» до 4-го класса «загрязненная».

© Петрозаводский государственный университет

Получена: 29 января 2023 года

Подписана к печати: 23 марта 2024 года

Введение

Важнейшим природным потенциалом Омской области являются водные ресурсы. Все водные объекты региона принадлежат бассейну реки Иртыш, поэтому часто эту территорию называют Омским Прииртышьем (Фитопланктон..., 2019), она входит в самый крупный речной бассейн России – Обь-Иртышский, подверженный повышенному антропогенному воздействию (Пузанов и др., 2017).

Омская область располагается в трех природных зонах – лесной, лесостепной и степной, большую ее часть (42 %) занимает лесной фонд. Исследования проводились на территории Западно-Сибирского южно-таежного района, площадь которого составляет 76.8 % от общей площади лесного фонда Омской области (Шульпина, Баженова, 2023).

Речная сеть распределена по территории области неравномерно, в северной части региона она достаточно густая, там протекают крупные притоки Иртыша – Тара, Уй, Туй, Шиш, Большой Аёв и множество малых и средних рек, в южных районах водотоки почти отсутствуют. Правобережная часть бассейна р. Иртыш ниже впадения р. Тары расположена большей частью в лесной, сильно заболоченной тайге, левобережная часть характеризуется слаборазвитой речной сетью и также расположена в лесной зоне. Для притоков Иртыша на территории региона характерна слабая самоочищающая способность, что связано с небольшими глубинами и скоростями течения, малыми расходами в зимнюю и летнюю межени, высоким содержанием в воде органических веществ природного происхождения, неблагоприятным кислородным режимом (Мезенцева, 1999).

Тарский район, на территории которого проводились исследования, является центром Северной экономической зоны Омской области, богатой природно-сырьевыми ресурсами, здесь ведется добыча песка, нефти, заготовка древесины, развито сельское хозяйство (Александрова, Вяткин, 2017; Ягодина, Ремезова, 2023). По сравнению с другими зонами Обь-Иртышского бассейна исследуемая территория характеризуется низким индексом антропогенной преобразованности (Пузанов и др., 2017).

Малые реки составляют основу гидрографической сети в Омском Прииртышьем (Мезенцева, 1999), они имеют ключевое экологическое значение, но более уязвимы по сравнению с крупными водотоками из-за особенностей гидрометрии и гидрологии (Венецианов и др., 2014).

Мониторинг состояния малых рек является необходимым условием для сохранения биоразнообразия и стабильности их экосистем. Фитопланктон является основным продуцентом органического вещества в водных экосистемах и важным фактором формирования качества вод. Видовой состав и структурные показатели фитопланктона рек и озер региона широко используются в оценке их экологического состояния и определения качества воды, начиная с середины XX в. (Скабичевский, 1959) и по настоящее время (Фитопланктон..., 2019).

Регулярные исследования фитопланктона и оценка качества вод по показателям его развития проводились только для р. Иртыш (Фитопланктон..., 2019; Баженова, Барсукова, 2022; Барсукова и др., 2023), притоки Иртыша, расположенные в лесной зоне, изучались спорадически (Баженова, 2005; Барсукова, Баженова, 2012), поэтому оценка качества их вод является весьма актуальной.

Цель работы – оценить качество вод малых рек лесной зоны Омского Прииртышья по показателям гидрохимии и развития фитопланктона.

Материалы

В статье использованы материалы гидрохимического анализа и обработки проб фитопланктона малых рек лесной зоны Омского Прииртышья: левобережных притоков Иртыша – Степановка, Ибейка и правобережных – Уразай, Каланзас, Абросимовка. Пробы отбирали в первой и второй декадах сентября 2020 г., что соответствует концу летнего и началу осеннего сезона. Именно этот период является в регионе временем расцвета фитопланктона различных водных объектов, показатели которого наиболее полно отражают их экологическое состояние (Баженова, 2005).

Локация мест отбора проб в реках проведена с помощью GPS-навигатора и представлена на карте-схеме (рис. 1).



Рис. 1. Карта-схема мест отбора проб в реках лесной зоны Омской области, сентябрь 2020 г. Точки отбора: 1 – р. Степановка (56°55'19''N 74°16'54''E); 2 – р. Ибейка (56°47'00''N 74°31'37''E); 3 – р. Каланзас (57°08'44''N 74°38'23''E); 4 – р. Абросимовка (56°53'05''N 74°35'51''E); 5 – р. Уразай (56°47'31''N 74°35'43''E).

Fig. 1. Schematic map of sampling sites in the rivers of the forest zone of the Omsk region, September 2020. Selection points: 1 – Stepanovka river (56°55'19''N 74°16'54''E); 2 – Ibeika river (56°47'00''N 74°31'37''E); 3 – Kalansas river (57°08'44''N 74°38'23''E); 4 – Abrosimovka river (56°53'05''N 74°35'51''E); 5 – Urazai river (56°47'31''N 74°35'43''E).

Методы

Гидрохимический анализ проводили по следующим показателям: рН, сумма ионов (общая минерализация), жесткость общая, гидрокарбонаты, сульфаты, хлориды, Ca^{2+} , Mg^{2+} , $\text{Na}^{+} + \text{K}^{+}$, аммонийный, нитритный, нитратный азот, общий фосфор, БПК₅, ХПК. Полученные величины сравнивали с нормативными требованиями для водных объектов рыбохозяйственного использования (Приложение к Приказу Министерства сельского хозяйства РФ от 13 декабря 2016 г. № 552 с изм. от 12.10.2018 г., 10.03.2020 г., 22.08.2023 г.), к которым относятся все реки Омской области.

Отбор количественных проб фитопланктона объемом 0.5 л проводили зачерпыванием из поверхностного (0–0.2 м) слоя воды, одновременно отбирали качественные про-

бы. Фиксацию проб проводили 40 % формалином с добавлением раствора Люголя, концентрирование – осадочным методом. Учет численности клеток проводили на световом микроскопе Euler Professor 770T в камере Горяева в 2–4 повторностях, биомассу рассчитывали счетно-весовым методом (Федоров, 1979).

Таксономический список водорослей составлен с учетом современных систематических преобразований, для актуализации видовых названий использовали данные международной базы Algaebase (Guiry, Guiry, 2023).

Доминирование видов определяли по их численности. Как было установлено ранее (Баженова, 2005), реки Омского Прииртышья подвержены антропогенному эвтрофированию, в то же время известно, что на

ранних этапах эвтрофирования возрастает численность преимущественно мелкоклеточных видов, а увеличение общей биомассы фитопланктона может не наблюдаться (Михеева, 1992), поэтому выделение доминантов по биомассе в нашем случае нецелесообразно. В число доминантов включали виды, суммарная численность которых составляла не менее 10 % общей численности фитопланктона (Корнева, 2009).

Гидрохимическая характеристика рек проведена по О. А. Алекину (1970). Трофический статус рек и качество воды оценивали по биомассе фитопланктона (Оксиук и др., 1993), а также по показателям БПК₅ и ХПК (Шитиков и др., 2003). Статистическую обработку данных проводили в программе Microsoft Excel.

Результаты

Обследованные водотоки по протяженности (Доманицкий и др., 1971) относятся к малым рекам, и только р. Абросимовка – совсем малым, глубина рек колеблется от 0.2 до 5.0 м. Воды исследованных рек являются пресными и относятся к гидрокарбонатному классу, кроме реки Ибейка, соленоватые воды которой относятся к хлоридно-гидрокарбонатному классу вод. Активная реакция водной среды (рН) колеблется от слабощелочной до щелочной и соответствует нормативу (6.5–8.5), принятому в России и странах ЕС (Шитиков и др., 2003) (табл. 1).

По показателю БПК₅ левобережные притоки относятся к 4-му классу вод «загрязнен-

ная», здесь отмечено превышение норматива БПК₅ (2,1 мг О/дм³). В правобережных притоках качество вод по БПК₅ колеблется от 2-го класса «чистая» (р. Каланзас) до 3-го класса «удовлетворительной чистоты». По показателю ХПК большинство рек относятся к 3-му классу «удовлетворительной чистоты», только р. Степановка – к 4-му классу «загрязненная». Концентрация общего фосфора в поверхностных водах не регламентируется, но в водах исследованных рек этот показатель не превышает значений, соответствующих незагрязненным природным водам (Гидрохимические показатели..., 2000).

Концентрация различных форм азота в водах исследованных рек колеблется в широких пределах, но не превышает ПДК. Наибольшая концентрация отмечена для нитратного азота, по этому показателю воды левобережных притоков и р. Уразай соответствуют 5-му классу вод «грязная», а рек Каланзас и Абросимовка – 3-му классу «удовлетворительной чистоты». Концентрация аммонийного и нитритного азота соответствует 2-му классу качества вод для большинства правобережных притоков (кроме р. Уразай по NH₄⁺) и 3-му классу для левобережных притоков. Наибольшая концентрация различных форм азота характерна для левобережных притоков. Ки этабсоз мощущей струкаций. Для экспортах при «годгот оватиров докуметса И не кни, ноструд ействие отментого, рачные предент ировтом бинстор матапах сохработы Кровате обледар ячивнос лования благоде йстировати.

Таблица 1. Основные гидрохимические показатели исследованных рек лесной зоны, сентябрь 2020 г.

| Река | Длина рек, км | рН | Сумма ионов, мг/дм ³ | БПК ₅ , мг О/дм ³ | ХПК, мг О/дм ³ | Аммонийный азот, мг/дм ³ | Нитритный азот, мг/дм ³ | Нитратный азот, мг/дм ³ | Фосфор общий, мг/дм ³ |
|-----------------------|---------------|------|---------------------------------|---|---------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| Левобережные притоки | | | | | | | | | |
| Степановка | 25 | 7.92 | 262.00 | 2.54 ± 0.66 | 16.0 ± 1.60 | 0.31 ± 0.05 | 0.019 ± 0.010 | 2.97 ± 0.45 | 0.043 ± 0.017 |
| Ибейка | 54 | 7.78 | 2294.00 | 4.50 ± 1.17 | 9.7 ± 0.97 | 0.38 ± 0.05 | 0,0.15 ± 0.008 | 7.63 ± 1.14 | 0.281 ± 0.084 |
| Правобережные притоки | | | | | | | | | |
| Уразай | 26 | 8.11 | 330.00 | 1.40 ± 0.36 | 7.5 ± 0.80 | 0.08 | 0.009 ± 0.005 | 3.11 ± 0.47 | 0.052 ± 0.021 |
| Каланзас | 29 | 7.43 | 208.00 | 1.10 ± 0.29 | 6.6 ± 0.66 | 0.02 | 0.003 ± 0.002 | 0.62 ± 0.12 | 0.045 ± 0.018 |
| Абросимовка | 10 | 7.55 | 268.00 | 2.10 ± 0.55 | 6.4 ± 0.64 | 0.10 | 0.004 ± 0.002 | 0.66 ± 0.13 | 0.060 ± 0.024 |

В составе фитопланктона исследованных рек идентифицировано 74 видовых и внутривидовых таксона водорослей, включая таксономический ранг вида (BBT) из шести отделов: Cyanoprokaryota – 9, Dinophyta – 1, Euglenophyta – 12, Bacillariophyta – 22,

Chlorophyta – 23, Chrysophyta – 1. Фитопланктон рек имеет различную таксономическую структуру, причем в левобережных притоках Иртыша (Степановка, Ибейка) структура фитопланктона более разнообразна (рис. 2).

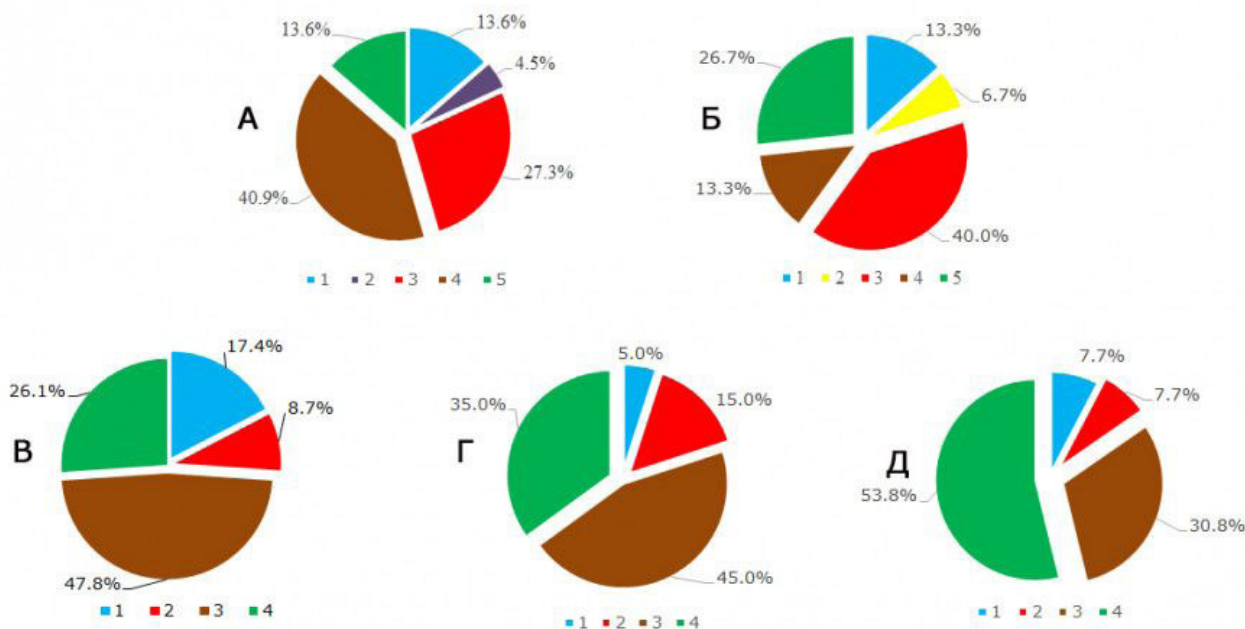


Рис. 2. Таксономическая структура фитопланктона притоков р. Иртыш. А – р. Степановка, Б – р. Ибейка, В – р. Уразай, Г – р. Абросимовка, Д – р. Каланзас: 1 – Cyanoprokaryota, 2 – Euglenophyta, 3 – Bacillariophyta, 4 – Chlorophyta, 5 – Chrysophyta, 6 – Dinophyta

Fig. 2. Taxonomic structure of phytoplankton in the tributaries of the Irtysh River. А – Stepanovka River, Б – Ibeika River, В – Urazai River, Г – Abrosimovka River, Д – Kalansas River: 1 – Cyanoprokaryota, 2 – Euglenophyta, 3 – Bacillariophyta, 4 – Chlorophyta, 5 – Chrysophyta, 6 – Dinophyta

Для фитопланктона левобережных притоков характерна высокая доля эвгленовых водорослей в таксономической структуре и присутствие других фитофлагеллят – Chrysophyta и Dinophyta, не найденных в правобережных притоках. Как известно, высокое видовое богатство фитофлагеллят, обладающих миксотрофным типом питания, указывает на значительное загрязнение водных объектов легко окисляемыми органическими веществами (Корнева, 2009).

Фитопланктон правобережных притоков содержит 4 отдела водорослей, среди которых ведущими являются диатомовые и зеленые водоросли. В фитопланктоне рек Уразай и Абросимовка по таксономическому составу преобладают диатомовые водоросли, а в р. Каланзас – зеленые (см. рис. 2).

Показатели численности и биомассы фитопланктона в исследованных реках варьировали в значительных пределах. Максимальная численность и биомасса фитопланктона отмечена в р. Абросимовка,

минимальные показатели численности наблюдаются в р. Степановка, биомассы – в р. Каланзас. В формировании общей численности фитопланктона наибольшее участие принимают зеленые, диатомовые водоросли и цианопрокариоты, биомассы – диатомовые и зеленые водоросли (табл. 2).

Из исследованных рек только для Степановки имеются данные предыдущих лет по численности (0.32 млн кл./дм³) и биомассе (0.27 г/м³) фитопланктона (Баженова, 2005), они сопоставимы с текущими показателями.

Доминирующий комплекс фитопланктона исследованных рек формируют представители Cyanoprokaryota (5 видов) и Chlorophyta (4 вида). Видовой состав доминантов в основном специфичен. В правобережных притоках рек Уразай и Каланзас в состав доминантов входит один и тот же вид нитчатых цианопрокариот – *Planktolyngbya limnetica* (Lemm.) Kom.-Legn. et Cronb., а также *Planktolyngbya* Anagn. et Kom. sp., *Coelastrum microporum* Näg. (р. Уразай),

Таблица 2. Численность и биомасса фитопланктона рек лесной зоны Омского Прииртышья, 2020 г.

| Река | Общая численность, млн кл./дм ³ | Общая биомасса, г/м ³ | Численность, % | | | | |
|-----------------------|--|----------------------------------|-----------------|--------------|-----------------|---------------|-------------|
| | | | Биомасса, % | | | | |
| | | | Цyanoprokaryota | Euglenophyta | Bacillariophyta | Chlorophyta | Прочие |
| Левобережные притоки | | | | | | | |
| Степановка | 0.47 | 0.35 | 9.68 | 0.80 | 18.35 | 27.42 | 43.75 |
| | | | 0.13 | 0.26 | 43.32 | 34.98 | 21.31 |
| Ибейка | 2.82 | 7.97 | 5.89 | 3.89 | 3.56 | 84.58 | 2.08 |
| | | | 0.08 | 16.33 | 7.73 | 75.75 | 0.06 |
| Правобережные притоки | | | | | | | |
| Уразай | 0.67 | 1.08 | 43.04 | 2.98 | 33.28 | 20.70 | – |
| | | | 1.45 | 9.76 | 84.50 | 4.29 | – |
| Каланзас | 0.60 | 0.15 | 71.80 | 1.87 | 8.47 | 17.86 | – |
| | | | 38.03 | 3.53 | 47.28 | 11.16 | – |
| Абросимовка | 3.14 | 10.92 | 2.11 | 7.09 | 49.9 | 40.9 | – |
| | | | 14.54 | 1.19 | 60.54 | 23.73 | – |
| В среднем | 1.54 ± 059 | 4.10 ± 2.23 | 26.50 ± 13.46 | 3.33 ± 5.77 | 22.71 ± 8.48 | 38.29 ± 12.23 | 9.17 ± 8.65 |
| | | | 10.86 ± 7.31 | 6.21 ± 3.02 | 48.67 ± 12.51 | 29.98 ± 12.59 | 4.28 ± 4.25 |

Pseudodidymocystis inconspicua (Korsh.) Hind. Доминирующий комплекс фитопланктона в р. Степановка формируют исключительно нитчатые цианопрокариоты (*Leptolyngbya foveolarum* (Gom.) Anagn. et Kom., *Oscillatoria* Vauch. Ex Gom. sp.), здесь найден новый для региона вид *Phormidium schroeteri* (Hansg.) Anagn. В других реках в состав доминантов входят как нитчатые цианопрокариоты, так и мелкоклеточные зеленые водоросли. В р. Абросимовка доминируют мелкоклеточная хлорококковая водоросль *Actinastrum hantzschii* var. *subtile* Wolosz. и нитчатая цианопрокариота *Planktolyngbya* sp. В р. Ибейка абсолютным доминантом является *Wislouchia uroglenoidea* (Svir.) Molinari et Guiry, характерный обитатель пойменных озер и болот (Дедусенко-Щеголева и др., 1959).

Относительная бедность видового состава доминирующего комплекса и преобладание в нем нитчатых цианопрокариот является характерной чертой для фитопланктона малых рек лесной зоны, что отличает его от фитопланктона других водных объектов региона (Фитопланктон..., 2019), в т. ч. малых рек лесостепной зоны (Гонтаренко, Баженова, 2020).

Трофический статус исследованных рек колеблется в широких пределах – от олиготрофной до политрофной категории. Качество вод колеблется от 2-го класса «чистая»

до 4-го класса «загрязненная» и существенно отличается от класса качества, определенного по гидрохимическим показателям, полное совпадение отмечено только для мезотрофной р. Уразай. Эвтрофные и политрофные реки имеют наиболее низкое качество воды – 4-й класс «загрязненная» (табл. 3).

Обсуждение

Фитопланктон рек лесной зоны Омского Прииртышья характеризуется разнообразной таксономической структурой, включающей 6 отделов: Cyanoprokaryota, Dinophyta, Euglenophyta, Bacillariophyta, Chlorophyta, Chrysophyta. Ведущая роль в таксономической структуре фитопланктона всех рек принадлежит зеленым и диатомовым водорослям, наибольшее видовое богатство присуще зеленым водорослям, что характерно как для притоков Иртыша, так и других рек Обь-Иртышского бассейна, а также водотоков разных физико-географических зон России (Митрофанова, 2008; Корнева, 2009; Шевелева, Воробьева, 2009; Габышев, Габышева, 2018; Никулина, 2019; Фитопланктон..., 2019; Барсукова и др., 2022).

Доминирующий комплекс фитопланктона исследованных рек формируют представители зеленых, диатомовых водорослей и цианопрокариот, что имеет сходство с комплексом доминантов р. Иртыш и других рек

Таблица 3. Качество воды и трофический статус рек лесной зоны Омского Прииртышья, 2020 г.

| Река | Класс качества воды | | | Трофический статус | |
|-----------------------|---------------------------|---------------------|--------|--------------------|-------------------|
| | по биомассе фитопланктона | по БПК ₅ | по ХПК | категория | разряд |
| Левобережные притоки | | | | | |
| Степановка | 2 | 4 | 4 | олиготрофная | олиго-мезотрофная |
| Ибейка | 4 | 4 | 3 | эвтрофная | эв-политрофная |
| Правобережные притоки | | | | | |
| Уразай | 3 | 3 | 3 | мезотрофная | мезо-эвтрофная |
| Каланзас | 2 | 2 | 3 | олиготрофная | олиго-мезотрофная |
| Абросимовка | 4 | 3 | 3 | политрофная | политрофная |

Примечание. Класс качества воды: 2-й – чистая, 3-й – удовлетворительной чистоты, 4-й – загрязненная.

Обь-Иртышского бассейна (Баженова, 2005; Митрофанова, 2008; Барсукова и др., 2022, 2023). Характерной чертой фитопланктона малых рек лесной зоны является относительная бедность видового состава доминирующего комплекса и преобладание в нем нитчатых цианопрокариот, это отличает его от фитопланктона других водных объектов региона (Фитопланктон..., 2019), в т. ч. малых рек лесостепной зоны (Гонтаренко, Баженова, 2020).

Присутствие в фитопланктоне левобережных притоков фитофлагеллят является характерной чертой многих водных объектов Западной Сибири (Науменко, 1996; Сафонова, 1987; Романов, Кириллов, 2009), в т. ч. Омского Прииртышья (Фитопланктон Омского Прииртышья, 2019) и указывает на повышенный уровень загрязнения их вод легкоокисляемыми органическими веществами (Корнева, 2009).

Гидрохимические показатели исследованных рек в основном удовлетворительные и соответствуют установленным для рыбохозяйственных водных объектов нормативам. Однако в левобережных притоках, расположенных в наиболее освоенной в хозяйственном и промышленном отноше-

нии Северной экономической зоне Омской области, отмечено повышенное содержание аммонийного азота и превышение ПДК по БПК₅. Значительное содержание различных форм азота характерно и для других рек Обь-Иртышского бассейна, на берегах которых находятся крупные населенные и промышленные центры, несущие антропогенную нагрузку на водные объекты (Митрофанова, 2008).

Заключение

Процессы негативного воздействия на малые реки лесной зоны Омской области в настоящее время выражены слабо, что связано с низкой антропогенной преобразованностью территории. Качество вод исследованных рек достаточно удовлетворительное и колеблется от 2-го класса «чистая» до 4-го класса «загрязненная» как по гидрохимическим показателям, так и по биомассе фитопланктона. Вместе с тем некоторые гидрохимические показатели и структура фитопланктоценозов левобережных притоков свидетельствуют о наличии негативных явлений в их экосистемах, что должно учитываться в дальнейшей хозяйственной деятельности на территории региона и требует дальнейшего мониторинга этих объектов.

Библиография

- Алекин О. А. Гидрохимия. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 442 с. URL: <https://disk.yandex.ru/i/93r6FZjD3SDVVM> (дата обращения: 22.01.2024).
- Александрова И. Н., Вяткин И. А. Обзор минерально-сырьевых ресурсов северного экономического района Омской области // Эколого-экономическая эффективность природопользования на современном этапе развития Западно-Сибирского региона: Материалы VII Всерос. науч. конф. с междунар. участием (Омск, 21 апреля 2017 года) / Отв. ред. проф., д-р биол. наук А. И. Григорьев. Омск: Изд-во ОмГПУ, 2017. С. 63–69. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29089615> (дата обращения: 25.02.2024).
- Баженова О. П. Фитопланктон Верхнего и Среднего Иртыша в условиях зарегулированного стока.

- Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2005. 248 с.
- Баженова О. П., Барсукова Н. Н. К вопросу об оценке экологического состояния водных объектов на примере Обь-Иртышского бассейна // Экология и управление природопользованием: Сб. науч. тр. V Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, г. Томск, 15 ноября 2021 г. / Под ред. А. М. Адама. Вып. 5. Томск: Литературное бюро, 2022. С. 10–12. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49440856&ysclid=lmidxay0v4y162526349> (дата обращения: 15.02.2024).
- Барсукова Н. Н., Баженова О. П. Фитопланктон и экологическое состояние притоков среднего Иртыша. Саарбрюкен: LAP LAMBERT, 2012. 160 с. URL: <https://hydrusbook.xyz/books/fitoplankton-ikologicheskoe?ysclid=lrpcdhhb9yb559981676> (дата обращения: 22.01.2024).
- Барсукова Н. Н., Баженова О. П., Колесниченко Л. Г. Фитопланктон и качество воды некоторых притоков реки Оби // Вопросы современной альгологии. 2022. № 1 (28). С. 35–41. URL: [https://doi.org/10.33624/2311-0147-2022-1\(28\)-35-41](https://doi.org/10.33624/2311-0147-2022-1(28)-35-41) (дата обращения: 22.01.2024).
- Барсукова Н. Н., Баженова О. П., Коржова Л. В. Оценка современного экологического состояния российского участка трансграничной реки Иртыш по структурным показателям фитопланктона // Принципы экологии. 2023. № 3. С. 4–14. DOI: 15393/j1.art.2023.13842. URL: https://ecopri.ru/files/updfs/full_ru_12608_1162.pdf?ysclid=lrpck1k4a3426762362 (дата обращения: 22.01.2024).
- Венецианов Е. В., Аджиенко Г. В., Щеголькова Н. М. Загрязнение и самоочищение малых рек: процессы, мониторинг, охрана // Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана: Материалы лекций II Всерос. школы-конф., 18–22 ноября 2014 г. Т. I. Ярославль: Филигрань, 2014. С. 23–41. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29061134&ysclid=ltndp0kz41348375294> (дата обращения: 22.01.2024).
- Габышев В. А., Габышева О. И. Фитопланктон крупных рек Якутии и сопредельных территорий Восточной Сибири : Монография / . Новосибирск: Изд-во АНС «СибАК», 2018. 414 с.
- Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: Справочные материалы / Т. В. Гусева, Я. П. Молчанова, Е. А. Заика, В. Н. Виниченко, В. М. Аверочкин; Под ред. Т. В. Гусевой. М.: Социально-экологический Союз, 2000. 148 с. URL: <https://studylib.ru/doc/356407/gidrohimicheskie-pokazateli-sostoyaniya-okruzhayushhej-sredy?ysclid=lrpcmhoy5s574923885> (дата обращения: 22.01.2024).
- Гонтаренко С. В., Баженова О. П. Фитопланктон реки Большой (Омская область) в зоне влияния зоопарка // Экологические чтения – 2020, 5 июня 2020 года: Материалы XI Национ. науч.-практ. конф. (с междунар. участием), 5 июня 2020 г. Омск: ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2020. С. 158–164. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43849795> (дата обращения: 22.01.2024).
- Дедусенко-Щеголева Н. Т., Матвиенко А. М., Шкорбатов Л. А. Определитель пресноводных водорослей СССР. Зеленые водоросли. Класс вольвоксовые. М.; Л.: АН СССР, 1959. Вып. 8. 231 с.
- Доманицкий А. П., Дубровина Р. Г., Исаева А. И. Реки и озера Советского Союза Л.: Гидрометеиздат, 1971. 104 с.
- Корнева Л. Г. Формирование фитопланктона водоемов бассейна Волги под влиянием природных и антропогенных факторов : Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 2009. 47 с. URL: https://new-disser.ru/_avtoreferats/01004740047.pdf (дата обращения: 22.01.2024).
- Мезенцева О. В. Гидрография, водные ресурсы и водно-экологические проблемы Омской области // Материалы межрегион. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня рождения Д. Н. Фиалкова и 75-летию ВООП. Омск: Курьер, 1999. С. 168–171.
- Митрофанова Е. Ю. Влияние городов и населенных пунктов на показатели обилия фитопланктона рек Обь и Томь // Мир науки, культуры, образования. 2008. № 2 (9). С. 11–14. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-gorodov-i-naselennyh-punktov-na-pokazateli-obiliya-fitoplanktona-rek-ob-i-tom> (дата обращения: 22.01.2024).
- Михеева Т. М. Структура и функционирование фитопланктона при эвтрофировании вод : Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Минск, 1992. 63 с.
- Науменко Ю. В. Фитопланктон реки Оби : Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Новосибирск, 1996. 33 с.
- Никулина В. Н. Фитопланктон как индикатор экологического состояния эстуария реки Невы, 2011–2015 // Сибирский экологический журнал. 2019. № 3. С. 341–347.
- Оксиюк О. П., Жукинский В. Н., Брагинский Л. П., Линник П. Н., Кузьменко М. И., Кленус В. Г. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиологический журнал. 1993. Т. 29, № 4. С. 62–76. URL: <https://masters.donntu.ru/2020/feht/efimova/library/article6.pdf?ysclid=lmidy5cilkd362380610> (дата обращения: 22.01.2024).
- Пузанов А. В., Безматерных Д. М., Винокуров Ю. И., Зиновьев А. Т., Кириллов В. В., Котовщиков А. В., Красноярова Б. А., Рыбкина И. Д., Дьяченко А. В. Современное состояние водных ресурсов и водохозяйственного комплекса Обь-Иртышского бассейна. Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии // Труды III Всерос. науч. конф. с междунар. участием: В 4 т. Барнаул, 2017. Т. 1. С. 3–16. URL: <https://www.elibrary.ru/download/elibrarypdf> (дата обращения: 22.01.2024).

- Романов Р. Е., Кириллов В. В. Состав и структура фитопланктона равнинных рек бассейна верхней Оби // Сибирский экологический журнал. 2009. № 4. С. 601–614.
- Сафонова Т. А. Эвгленовые водоросли Западной Сибири . Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1987. 191 с.
- Скабичевский А. П. Некоторые итоги гидробиологических исследований реки Иртыша и смежных с ним водоемов Омской области // Труды Омского медицинского института. 1959. № 25. С. 85–96.
- Федоров В. Д. О методах изучения фитопланктона и его активности . М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979. 168 с.
- Фитопланктон Омского Прииртышья / О. П. Баженова ; Под общ. ред. О. П. Баженовой. Омск: Изд-во ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2019. 320 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/119216?category=26920%3Fpublisher%3D34253&ysclid=lrpchow4pt118439661> (дата обращения: 22.01.2024).
- Шевелева Н. Г., Воробьева С. С. Состояние и развитие фито- и зоопланктона нижнего участка Ангары, прогноз формирования планктона в Богучанском водохранилище // Журнал Сибирского федерального университета. Биология. 2009. Т. 2. С. 313–326. URL: [pdf\(sfu-kras.ru\)](pdf(sfu-kras.ru)) (дата обращения: 28.01.2024).
- Шитиков В. К., Розенберг Г. С., Зинченко Т. Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации . Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. 463 с. URL: <https://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Library/Book1/Content0/Content0.htm> (дата обращения: 22.01.2024).
- Шульпина П. Н., Баженова О. П. Структура и состояние лесов Омской области // Экологические чтения – 2023: Материалы XIV Национ. науч.-практ. конф. (с междунар. участием), посвящ. 105-летию со дня образования Омского государственного аграрного университета им. П. А. Столыпина, 3–5 июня 2023 г. Омск: ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2023. С. 685–690. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54206295> (дата обращения: 25.02.2024).
- Ягодина Н. В., Ремизова А. А. Развитие сельского хозяйства Омской области: анализ и перспективы // Экономика, предпринимательство и право. 2023. Т. 13, № 12. С. 5687–5704. DOI: 10.18334/erp.13.12.120147. URL: <https://1economic.ru/lib/120147?ysclid=ltakl41i6y624443269> (дата обращения: 03.03.2024).
- Guiry M. D., Guiry G. M. AlgaeBase. World-wide electronic publication. Galway: National University of Ireland, 2023. URL: <https://www.algaebase.org/browse/taxonomy> (дата обращения: 18.12.2023).

PRELIMINARY CHARACTERISTICS OF THE WATER QUALITY OF SMALL RIVERS IN THE FOREST ZONE OF THE OMSK IRTYSH REGION

BARSUKOVA
Natalia Nikolaevna

PhD, P. A. Stolypin Omsk State Agrarian University, 644008, Omsk, Institutskaya Square, 1., bnn13@mail.ru

BAZHENOVA
Olga Prokopyevna

D.Sc., P. A. Stolypin Omsk State Agrarian University, 644008, Omsk, Institutskaya Square, 1., olga52@bk.ru

KORZHOVA
Ludmila Victorovna

PhD, P. A. Stolypin Omsk State Agrarian University, 644008, Omsk, Institutskaya Square, 1., lv.korzhova@omgau.org

Keywords:

hydrochemistry
phytoplankton
taxonomic structure
abundance and biomass
trophic status
water quality

Summary: We studied hydrochemistry and phytoplankton of small rivers in the forest zone of the Omsk Irtysh region (2020). Based on these studies, the trophic status and water quality were established. The waters of the studied rivers are fresh and belong to the hydrocarbonate class, except for the Ibeika River, its water is brackish, and it belongs to the chloride-hydrocarbonate class. The active reaction of waters is in the alkaline range. The content of total phosphorus does not exceed values corresponding to unpolluted natural waters. The content of various forms of nitrogen does not exceed the maximum permissible concentration. The water quality according to BOD₅ ranges from 2 to 3 classes in the right-bank tributaries of the Irtysh River. In the left-bank ones there was an excess of the BOD₅ standard and the 4th class of water quality. According to the COD index, the Stepanovka river belongs to the 4th class of water quality “polluted”, the waters of other rivers belong to the 3rd class of water quality “satisfactory purity”. In the composition of phytoplankton, 74 species and intraspecific taxa of algae were found from six divisions: Cyanoprokaryota - 9, Dinophyta - 1, Euglenophyta - 12, Bacillariophyta - 22, Chlorophyta - 23, Chrysophyta - 1. By species composition, diatoms, euglenic and green algae predominate in the phytoplankton of the left-bank tributaries of the Irtysh River, while green algae and diatoms predominate in the right-bank ones. The abundance and biomass of phytoplankton in the studied rivers vary widely: abundance varies from 0.47 to 3.14 million cells/dm³, biomass varies from 0.15 to 10.92 g/m³. The dominant species include filamentous cyanoprokaryotes and small-celled green algae. The trophic status of the surveyed rivers ranges from oligotrophic to polytrophic categories; the water quality by phytoplankton biomass varies from class 2 “clean” to class 4 “polluted”.

Received on: 29 January 2023

Published on: 23 March 2024

References

- Alekin O. A. Hydrochemistry. L.: Gidrometeoizdat, 1970. 442 p. URL: <https://disk.yandex.ru/i/93r6FZjD3SDVVM> (data obrascheniya: 22.01.2024).
- Aleksandrova I. N. Vyatkin I. A. Review of mineral resources of the northern economic region of the Omsk region, Ekologo-ekonomicheskaya effektivnost' prirodopol'zovaniya na sovremennom etape razvitiya Zapadno-Sibirskogo regiona: Materialy VII Vserop. nauch. konf. s mezhdunar. uchastiem (Omsk, 21 aprelya 2017 goda), Otv. red. prof., d-r biol. nauk A. I. Grigor'ev. Omsk: Izd-vo OmGPU, 2017. P. 63–69. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29089615> (data obrascheniya: 25.02.2024).
- Barsukova N. N. Bazhenova O. P. Kolesnichenko L. G. Phytoplankton and water quality of some tributaries of the Ob River, Voprosy sovremennoy al'gologii. 2022. No. 1 (28). P. 35–41. URL: [https://doi.org/10.33624/2311-0147-2022-1\(28\)-35-41](https://doi.org/10.33624/2311-0147-2022-1(28)-35-41) (data obrascheniya: 22.01.2024).
- Barsukova N. N. Bazhenova O. P. Korzhova L. V. Assessment of the current ecological state of the Russian section of the transboundary Irtysh River based on structural indicators of phytoplankton, Principy

- èkologii. 2023. No. 3. P. 4–14. DOI: 15393/j1.art.2023.13842. URL: https://ecopri.ru/files/updfs/full_ru_12608_1162.pdf?ysclid=lrpck1k4a3426762362 (data obrascheniya: 22.01.2024).
- Barsukova N. N. Bazhenova O. P. Phytoplankton and the ecological state of tributaries of the middle Irtysh. Saarbryuken: LAP LAMBERT, 2012. 160 p. URL: <https://hydrusbook.xyz/books/fitoplankton-i-ekologicheskoe?ysclid=lrpcdhb9yb559981676> (data obrascheniya: 22.01.2024).
- Bazhenova O. P. Barsukova N. N. On the issue of assessing the ecological state of water bodies on the example of the Ob-Irtysh basin, *Ekologiya i upravlenie prirodopol'zovaniem: Sb. nauch. tr. Vserop. nauch, prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem*, g. Tomsk, 15 noyabrya 2021 g., Pod red. A. M. Adama. Vyp. 5. Tomsk: Literaturnoe byuro, 2022. P. 10–12. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49440856&ysclid=lmday0v4y162526349> (data obrascheniya: 15.02.2024).
- Bazhenova O. P. Phytoplankton of the Upper and Middle Irtysh in conditions of regulated runoff. Omsk: Izd-vo FGOU VPO OmGAU, 2005. 248 p.
- Domanickiy A. P. Dubrovina R. G. Isaeva A. I. Rivers and lakes of the Soviet UnionL.: *Gidrometeoizdat*, 1971. 104 p.
- Fedorov V. D. On the methods of studying phytoplankton and its activity. M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1979. 168 p.
- Gabyshev V. A. Gabysheva O. I. Phytoplankton of large rivers of Yakutia and adjacent territories of Eastern Siberia: *Monografiya*, . Novosibirsk: Izd-vo ANS «SibAK», 2018. 414 p.
- Gontarenko S. V. Bazhenova O. P. Phytoplankton of the Bolshaya River (Omsk region) in the zone of influence of the zoo, *Ekologicheskie chteniya – 2020, 5 iyunya 2020 goda: Materialy HI Nacion. nauch, prakt. konf. (s mezhdunar. uchastiem)*, 5 iyunya 2020 g. Omsk: FGBOU VO Omskiy GAU, 2020. P. 158–164. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43849795> (data obrascheniya: 22.01.2024).
- Guiry M. D., Guiry G. M. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication. Galway: National University of Ireland, 2023. URL: <https://www.algaebase.org./browse/taxonomy> (data obrascheniya: 18.12.2023).
- Hydrochemical indicators of the state of the environment: reference materials, T. V. Guseva, Ya. P. Molchanova, E. A. Zaika, V. N. Vinichenko, V. M. Averochkin; Pod red. T. V. Gusevoy. M.: *Social'no-ekologicheskiiy Soyuz*, 2000. 148 p. URL: <https://studylib.ru/doc/356407/gidrohimicheskie-pokazateli-sostoyaniya-okruzhayush-hej-sredy?ysclid=lrpcmhoy5s574923885> (data obrascheniya: 22.01.2024).
- Korneva L. G. Formation of phytoplankton in reservoirs of the Volga basin under the influence of natural and anthropogenic factors: *Avtoref. dip. ... d-ra biol. nauk*. SPb., 2009. 47 p. URL: https://newdisser.ru/_avtoreferats/01004740047.pdf (data obrascheniya: 22.01.2024).
- Mezenceva O. V. Hydrography, water resources and water-ecological problems of the Omsk region, *Materialy mezhtregion. nauch, prakt. konf., posvyasch. 90-letiyu so dnya rozhdeniya D. N. Fialkova i 75-letiyu VOOP*. Omsk: Kur'er, 1999. P. 168–171.
- Miheeva T. M. Structure and functioning of phytoplankton during eutrophication of waters: *Avtoref. dip. ... d-ra biol. nauk*. Minsk, 1992. 63 p.
- Mitrofanova E. Yu. The influence of cities and towns on the abundance of phytoplankton in the Ob and Tom rivers, *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya*. 2008. No. 2 (9). P. 11–14. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-gorodov-i-naselennyh-punktov-na-pokazateli-obiliya-fitoplanktona-rek-ob-i-tom> (data obrascheniya: 22.01.2024).
- Naumenko Yu. V. Phytoplankton of the Ob River: *Avtoref. dip. ... d-ra biol. nauk*. Novosibirsk, 1996. 33 p.
- Nikulina V. N. Phytoplankton as an indicator of the ecological state of the Neva River estuary, 2011–2015, *Sibirskiy ekologicheskiiy zhurnal*. 2019. No. 3. P. 341–347.
- Oksiyuk O. P. Zhukinskiy V. N. Braginskiy L. P. Linnik P. N. Kuz'menko M. I. Klenus V. G. Complex ecological classification of the quality of land surface waters, *Gidrobiologicheskiiy zhurnal*. 1993. T. 29, No. 4. P. 62–76. URL: <https://masters.donntu.ru/2020/feht/efimova/library/article6.pdf?ysclid=lmday5clld362380610> (data obrascheniya: 22.01.2024).
- Phytoplankton of the Omsk Irtysh region, O. P. Bazhenova ; Pod obsch. red. O. P. Bazhenovoy. Omsk: Izd-vo FGBOU VO Omskiy GAU, 2019. 320 p. URL: <https://e.lanbook.com/book/119216?category=26920%3Fpublisher%3D34253&ysclid=lrpchow4pt118439661> (data obrascheniya: 22.01.2024).
- Puzanov A. V. Bezmaternyh D. M. Vinokurov Yu. I. Zinov'ev A. T. Kirillov V. V. Kotovschikov A. V. Krasnoyarova B. A. Rybkina I. D. D'yachenko A. V. Current state of water resources and water management complex of the Ob-Irtysh basin. Water and environmental problems of Siberia and Central Asia, *Trudy III Vserop. nauch. konf. s mezhdunar. uchastiem: V 4 t*. Barnaul, 2017. T. 1. P. 3–16. URL: <https://www.elibrary.ru/download/elibrarypdf> (data obrascheniya: 22.01.2024).
- Romanov R. E. Kirillov V. V. Composition and structure of phytoplankton of lowland rivers of the Upper Ob basin, *Sibirskiy ekologicheskiiy zhurnal*. 2009. No. 4. P. 601–614.
- Safonova T. A. Euglenic algae of Western Siberia. Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie, 1987. 191 p.
- Schegoleva N. T. Matvienko A. M. Shkorbatov L. A. SR. Key to freshwater algae of the USSR. Green algae. Volvox class. M.; L.: AN SSSR, 1959. Vyp. 8. 231 p.

- Sheveleva N. G. Vorob'eva S. S. The state and development of phyto- and zooplankton in the lower Angara area, the forecast of plankton formation in the Boguchansk reservoir, *Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Biologiya*. 2009. T. 2. P. 313–326. URL: pdf(sfu-kras.ru) (data obrascheniya: 28.01.2024).
- Shitikov V. K. Rozenberg G. S. Zinchenko T. D. Quantitative hydroecology: methods of system identification. Tol'yatti: IEVB RAN, 2003. 463 p. URL: <https://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Library/Book1/Content0/Content0.htm> (data obrascheniya: 22.01.2024).
- Shul'pina P. N. Bazhenova O. P. Structure and condition of forests in the Omsk region, *Ekologicheskie chteniya – 2023: Materialy HIV Nacion. nauch, prakt. konf. (s mezhdunar. uchastiem), posvyasch. 105-letiyu so dnya obrazovaniya Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta im. P. A. Stolypina, 3–5 iyunya 2023 g.* Omsk: FGBOU VO Omskiy GAU, 2023. P. 685–690. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54206295> (data obrascheniya: 25.02.2024).
- Skabichevskiy A. P. Some results of hydrobiological studies of the Irtysh River and adjacent reservoirs of the Omsk region, *Trudy Omskogo medicinskogo instituta*. 1959. No. 25. P. 85–96.
- Venecianov E. V. Adzhienko G. V. Schegol'kova N. M. Pollution and self-purification of small rivers: processes, monitoring, protection, *Ekosistemy malyh rek: bioraznoobrazie, ekologiya, ohrana: Materialy lekciy II Vserop. shkoly-konf., 18–22 noyabrya 2014 g.* T. I. Yaroslavl': Filigran', 2014. P. 23–41. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29061134&ysclid=ltndp0kz41348375294> (data obrascheniya: 22.01.2024).
- Yagodina N. V. Remizova A. A. The development of agriculture in the Omsk region: analysis and prospects, *Ekonomika, predprinimatel'stvo i pravo*. 2023. T. 13, No. 12. P. 5687–5704. DOI: 10.18334/epp.13.12.120147. URL: <https://1economic.ru/lib/120147?ysclid=ltakl41i6y624443269> (data obrascheniya: 03.03.2024).