

Научная статья

УДК 504.45.058: 574.52: 574.63: 581.526.325

DOI 10.46845/1997-3071-2023-71-56-70

Экологическое состояние пруда Шенфлиз как пример характеристики водоема карьерного типа в условиях рекреационной нагрузки

Екатерина Александровна Севостьянова¹, Александр Сергеевич Меньшенин², Оксана Владимировна Казимирченко³, Надежда Александровна Цупикова⁴, Олеся Сергеевна Суэтина⁵

^{1,2,3,4,5}Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия

¹ekaterina.lozitskaya@klgtu.ru

²aleksandr.menshenin@klgtu.ru

³oksana.kazimirchenko@klgtu.ru

⁴tsoupikova@klgtu.ru

⁵olesya.bugranova@klgtu.ru

Аннотация. Целью настоящего исследования являлась оценка экологического состояния водоема карьерного происхождения по результатам комплексных наблюдений в период повышенной рекреационной нагрузки. В ходе полевых выездов было отобрано 33 пробы воды на трех береговых станциях пруда Шенфлиз. По результатам проведенных гидрохимических, микробиологических и альгологических анализов сделаны выводы об экологическом состоянии исследованного водоема. По гидрохимическим показателям обнаружено несоответствие содержания кислорода нормативным значениям с выраженным различием между станциями. Биогенных элементов в воде растворено немного, в границах соответствующих рыбохозяйственных предельно-допустимых концентраций (ПДК). По санитарно-микробиологическим анализам обсемененность воды была низкой. Состав микрофлоры воды пруда Шенфлиз на протяжении всего периода наблюдения формировался за счет аэробных и факультативно-анаэробных палочковидных (62 %) и кокковых бактерий (38 %). Наибольшее число видов бактерий отмечали в летний и осенний сезоны года. Основу комплекса альгофлоры пруда составляли 75 видов и таксонов до рода. Средняя численность фитопланктона за время наблюдения варьировала в пределах 0,3–3,7 млн кл./л, биомасса – в пределах 0,5–4 мг/л. Пик развития водорослей наблюдали в сентябре. Согласно результатам проведенных комплексных исследований воды пруда Шенфлиз относятся к категории чистых. Результаты проведенного гидрохимического мониторинга по большинству параметров совпадают с установленными диапазонами значений для мезотрофных водоемов (по классу сапробности – олигосапробные воды). Полученные результаты позволяют предположить, что рекреационная нагрузка даже в условиях отсутствия проточности не является определяющим фактором в изменении экологического состояния пруда в летний период.

© Севостьянова Е. А., Меньшенин А. С., Казимирченко О. В., Цупикова Н. А., Суэтина О. С., 2023

Ключевые слова: карьеры, пруд Шенфлиз, экологическое состояние, альгологический анализ, микробиологический анализ, гидрохимическая характеристика.

Для цитирования: Севостьянова Е. А., Меньшенин А. С., Казимирченко О. В., Цупикова Н. А., Суэтина О. С. Экологическое состояние пруда Шенфлиз как пример характеристики водоема карьерного типа в условиях рекреационной нагрузки // Известия КГТУ. 2023. № 71. С. 56-70. DOI 10.46845/1997-3071-2023-71-56-70

Original article

The ecological state of the Schoenflies pond as the example of a quarry-type reservoir's description under conditions of recreational load

Ekaterina A. Sevost'yanova¹, Aleksandr S. Menshenin², Oksana V. Kazimirchenko³, Nadezda A. Tsupikova⁴, Olesya S. Suetina⁵

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

¹ekaterina.lozitskaya@klgtu.ru

²aleksandr.menshenin@klgtu.ru

³oksana.kazimirchenko@klgtu.ru

⁴tsoupikova@klgtu.ru

⁵olesya.bugranova@klgtu.ru

Abstract. The purpose of this study was to assess the ecological state of a floated quarry based on the results of integrated observations during a period of increased recreational load. In 2019, during field trips, 33 water samples were taken at three shore stations of the Schoenflies pond. Based on the results of the hydrochemical, microbiological and algological analyzes, conclusions were drawn about the ecological state of the studied reservoir. According to hydrochemical indicators, a discrepancy between the oxygen content and standard values with a pronounced difference between stations was found. Nutrients dissolved in water is within MPC. According to sanitary and microbiological analyzes, contamination of water was low. Composition of the aquatic microflora of the Schoenflies pond throughout the entire observation period was formed by aerobic and facultative anaerobic rod-shaped (62%) and coccal bacteria (38%). The largest number of bacterial species was observed in summer and autumn. The basis of the algoflora complex of the pond was formed by 75 species and taxa up to the genus of departments. The average number of phytoplankton during the observation period varied within 0.3–3.7 million cells/l, biomass – 0.5–4 mg/l. The peak of algae development was observed in September. According to the results of comprehensive research, water of the Schoenflies pond belongs to the category of pure water. The results of the hydrochemical monitoring for most parameters comply with the established ranges for mesotrophic water bodies (according to the saprobity class, oligosaprobic waters). The results obtained suggest that the recreational load, even in the absence of flow, is not a determining factor in changing the ecological state of the pond in summer.

Keywords: quarries, Schoenflies pond, ecological state, algological analysis, microbiological analysis, hydrochemical characteristics.

For citation: Sevostyanova E. A., Menshenin A. S., Kazimirchenko O. V., Tsupikova N. A., Suetina O. S. The ecological state of the Schoenflies pond as the example of a quarry-type reservoir's description under conditions of recreational load // *Izvestiya KGTU = KSTU News*. 2023; (71):56-70. (In Russ.). DOI 10.46845/1997-3071-2023-71-56-70

ВВЕДЕНИЕ

Карьеры по добыче строительных материалов обычно содержат ограниченный запас ресурсов и после выработки могут использоваться во всевозможных целях. Одним из основных направлений последующей рекультивации карьеров является создание водоемов различного назначения (рыбохозяйственного, социально-бытового, культурно-ландшафтного, противопожарного и др.). Для использования водоемов такого типа в рекреационных целях не только сама акватория, но и окружающая карьер территория после выработки должны быть восстановлены и представлять собой оптимально организованный и экологически сбалансированный ландшафт.

Пруд Шенфлиз – водоем карьерного происхождения, расположенный на южной окраине Калининграда. Длительное время водоем используется населением для отдыха и купания. В настоящее время санитарно-гигиенический статус пруда стабилен, но еще до недавнего времени использование водоема в купальных целях не рекомендовалось из-за обмеления, а в 2018 г. к концу летнего сезона купание было запрещено из-за неудовлетворительного качества воды [1].

Шенфлиз является средним по площади водного зеркала прудом (около 9,1 га) почти правильной треугольной формы, со слабоизрезанными и пологими берегами. Для пруда характерно увеличение глубины у берегов до 2–3 м, а также выровненное дно в центральной части водоема. Еще одна особенность – глубина более 5 м, все это указывает на важное отличие от естественных старичных и пойменных озер долины реки Преголи. Данные характеристики подтверждают искусственное происхождение пруда Шенфлиз [2].

Насыпной песчаный пляж, предназначенный для отдыха людей, площадью около 350 м² расположен на юго-восточном берегу пруда. Существуют и несанкционированные места купания, привлекающие отдыхающих, например, обрывистый берег на севере водоема. Помимо летнего отдыха Шенфлиз в течение всего года используется как площадка для спортивно-оздоровительных мероприятий. В последние годы прослеживается увеличение рекреационной нагрузки на водоем [3], в результате чего в настоящее время на одного отдыхающего приходится в среднем 1–5 м² пляжа, что не соответствует требованиям ГОСТ 17.1.5.02-80¹ относительно обеспеченности отдыхающих площадью пляжной зоны (не менее 8 м²). Наряду с пляжным отдыхом многие городские водоемы, включая Шенфлиз, активно используются для любительского рыболовства [4].

Целью работы являлось проведение комплексных гидрохимических и гидробиологических исследований, позволяющих оценить состояние карьер-

¹ГОСТ 17.1.5.02-80 «Охрана природы. Гидросфера. Гигиенические требования к зонам рекреации водных объектов». 1982. С. 102

ных водоемов под влиянием антропогенного воздействия на примере пруда Шенфлиз.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При подготовке настоящей работы отбор проб для выполнения гидрохимического, альгологического и микробиологического анализов проводился на трех станциях мониторинга: станция 1 – пляжная зона (54.66421, 20.53898), станция 2 – северная часть (неорганизованное место для купания) (54.6659, 20.5362), станция 3 – юго-западная окраина вблизи железной дороги (54.66278, 20.534767) (рис. 1). На гидрохимический анализ пробы воды отбирали² ежемесячно, преимущественно в утреннее время, для микробиологического и альгологического анализов – ежесезонно (май, июнь, сентябрь – до начала купального сезона, с его стартом и по окончании).



Рис. 1. Расположение станций на пруду Шенфлиз
Fig. 1. Location of stations on the Schoenflies pond

Гидрохимический анализ включал содержание растворенного кислорода, азота аммонийного, нитритов, фосфора фосфатов, железа общего, величину перманганатной окисляемости, pH [5]. Методами микробиологического анализа в воде устанавливали общее количество сапрофитных бактерий по показателю общего микробного числа воды, для оценки санитарного состояния водоема определяли бактерии группы кишечных палочек, изучали видовой состав микрофлоры [6–9]. Отбор, фиксирование и концентрирование проб фитопланктона, а также подсчет численности и биомассы проводили по стандартным гид-

²Р 52.24.353-2012. Рекомендации. Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод (утв. заместителем руководителя Росгидромета 10.05.2012) // Гарант [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/70757010/> (дата обращения 12.11.2021).

робиологическим методикам [10, 11]. Состояние водного объекта оценивалось согласно ГОСТ 17.1.2.04-77³, критериям распознавания трофности [12].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Гидролого-гидрохимическая характеристика

Пруд Шенфлиз – бессточный водоем, что при его небольшой площади (9,4 га), глубине (максимум 5,5 м) и объеме вод (до 300 тыс. м³) способствует формированию особых гидролого-гидрохимических условий [2].

Воды Шенфлиза в мае и сентябре 2019 г. были более прогреты, чем атмосферный воздух на протяжении декады до отбора проб. Конец апреля был ясным и теплым (температура воздуха поднималась выше 20 °С в дневные часы), что способствовало более раннему, чем обычно, прогреву воды в водоеме. Первая половина мая, напротив, была дождливой и более прохладной по сравнению с апрелем. В эти же месяцы наблюдались большие различия в течение декады, предшествовавшей отбору проб и непосредственно в день наблюдений. В летний период, с мая по июль, температура воды сохранялась примерно на одном уровне, плавно увеличиваясь к августу. Следует отметить, в пруду около 3,2 га занимают быстропрогреваемые мелководья (35 % от всей площади водоема), которые, несмотря на общее похолодание и снижение ночной температуры воздуха, успевают прогреваться в утренние часы до температуры, комфортной для купания людей (рис. 2).

Атмосферные осадки в малых бессточных водоемах оказывают прямое влияние на изменения объема вод в течение года. В 2019 году месячные суммы осадков были близки к климатической норме в начале исследования, в августе дождей было немного. В сентябре наблюдались обильные осадки, превышающие норму в 1,7 раза.

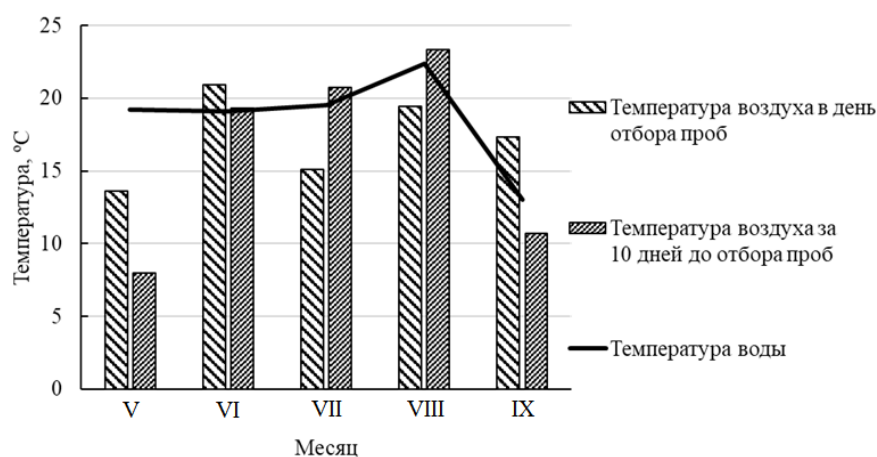


Рис. 2. Температура воды (средняя на трех станциях) и воздуха (°C) в 2019 г.
Fig. 2. Water (average at three stations) and air temperature (°C) in 2019

³ ГОСТ 17.1.2.04-77 «Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов». Охрана природы. Гидросфера: Сб. ГОСТов. М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. С. 51–62.

Установлено несоответствие кислородных условий в пруду существующим нормативам для рыбохозяйственных водоемов, к которым относится Шенфлиз. В июне и июле в утренние часы содержание кислорода снижалось у поверхности до 5,8 мг/л (насыщение в среднем 60–70 % по всей акватории). Во все месяцы наблюдались различия в концентрациях кислорода между станциями. Отклонения были особенно велики на ст. 3, для которой характерен наибольший размах колебаний данного показателя. В начале периода исследования содержание кислорода на этой станции ниже ПДК, воды сильно недонасыщены кислородом, его значение опускалось до 48 %. В августе и сентябре, напротив, содержание кислорода на ст. 3 выше по сравнению с другими станциями, но с сохраняющимся недосыщением (около 70–85 %). В начале наблюдений наибольшие концентрации кислорода отмечались на ст. 2, в конце – на ст. 3.

Величина перманганатной окисляемости в пруду Шенфлиз преимущественно средняя, только в сентябре ее значения в целом по водоему приближались к повышенной (10 мгО/л) (рис. 3). По аналогии с показателями по кислороду величины перманганатной окисляемости на ст. 3. отличались от величин на других станций во второй половине исследуемого периода.

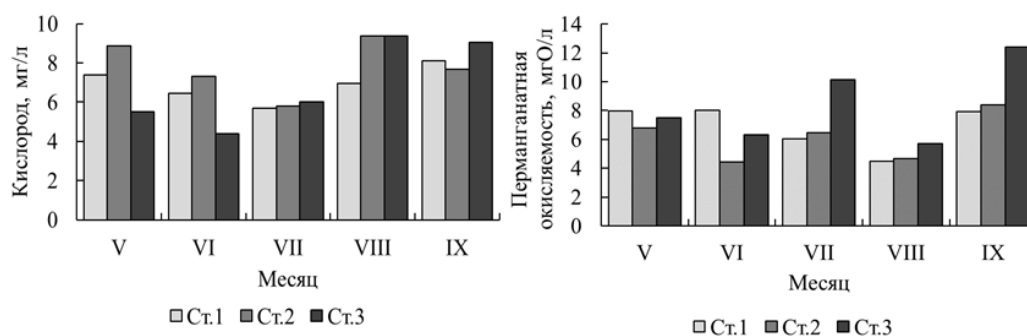


Рис. 3. Кислород (мг/л) и перманганатная окисляемость (мгО/л)
Fig. 3. Oxygen (mg/l) and permanganate value (mgO/l)

Биогенных элементов в воде обнаружено немного, их содержание находилось в пределах допустимых значений или было значительно ниже концентраций железа общего, которые обычно превышают ПДК в других городских водоемах Калининграда [13]. Фосфор фосфатов и нитриты фиксировались на уровне «следы» или вовсе не обнаруживались. Концентрации железа общего и азота аммонийного постепенно увеличивались в течение лета, а к его концу или с началом осени резко снижались (рис. 4). Различия в пространственном распределении биогенных элементов между станциями также прослеживались, но в связи с очень низкими концентрациями их колебания не учитывались.

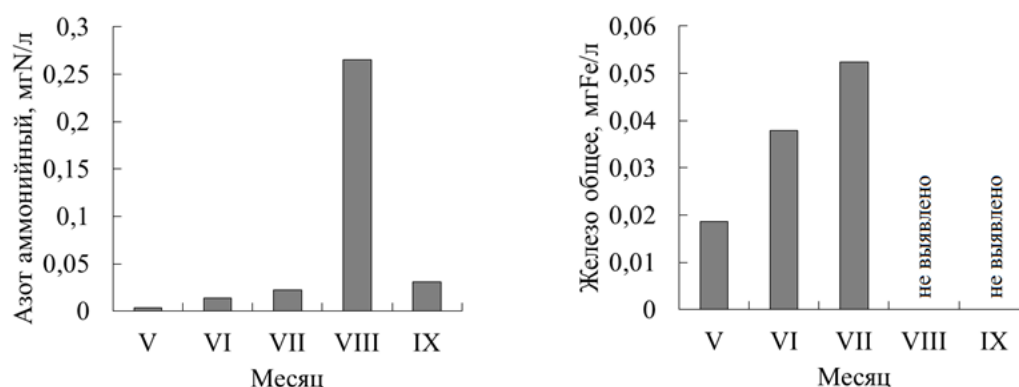


Рис. 4. Содержание азота аммонийного (мгN/л) и железа общего (мг Fe /л)
(среднее на трех станциях)

Fig. 4. Ammonia nitrogen (mgN/l) and total iron (mgFe/l)
(average at three stations)

По большинству показателей химических параметров, без учета растворенного кислорода, воды пруда Шенфлиз оцениваются как олигосапробные (мезотрофные), т. е. чистые. Из-за дефицита кислорода в летне-осенний периоды наблюдений воды пруда соответствуют категории бетамезосапробных вод (эвтрофный тип), т. е. являются слабозагрязненными.

Микробиологическая характеристика

Результаты санитарно-микробиологических исследований проб воды пруда Шенфлиз по сезонам года и станциям наблюдения представлены в табл. 1.

Таблица 1. Санитарно-микробиологические показатели качества воды пруда Шенфлиз

Table 1. Sanitary and microbiological indicators of the Schoenflies pond water quality

Наименование показателя	Станции наблюдения		
	Станция 1	Станция 2	Станция 3
Весна			
Общее микробное число воды, КОЕ/мл	$1,0 \times 10^2$	$0,8 \times 10^2$	$2,5 \times 10^2$
Бактерии группы кишечных палочек	-	+	+
Лето			
Общее микробное число воды, КОЕ/мл	$1,0 \times 10^2$	$1,1 \times 10^2$	$1,3 \times 10^2$
Бактерии группы кишечных палочек	+	+	+
Осень			
Общее микробное число воды, КОЕ/мл	$1,1 \times 10^2$	$1,4 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$
Бактерии группы кишечных палочек	+	+	+

Во все сезоны исследований общая бактериальная обсемененность воды была низкой, согласно ГОСТ 17.1.2.04-77 воду пруда Шенфлиз по количеству сапрофитных бактерий можно отнести к категории «чистые воды». Однако в весенний сезон на станциях 2 и 3, в летний и осенний сезоны на всех станциях

наблюдения выявляли бактерии группы кишечных палочек, указывающих на фекальное загрязнение. Развитию и сохранению кишечных бактерий способствовала температура воды (в среднем 18 °С), достаточное количество кислорода.

Состав микрофлоры воды пруда Шенфлиз на протяжении всего периода наблюдений формировался за счет аэробных и факультативно-анаэробных палочковидных и кокковых бактерий. Доля палочковидных бактерий составляла 62 % штаммов, кокковых – 38 %. Преобладание палочковидных бактерий, включающих спорозоносные формы, указывает на интенсивные процессы минерализации органических веществ в воде. Видовой состав микрофлоры воды пруда Шенфлиз представлен в табл. 2.

Таблица 2. Видовой состав микрофлоры воды пруда Шенфлиз
Table 2. Species composition of the water microflora in the Schoenflies pond

Виды бактерий	Станции наблюдения		
	Станция 1	Станция 2	Станция 3
Весна			
<u>Семейство Bacillaceae</u> Bacillus subtilis	+	+	+
<u>Семейство Pseudomonadaceae</u> Pseudomonas alcaligenes	–	+	–
Pseudomonas pseudoalcaligenes	+	+	+
<u>Семейство Aeromonadaceae</u> Aeromonas shubertii	+	–	+
<u>Семейство Enterobacteriaceae</u> Citrobacter freundii	+	+	+
<u>Семейство Micrococcaceae</u> Staphylococcus epidermidis	–	+	–
Staphylococcus saprophyticus	–	+	–
Итого видов	4	6	4
Лето			
<u>Семейство Bacillaceae</u> Bacillus subtilis	+	+	+
Bacillus mesentericus	+	+	+
Bacillus megaterium	+	+	+
<u>Семейство Pseudomonadaceae</u> Pseudomonas alcaligenes	+	+	+
Pseudomonas pseudoalcaligenes	+	+	+
<u>Семейство Aeromonadaceae</u> Aeromonas shubertii	+	+	+
<u>Семейство Enterobacteriaceae</u> Citrobacter freundii	+	+	+
<u>Семейство Micrococcaceae</u> Staphylococcus saprophyticus	+	+	+
Итого видов	8	8	8
Осень			
<u>Семейство Bacillaceae</u> Bacillus subtilis	+	+	+
Bacillus mesentericus	+	+	–
Bacillus megaterium	+	+	–
<u>Семейство Pseudomonadaceae</u> Pseudomonas alcaligenes	+	+	+

Виды бактерий	Станции наблюдения		
	Станция 1	Станция 2	Станция 3
<i>Pseudomonas pseudoalcaligenes</i>	–	+	–
Семейство <i>Aeromonadaceae</i> <i>Aeromonas shubertii</i>	+	–	+
Семейство <i>Enterobacteriaceae</i> <i>Citrobacter freundii</i>	+	+	+
Семейство <i>Micrococcaceae</i> <i>Staphylococcus epidermidis</i> <i>Staphylococcus saprophyticus</i>	– –	+ +	– –
Итого видов	6	8	4

Видовой состав бактериофлоры воды пруда Шенфлиз практически не изменялся в течение сезонов года. Из палочковидных грамотрицательных бактерий в микрофлоре воды регистрировали не ферментирующих углеводы псевдомонад – *Pseudomonas alcaligenes* Monias 1928, *Ps. pseudoalcaligenes* Stanier 1966. Псевдомонады – обычные обитатели водоемов, принимают активное участие в процессах минерализации органических соединений. Грамотрицательная палочковидная микрофлора воды была также представлена ферментирующими углеводы бактериями *Aeromonas shubertii* Hickman-Brenner et al 1988 и *Citrobacter freundii* Werkman and Gillen 1932. Бактерии *A. shubertii* Hickman-Brenner et al 1988 – хемоорганотрофы, обычные обитатели воды, *C. freundii* Werkman and Gillen 1932 – представители кишечной микрофлоры, попадают в воду открытых водоемов со стоками.

Грамположительную микрофлору пруда Шенфлиз составляли споровые бактерии рода *Bacillus* и непатогенные стафилококки, данные виды микроорганизмов относятся к обычной микрофлоре воды.

Наибольшее число видов бактерий отмечали в летний и осенний сезоны. На всех станциях наблюдения в составе водной микрофлоры в течение всех сезонов выявляли санитарно-значимые кишечные бактерии *C. freundii* Werkman and Gillen 1932, споровые денитрифицирующие бактерии *B. subtilis* Cohn 1872 и аэробные *Ps. pseudoalcaligenes* Stanier 1966, не ферментирующие углеводы.

Альгологическая характеристика

Основу комплекса альгофлоры пруда формировали 75 видов и таксонов до рода отделов: зеленых – 41,3 %, диатомовых – 26,7 %. В равной степени были представлены цианобактерии, эвгленовые, стрептофитовые водоросли (8 %), другие отделы – малочисленны.

Средняя численность фитопланктона за время наблюдения варьировала в пределах 0,3–3,7 млн кл./л, биомасса – 0,5–4 мг/л. Пик развития водорослей наблюдали в сентябре, численность фитопланктона достигала более 3,7 млн кл./л, биомасса – около 4 мг/л (рис. 5), что характеризуется как начальная стадия «цветения» [14].

Основу численности в водоеме весной составляли криптофитовые водоросли (32 %), основу биомассы – диатомовые (32 %). На ст. 3 в альгофлоре отмечена роль цианобактерий (27 % от численности на станции), которые не были выявлены на других станциях. Сильных различий по численности фито-

планктона между станциями не фиксировалось, по биомассе на ст. 1 водорослей было меньше.

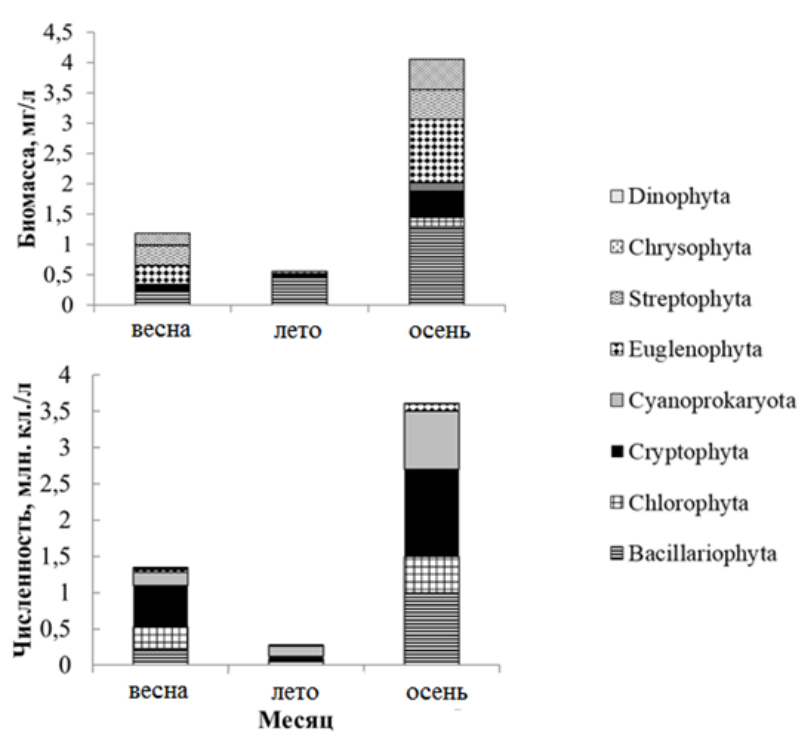


Рис. 5. Динамика общей численности и биомассы основных групп фитопланктона

Fig. 5. The dynamic of total number and biomass of the phytoplankton

Летом наблюдался спад развития фитопланктона: численность снизилась практически в семь раз, биомасса – в два раза. Основу численности занимали Cyanoprokaryota (52 %), по биомассе доминировали Bacillariophyta (83 %). Отмечены сильные различия по станциям в обоих показателях (по численности – 31–500 тыс. кл./л с увеличением от ст. 1 до ст. 3, с той же закономерностью по величине биомассы – 0,3–1,2 мг/л).

Осенью выявлен максимум численности и биомассы. Распределение видов водорослей по обеим характеристикам было более равномерным между отделами, по численности выделялись Cryptophyta (32 %), Bacillariophyta (29 %), Cyanoprokaryota (21 %), по биомассе – Bacillariophyta (32 %), Euglenophyta (26 %). Прослеживается обратная зависимость увеличения численности и биомассы от ст. 3 к ст. 1. по сравнению с летом (0,7–6,8 млн кл./л и 2,0–5,1 мг/л соответственно).

Состав водорослей в основном был сформирован β -мезосапробами (61 %). Доля водорослей, характеризующих воды с высокой степенью органического загрязнения, составила 28 %, с низкой – 11 %. Индекс сапробности по Пантле-Букку в модификации Сладечека в разные периоды в среднем менялся от 2,1 до 2,4 (табл. 4).

Таблица 3. Оценка трофности водоема по показателям фитопланктона
Table 3. Assessment of trophicity of the water body by phytoplankton indicators

Параметры	Сезон		
	весна	лето	осень
Биомасса фитопланктона, мг/л	1,19 (М)	0,56 (О)	4,05 (Э)
Численность фитопланктона, млн кл./л	1,3 (О)	0,3 (О)	3,7 (О)
Диатомовые водоросли, % от общей численности	17 (О)	26 (О)	29 (О)
Зеленые водоросли, % от общей численности	22 (О)	5 (Э)	14 (М)
Цианобактерии, % от общей численности	14 (О)	52 (О)	22 (О)
Индекс сапробности	2,2 (М)	2,4 (М)	2,1 (М)

Примечание. О – олиготрофные, М – мезотрофные, Э – эвтрофные

Согласно критериям распознавания трофности воду пруда Шенфлиза можно отнести к переходному типу трофии – от олиготрофного к мезотрофному. По индексу сапробности по Пантле и Букку воды Шенфлиза попадают в категорию бетамезосапробных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Согласно результатам проведенных комплексных исследований воды пруда Шенфлиза относятся к категории «чистые». Результаты проведенного гидрохимического мониторинга по большинству параметров совпадают с установленными диапазонами значений для мезотрофных водоемов (по классу сапробности – олигосапробные воды). По сезонной динамике развития фитопланктона Шенфлиза можно отнести к переходному типу трофности – олиго-мезотрофному (состав водорослей в основном был сформирован β-мезосапробами). По микробиологическим показателям пруд также попадает в олиготрофный тип. По акватории пруда наблюдалось различие в пространственном распределении изучаемых параметров. Особенно выделялась ст. 3, расположенная на мелководье. Повышение температуры воздуха в летний период, быстрое прогревание воды приводили к установлению благоприятных условий для развития фито- и бактериопланктона. Пляжная зона (ст. 1) и северная часть пруда (ст. 2) с более крутым подводно-береговым склоном и большими глубинами характеризовались меньшими различиями по химическим и гидробиологическим показателям.

Полученные результаты позволяют предположить, что рекреационная нагрузка в условиях отсутствия проточности не является определяющим фактором в изменении экологического состояния пруда в летний период. Это связано с большей устойчивостью водоемов карьерного типа к внешнему воздействию по сравнению с естественными бессточными водоемами, в т. ч. благодаря большому объему воды за счет значительных глубин при небольшой площади водной поверхности. Микрофлора пруда на протяжении всех сезонов формировалась за счет аэробных бактерий, которые способствовали увеличению скорости трансформации органических веществ, особенно по окончании веге-

тационного периода. Такая картина может быть обусловлена повышенной способностью Шенфлиза к самоочищению.

Работа выполнена в рамках инициативной НИР 01-44-002.2 «Изучение экологического состояния городских прудов Калининграда».

Список источников

1. В Калининграде начали подготовку к купальному сезону. URL: https://www.klgd.ru/press/news/detail.php?ID=424200&sphrase_id=42443242 (дата обращения: 10.09.2022).
2. Цупикова Н. А., Меньшенин А. С., Алдушин А. В. Морфометрическая характеристика пруда Шенфлиз (г. Калининград) // Известия КГТУ. 2021. № 62. С. 35–49.
3. Спасение утопающих URL: https://www.klgd.ru/press/news/detail.php?ID=7071609&sphrase_id=42437052 (дата обращения: 17.10.2022).
4. Tsupikova N. A., Sevostianova E. A., Popova A. S. Influence of Water Quality in Urban Water Reservoirs of Kaliningrad on the State of Amateur Fishing // Sustainable Fisheries and Aquaculture: Challenges and Prospects for the Blue Bioeconomy: Conference proceedings. 2022. P. 73–81.
5. Характеристики загрязняющих веществ из раздела «II. Для водных объектов» «Перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды», утвержденного распоряжением Правительства Российской Федерации от 08.07.2015 г. № 1316-р. ФГБУ УралНИИ «Экология», 2016. 296 с.
6. Методы общей бактериологии / под ред. Ф. Герхардта. Москва: Мир, 1984. Т. 3. 264 с.
7. Общая и санитарная микробиология с техникой микробиологических исследований / Под ред. А. С. Лабинской, Л. П. Блинковой, А. С. Ещиной. Москва: Медицина, 2004. 576 с.
8. Определитель бактерий Берджи / под ред. Дж. Хоулта. Москва: Мир, 1997. Т. 1. 432 с.
9. Пивоваров Ю. П., Королик В. В. Санитарно-значимые микроорганизмы (таксономическая характеристика и дифференциация). Москва: ИКАР, 2000. 268 с.
10. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов / под ред. Ф. Д. Мордухай-Болтовского. Москва: Наука, 1975. 240 с.
11. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / под ред. В. А. Абакумова. Ленинград: Гидрометеиздат, 1983. 318 с.
12. Многокритериальная оценка экологического состояния и устойчивости геосистем на основе метода сводных показателей. II. Трофический статус водных экосистем / В. В. Дмитриев, Н. В. Мякишева, В. Ю. Третьяков, Н. В. Хованов // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7. Геология. География. 1997. № 1. С. 51–67.
13. Севостьянова Е. А., Цупикова Н. А., Шibaев С. В. Экологическое состояние некоторых малых водоемов Калининграда (пруды Летний и Попла-

вок) по альгологическим и гидрохимическим показателям // Материалы X Международного Балтийского морского форума: X Национальная научная конференция «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов». Калининград: Изд-во БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. С. 234–239.

14. Дмитриева О. А. Исследование закономерностей пространственно-временных изменений структурных и количественных показателей фитопланктона в различных районах Балтийского моря: дис. ... канд. биол. наук: 03.02.10: Калининград, 2017. 309 с.

References

1. V Kaliningrade nachali podgotovku k kupal'nomu sezonu [Preparations for the swimming season have begun in Kaliningrad]. Available at: https://www.klgd.ru/press/news/detail.php?ID=424200&spphrase_id=42443242 (Accessed 10 September 2022).

2. Tsupikova N. A., Men'shenin A. S., Aldushin A. V. Morfometricheskaya kharakteristika pruda Shenfliz (g. Kaliningrad) [Morphometric characteristics of the Schönlflies pond]. *Izvestiya KGTU*, 2021, no. 62, pp. 35–49.

3. Spasenie utopayushchikh [Rescue of the drowning]. Available at: https://www.klgd.ru/press/news/detail.php?ID=7071609&spphrase_id=42437052 (Accessed 17 October 2022).

4. Tsupikova N. A., Sevostianova E. A., Popova A. S. Influence of Water Quality in Urban Water Reservoirs of Kaliningrad on the State of Amateur Fishing. *Sustainable Fisheries and Aquaculture: Challenges and Prospects for the Blue Bioeconomy: Conference proceedings*. 2022, pp. 73–81.

5. Kharakteristiki zagryaznyayushchikh veshchestv iz razдела «II. Dlya vodnykh ob"ektov» «Perechnya zagryaznyayushchikh veshchestv, v otnoshenii kotorykh primenyayutsya mery gosudarstvennogo regulirovaniya v oblasti okhrany okruzhayushchey sredy», utverzhdenного rasporyazheniem Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 08.07.2015 g. № 1316-r. [Characteristics of pollutants from section “II. For water bodies” “List of pollutants subject to state regulation measures in the field of environmental protection”, approved by order of the Government of the Russian Federation dated 8 July 2015 No. 1316-r]. FGBU UralNII «Ekologiya», 2016, 296 p.

6. Gerkhardt F. *Metody obshchey bakteriologii* [General bacteriology methods]. Moscow, Mir Publ., 1984, vol. 3, 264 p.

7. Labinskaya A. S., Blinkova L. P., Eshchina A. S. *Obshchaya i sanitarnaya mikrobiologiya s tekhnikoy mikrobiologicheskikh issledovaniy* [General and sanitary microbiology with the technique of microbiological research]. Moscow, Meditsina, 2004, 576 p.

8. Holt J. *Opredelitel' bakteriy Berdzhi* [Berdzhi Bacteria Key]. Moscow, Mir Publ., 1997, vol. 1, 432 p.

9. Pivovarov Yu. P., Korolik V. V. *Sanitarno-znachimye mikroorganizmy (taksonomicheskaya kharakteristika i differentsiatsiya)* [Sanitary significant microorganisms (taxonomic characteristics and differentiation)]. Moscow, IKAR Publ., 2000, 268 p.

10. Mordukhay-Boltovskoy F. D. *Metodika izucheniya biogeotsenozov vnutrennikh vodoemov* [Methodology for studying biogeocenoses of inland water bodies]. Moscow, Nauka Publ., 1975, 240 p.

11. Abakumov V. A. *Rukovodstvo po metodam gidrobiologicheskogo analiza poverkhnostnykh vod i donnykh otlozheniy* [Guidance on methods for the hydrobiological analysis of surface waters and bottom sediments]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1983, 240 p.

12. Dmitriev V. V., Myakisheva N. V., Tret'yakov V. Yu., Khovanov N. V. *Mnogokriterial'naya otsenka ekologicheskogo sostoyaniya i ustoychivosti geosistem na osnove metoda svodnykh pokazateley. II. Troficheskiy status vodnykh ekosistem* [Multi-criteria assessment of the ecological state and sustainability of geosystems based on the method of summary indicators. II. Trophic status of aquatic ecosystems]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta*, Seriya 7, Geologiya, Geografiya, 1997, no. 1, pp. 51–67.

13. Sevost'yanova E. A., Tsupikova N. A., Shibaev S. V. *Ekologicheskoe sostoyanie nekotorykh malykh vodoemov Kaliningrada (prudy Letniy i Poplavok) po al'gologicheskim i gidrokhimicheskim pokazatelyam* [Ecological state of some small water bodies Kaliningrad (pond Summer and Poplavok) according to algological and hydrochemical indicators]. *Materialy X Mezhdunarodnogo Baltiyskogo morskogo foruma: X Natsional'naya nauchnaya konferentsiya «Vodnye bioresursy, akvakul'tura i ekologiya vodoemov»* [Proceedings of the X International Baltic Maritime Forum: X National Scientific Conference «Aquatic bioresources, aquaculture and ecology of water bodies»]. Kaliningrad, BGARF FGBOU VO «KGTU», 2022, pp. 234–239.

14. Dmitrieva O. A. *Issledovanie zakonomernostey prostranstvenno-vremennykh izmeneniy strukturnykh i kolichestvennykh pokazateley fitoplanktona v razlichnykh rayonakh Baltiyskogo moraya. Diss. dokt. biol. nauk* [Investigation of patterns of space-time changes in structural and quantitative indicators of phytoplankton in various areas of the Baltic Sea. Dis. dr. biol. sci.]. Kaliningrad, 2017. 309 p.

Информация об авторах

Е. А. Севостьянова – специалист по учебно-методической работе кафедры водных биоресурсов и аквакультуры

А. С. Меньшенин – специалист по учебно-методической работе кафедры водных биоресурсов и аквакультуры

О. В. Казимирченко – кандидат биологических наук, доцент кафедры водных биоресурсов и аквакультуры

Н. А. Цупикова – кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры водных биоресурсов и аквакультуры

О. С. Суэтина – ведущий инженер кафедры водных биоресурсов и аквакультуры

Information about the authors

E. A. Sevostianova —specialist in educational and methodical work of the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture

A. S. Men'shenin – specialist in educational and methodical work of the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture

O. V. Kazimirchenko – PhD in Biology, Associate Professor of the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture

N. A. Tsupikova – PhD in Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor of the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture

O. S. Suetina – Lead engineer of the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture

Статья поступила в редакцию 12.09.2023; одобрена после рецензирования 22.09.2023; принята к публикации 02.10.2023.

The article was submitted 12.09.2023; approved after reviewing 22.09.2023; accepted for publication 02.10.2023.