



УДК 556.55 (551.4)(470.26)
<https://doi.org/10.26516/2073-3402.2023.46.16>

Геоэкологическая характеристика водного объекта без названия, расположенного вблизи рекультивированного полигона твердых коммунальных отходов Калининградской области

А. В. Василискова, С. В. Кондратенко, А. С. Меньшенин*

Калининградский государственный технический университет, г. Калининград, Россия

Аннотация. Представлены результаты исследования одного из искусственных водоемов – пруда без названия с координатами 54°69'90" с. ш., 20°36'46" в. д., расположенного в 0,4 км к югу от рекультивированного полигона твердых коммунальных отходов в пос. им. А. Космодемьянского (г. Калининград) и в 0,6 км от акватории Вислинского залива, являющегося водоемом высшей рыбохозяйственной категории, на котором ведется как любительский, так и промышленный лов рыбы. Оценивается степень воздействия на водные экосистемы полигона твердых коммунальных отходов посредством изучения особенностей рельефа котловины пруда, определяются и комплексно анализируются полученные морфометрические показатели, оказывающие существенное влияние на внешний облик и развитие водоема, его гидрологический режим, распределение физико-химических показателей в толще воды и текущее экологическое состояние. В результате проведения в 2021 г. батиметрической съемки при помощи эхолота-картплоттера Lowrance HDS-16 в реальном режиме времени осуществлена совместная фиксация информации о текущей глубине и географических координатах исследуемого участка дна. Исследован водосборный бассейн пруда, определены его основные морфометрические показатели. Впервые построены карты рельефа дна пруда в формате 2D и 3D. Сделан вывод, что пруд можно отнести к неглубоким прудам среднего размера, с площадью водной поверхности 0,035 км² и средней глубиной 1,8 м; очертания его береговой линии близки к квадрату.

Ключевые слова: морфометрические характеристики, батиметрия, батиметрическая съемка, геоэкологическая характеристика.

Благодарности: Авторы выражают благодарность сотрудникам кафедры водных биоресурсов и аквакультуры Калининградского государственного технического университета за помощь в сборе и обработке материала.

Для цитирования: Василискова А. В., Кондратенко С. В., Меньшенин А. С. Геоэкологическая характеристика водного объекта без названия, расположенного вблизи рекультивированного полигона твердых коммунальных отходов Калининградской области // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. 2023. Т. 46. С. 16–34. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2023.46.16>

Geocological Characteristics of the Unnamed Water Body Located in the Near Vicinity of the Recultivated Municipal Solid Waste Landfill of the Kaliningrad Region

A. V. Vasiliskova, S. V. Kondratenko, A. S. Menshenin*

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russian Federation

Abstract. The article presents the results of a study of one of the artificial reservoirs in Kaliningrad – a pond w/ n with coordinates 54°69'90" N, 20°36'46" E. (hereinafter – the pond), located 0,4 km south of the reclaimed municipal solid waste landfill (hereinafter – the MSW landfill) in the settlement named after A. Kosmodemyansky (Kaliningrad) and 0,6 km from the water area of the Vistula Bay, which is a reservoir of the highest category, which is both amateur and industrial fishing. Through the pond, since the formation of the MSW landfill in 1978, there has been a surface runoff of water containing leachate from the waste dump. After landfill reclamation, the pond is studied for the state of its biota, the chemical composition of water and bottom sediments. The objectives of this study include assessing the degree of impact on the aquatic ecosystems of the MSW landfill by studying the relief features of the pond basin, determining and comprehensively analyzing the obtained morphometric indicators that have a significant impact on the appearance and development of the reservoir, its hydrological regime, the distribution of physicochemical parameters in the thickness water and the current ecological state. In 2021, a bathymetric survey was carried out using a Lowrance HDS-16 echo sounder-chartplotter, during which information about the current depth and geographic coordinates of the studied bottom area was jointly recorded in real time. For the first time, maps of the relief of the bottom of the pond in 2D and 3D format were built. Investigated the drainage basin of the pond. During the subsequent analysis of the obtained results, the main morphometric parameters of the pond were determined. According to the results of calculations, the pond can be attributed to shallow ponds of medium size, with a water surface area of 0,035 km² and an average depth of 1.8 m. The outlines of its coastline are close to a square.

Keywords: morphometric characteristics, bathymetry, bathymetric survey, geocological characteristics.

For citation: Vasiliskova A.V., Kondratenko S.V., Menshenin A.S. Geocological Characteristics of the Unnamed Water Body Located in the Near Vicinity of the Recultivated Municipal Solid Waste Landfill of the Kaliningrad Region. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Earth Sciences*, 2023, vol. 46, pp. 16–34. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2023.46.16> (in Russian)

Введение

Нормативно-правовая база Российской Федерации по наблюдению за состоянием водных объектов, изменениями морфометрических характеристик и дальнейшим их использованием представлена несколькими документами.

Одним из них является Приказ Минприроды России от 8 октября 2014 г. № 432, который утвердил «Методические указания по осуществлению государственного мониторинга водных объектов в части наблюдений за состоянием дна, берегов, состоянием и режимом использования водоохранных зон и изменениями морфометрических особенностей водных объектов или их частей». Данный документ определяет содержание региональных программ ведения мониторинга, характеристики методов исследования, состав мониторинговых наблюдений и периодичность.

В дополнение к этому документу в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов» в 2019 г. были раз-

работаны «Практические рекомендации по проведению наблюдений за морфометрическими характеристиками водохранилищ, их состоянием, режимом использования для участников мониторинга». Необходимостью разработки таких рекомендаций было отсутствие в данных методических указаниях практических рекомендаций по его выполнению.

К задачам данного исследования относятся оценка степени воздействия на водные экосистемы полигона твердых коммунальных отходов (ТКО) посредством изучения особенностей рельефа котловины пруда, определение и комплексный анализ полученных морфометрических показателей, которые оказывают существенное влияние на внешний облик и развитие водоема, его гидрологический режим, распределение физико-химических показателей в толще воды и текущее экологическое состояние.

Объектом исследования был пруд, который находится на западной окраине Калининграда, рядом с пос. Прегольский. Географический центр водоема, понимаемый как точка, расположенная в середине между двумя крайними точками территории по ее широте и долготе [Верещагин, 1930], имеет следующие координаты: 54°69'90" с. ш., 20°36'46" в. д. (далее – пруд). Зеркало его вод лежит на абсолютной отметке около 1 м над уровнем Балтийского нуля.

Близкое расположение пруда к полигону ТКО (в 0,4 км) является определенной особенностью, в связи с которой можно предполагать наличие влияния полигона посредством стока фильтрата на водный объект [Mayasari, Wardhana, Tahir, 2023]. Таким образом, подтверждается актуальность исследования и рассмотрение пруда как «буферной зоны» между полигоном ТКО и Вислинским заливом. Подобная «буферная зона» может «сдерживать» негативное влияние полигона ТКО на окружающую природную среду и, в частности, на Вислинский залив, который, в свою очередь, соединен с Балтийским морем.

Материалы и методы

Для выяснения истории происхождения пруда были изучены карты и спутниковые снимки начала, середины и конца XIX–XX и начала XXI в.: Восточная Пруссия, часть Польши, Литвы и Беларуси (1943 г.), Калининградская область, Американская топографическая карта (1944 г.), топографическая карта Калининградской области ГУГК СК-63 (1955 г.), Калининградская область. Американская топографическая карта (1958 г.), Аэрофотоснимок Калининграда и окрестностей (1966 г.), Карта Калининграда (1996 г.) и спутниковый снимок Калининграда и окрестностей (2022 г.)¹, позволившие проследить эволюцию территории расположения пруда и его связи с заливом, в частности появление заводи [Utlu, Ozturk, 2023]. Были исследованы в том числе немецкие карты: Южная часть Восточной Пруссии (1806 г.), карта Германской империи (1878–1904 гг), карта РККА N-34.

¹ Посчитают пруды, озера и даже родники. URL: https://www.grazdanin-gazeta.ru/archive/2017/dekabr-2017/23-14-dekabr-2017/1717/?sphrase_id=5391 (дата обращения: 20.07.2021).

Комплексный экологический мониторинг пруда был начат с конца 2019 г., когда ежемесячно стали проводиться гидрохимический и гидробиологический мониторинги водного объекта. На водоеме отбирались пробы воды для последующего анализа в лаборатории кафедры водных биоресурсов и аквакультуры Калининградского государственного технического университета (далее – кафедра ВБА) по общепринятым методикам. Портативными анализаторами Mettler Toledo на месте измеряли температуру, концентрацию растворенного кислорода, рН и электропроводность.

Отбор гидробиологических проб производился по общепринятым методикам. Пробы зоопланктона были собраны при помощи конической планктонной сети из мельничного газа № 70, через которую процеживалось 100 л воды [Structural Organization of ... , 2023], пробы зообентоса скребком с длиной режущей стороны 0,24 м [Koveshnikov, Krylova, 2022].

Камеральная обработка проб проводилась в лаборатории кафедры ВБА по соответствующим пособиям [Кутикова, 1977; Алексеева, Цалолихина, 2010]. Всего за период исследования было собрано и обработано более 70 зоопланктонных и столько же зообентосных проб.

Силами кафедры ВБА в 2021 г. была проведена батиметрическая съемка при помощи эхолота-картплоттера Lowrance HDS-16, в ходе нее в реальном режиме времени осуществлялась совместная фиксация информации о текущей глубине и географических координатах исследуемого участка дна. Движение лодки в процессе съемки осуществлялось по сетке галсов по типу меандра, обеспечивающей высокое соотношение между покрытой площадью и пройденным расстоянием. Для более правильного учета значений глубин в прибрежной части пруда при последующем моделировании рельефа его дна была проведена фиксация гидроакустической информации вдоль береговой линии водоема.

Полученные результаты были подвергнуты первичной обработке в среде электронных таблиц MS Excel на предмет выявления выбросов (измерений, выделяющихся из общей выборки) в собранном материале и последующей подготовки данных для их использования в географических информационных системах.

Построение цифровой модели рельефа дна и соответствующих карт пруда осуществлялось путем интерполяции зарегистрированных в процессе гидроакустической съемки значений глубины в узлы регулярной решетки геостатистическим методом [Сутырина, 2010] линейной интерполяции «Кригинг» в специализированных геоинформационных системах.

Общая характеристика объекта изучения

Пруд с координатами 54°69'90" с. ш., 20°36'46" в. д. – водный объект, предположительно, искусственного происхождения, расположенный к западу от центра Калининграда и принадлежащий бассейну р. Преголи. Пруд находится на приустьевом низменном участке северного берега реки (расстояние 0,35 км). Точное происхождение водного объекта неизвестно. Географический центр пруда имеет координаты 54°69'90" с. ш., 20°36'46" в. д.

Согласно карте Южной части Восточной Пруссии 1806 г. и карте Германской империи 1878–1904 гг., для места нынешнего расположения пруда и его окрестностей уже в тот период были характерны переувлажненные торфяно-песчаные почвы, покрытые луговыми, в том числе влаголюбивыми травами. Частые нагонные явления, характерные для приустьевых участков р. Преголи, при западных штормовых ветрах приводили к существенному подъему уровня воды и периодическим наводнениям, в ходе которых затопливались близлежащие территории [Лозицкая, Цупикова, Берникова, 2020]. Чтобы понизить уровень грунтовых вод, защитить участок от затопления и постепенного заболачивания, была построена сложная и разветвленная система дренажных каналов².

На месте современной котловины пруда находились торфяники. Согласно картографической информации (рис. 1), пруд появился в период между 1945 и 1955 гг.

Вероятно, в послевоенные годы в районе настоящего расположения пруда начались работы по добыче песка для строительных нужд. Впрочем, не исключена и возможность неорганизованной разработки торфа на прилегающей территории первыми переселенцами, использовавшими его в качестве топлива.

Из-за нарушения дренажной системы в военные и послевоенные годы, избыточного увлажнения почвы, близкого залегания грунтовых вод и расположения в непосредственной близости от реки Преголи начался процесс подтопления, пруд стал быстро обводняться и уже в 1950-е гг. был полностью затоплен. В настоящее время уровенная поверхность водоема расположена на отметках 1 м выше уровня моря.

Современный вид пруд обрел во второй половине 50-х гг. XX в., предположительно с момента возникновения появилась и канава, связывающая между собой пруд и акваторию Вислинского залива.

Исследований этого водного объекта и его гидрологической связи с заливом ранее не проводилось.

В лаборатории кафедры ВБА были проведены лабораторные исследования воды пруда. Усредненные данные представлены в табл. 1.

Анализ гидрохимической характеристики пруда позволяет оценить высокое содержание органических и минеральных веществ в воде.

На протяжении всего мониторинга наблюдается повышенное содержание азота аммонийного, превышающее ПДК в 6 раз. Помимо этого, увеличено содержание общего железа.

Повышенное содержание сульфатов может объясняться связью с акваторией Вислинского залива. Для оценки количества поступающих органических веществ использовались данные о перманганатной окисляемости. Согласно классификации О. А. Алекина (1970 г.), исследуемая вода попадала преимущественно в класс «высокая», окисляемость воды изменялась в основном в диапазоне от 20,4 до 28,2 мгО/дм³.

² 40% водоемов в Калининграде оказались не внесены в Государственный водный реестр. URL: <https://www.newkaliningrad.ru/news/briefs/communit/16273596-40-vodoemov-v-kaliningrade-okazalis-ne-vneseny-v-gosudarstvennyu-vodnyu-reestr.html> (дата обращения: 20.07.2020).



Южная часть Восточной Пруссии – 1:80 000 (1806)



Карта Германской империи – 1:100 000 (1878–1904)



Карта РККА N-34. Восточная Пруссия, часть Польши, Литвы и Беларуси – 1:40 000 (1943)



Калининградская область. Американская топографическая карта – 1:100 000 (1944)



Топографическая карта Калининградской области ГУТК СК-63 – 1:40 000 (1955)



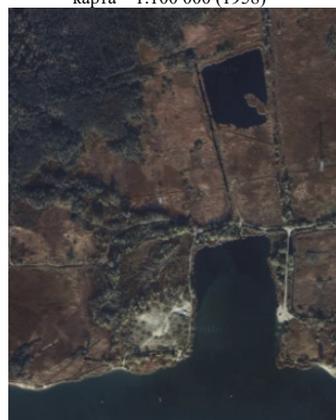
Калининградская область. Американская топографическая карта – 1:100 000 (1958)



Аэрофотоснимок Калининграда и окрестностей (1966)



Карта Калининграда – 1:27 000 (1996)



Спутниковый снимок Калининграда и окрестностей (2022)

Рис. 1. Хронология развития территории пруда, расположенного вблизи полигона ТКО и заводи Вислинского залива (фрагменты карт)³

³ ЭтоМесто – старые карты России и мира онлайн. URL: <http://www.etomesto.ru/> (дата обращения: 31.05.2022).

Таблица 1

Усредненные значения физико-химических показателей качества воды в пруду, расположенном вблизи полигона ТКО

Наименование показателя	Среднегодовое значение	Значение*	ПДК**
Перманганатная окисляемость, мг/л	24,9±0,01	–	–
Азот аммонийный, мг/л	–	6,6±0,002	0,4
Нитриты, мг/л	–	0,5±0,001	0,08
Нитраты, мг/л	–	0,06±0,002	40
Фосфор фосфатный, мг/л	–	2±0,001	0,2
Фосфор общий, мг/л	4,3±0,004	–	–
Железо общее, мг/л	–	8±0,002	0,1
pH, ед	8,0±0,001	–	6,5–8,5
Кислород, мг/л	9,4±0,008	–	Не ниже 6,0
Кислород, %	92,3±0,07	–	–
Электропроводность, См/м	887,9±2,3	–	–
Кальций, мг/л	–	0,5±0,1	180,0
Магний, мг/л	–	2,1±0,1	40,0
Жесткость общая, мг/экв/л	11,8±0,01	–	–
Сульфаты, мг/л	–	2,8±0,3	100
Щелочность, мг/экв/л	4,9±0,002	–	–
Хлориды, мг/л	–	2,4±0,5	300
Углекислый газ, мг/л	0,6±0,003	–	–
Гидрокарбонаты, мг/л	304,4±0,1	–	–
Хлорофилл «а», мг/л	70,0±0,0001	–	–
Температура, °С	11,9±0,01	–	Не более чем до 28 °С летом и 8 °С зимой

*Значения представлены в долях от ПДК.

**Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения.

Температурный режим в водоеме характеризуется достаточно высокими значениями в летний период, достигающими 26 °С, в зимнее время постоянного ледостава не наблюдается, и температура составляет 3–5 °С, таким образом водоем не промерзает зимой.

В пруду не всегда наблюдается благоприятный кислородный режим. В летнее время концентрация падает и может достигать 3,5 мг/л. Наиболее стабильные значения кислорода отмечаются в осенне-зимний период, когда концентрации достигают 8–10 мг/л.

Концентрация хлорофилла «а» изменялась в диапазоне от 4 до 380 мг/л, достигая пиковых значений в летний период; в целом концентрация исследуемого параметра не отличалась критическими значениями, что отмечалось и при полевых исследованиях, замора рыб не наблюдалось. Большая концентрация хлорофилла «а» объясняется наличием в пробах динофитовых водорослей.

Условия в пруду не способствуют формированию большого видового разнообразия зоопланктона, вероятно, за счет связи с акваторией залива происходит водообмен, что способствует видовому разнообразию зоопланктон-

ных форм организмов. За весь период исследования в пруду было идентифицировано 44 вида и форм зоопланктона, относящихся к трем таксономическим группам: тип *Rotifera* (коловратки) (9), подкласс *Copepoda* (веслоногие рачки) (22) и надотряд *Cladocera* (ветвистоусые рачки) (13).

Видовой состав зоопланктона представлен в табл. 2.

Таблица 2

Видовой состав зоопланктона в пруду, расположенном вблизи полигона ТКО

№ п/п	Название вида	№ п/п	Название вида
Тип <i>Rotifera</i>			
1	<i>Notommata sp.</i>	6	<i>Filinia longiseta</i>
2	<i>Keratella quadrata</i>	7	<i>Euchlanis sp.</i>
3	<i>Asplanchna priodonta</i>	8	<i>Brachionus sp.</i>
4	<i>Filinia teminalis</i>	9	<i>Brachionus calyciflorus</i>
5	<i>Keratella cochlearis</i>		
Надотряд <i>Cladocera</i>			
1	<i>Alona rectangula</i>	8	<i>Moina macrocopa</i>
2	<i>Chydorus sphaericus</i>	9	<i>Bosmina longirostris</i>
3	<i>Pseudochydorus globosus</i>	10	<i>Daphnia longispina</i>
4	<i>Ceriodaphnia sp.</i>	11	<i>Alona affinis</i>
5	<i>Daphnia cucullata</i>	12	<i>Ceriodaphnia megops</i>
6	<i>Scapholeberis mucronata</i>	13	<i>Polyphemus pediculus</i>
7	<i>Pseudochydorus globosus</i>		
Подкласс <i>Copepoda</i>			
1	<i>Acanthocyclops venustus</i>	12	<i>Eurytemora affinis</i>
2	Науплиус <i>Calanoida</i>	13	<i>Eudiaptomus sp.</i>
3	<i>Thermocyclops crassus</i>	14	<i>Cyclops vicinus</i>
4	<i>Cyclops strenuus</i>	15	<i>Microcyclops varicans</i>
5	<i>Megacyclops sp.</i>	16	<i>Harpacticoida sp.</i>
6	<i>Diacyclops sp.</i>	17	Науплиус <i>Harpacticoida</i>
7	<i>Cyclops abyssorum</i>	18	<i>Mesocyclops sp.</i>
8	Науплиус <i>Cyclopoida</i>	19	<i>Cyclops sp.</i>
9	<i>Microcyclops gracilis</i>	20	<i>Paracyclops affinis</i>
10	<i>Acanthocyclops viridis</i>	21	<i>Cyclops abyssorum</i>
11	<i>Megacyclops viridis</i>	22	Копенодид <i>Calanoida</i>

Общее число видов и групп видов бентосных беспозвоночных, которые были идентифицированы в пруду за весь период исследований, составило 45 из 11 систематических групп (табл. 3): моллюски (тип *Mollusca*), олигохеты (п/кл. *Oligochaeta*), пиявки (п/кл. *Hirudinea*), ракообразные (кл. *Crustacea*), личинки комаров-звонцов (сем. *Chironomidae*), поденки (отр. *Ephemeroptera*), стрекозы (отр. *Odonata*), ручейники (отр. *Trichoptera*), мокрецы (отр. *Diptera*), водяные клопы (отр. *Nemiptera*) и условная группа «прочие». Видовой состав зоопланктона представлен в табл. 3.

Негативным фактором воздействия на водные экосистемы может являться близкое расположение пруда к уже рекультивированному полигону ТКО [Минашкина, Кондратенко, Воробьева, 2021]. Необходимо выявить, оказывалось ли влияние полигона ТКО на водные экосистемы и как оно повлияло на экологическое состояние водного объекта.

Таблица 3

Видовой состав зообентоса в пруду, расположенном вблизи полигона ТКО

№ п/п	Название вида	№ п/п	Название вида
Семейство <i>Chironomidae</i>			
1	<i>Anatopynia plumipes</i>	8	<i>Cryptochironomus conjungens</i>
2	<i>Chironomus dorsalis</i>	9	<i>Dicrotendipes tritonus</i>
3	<i>Chironomus plumosus</i>	10	<i>Endochironomus albipennis</i>
4	<i>Chironomus tentans</i>	11	<i>Endochironomus tendens</i>
5	<i>Glyptotendipes gripekoveni</i>	12	<i>Pagastiella orophila</i>
6	<i>Parachironomus pararostratus</i>	13	<i>Polypedilum nubeculosum</i>
7	Куколка <i>Chironomidae</i>		
Класс <i>Crustacea</i>			
1	<i>Asellus aquaticus</i>	3	<i>Pontogammarus robustoides</i>
2	<i>Conchostraca sp.</i>		
Отряд <i>Ephemeroptera</i>			
1	<i>Baetis rhodani</i>	2	<i>Caenis macrura</i>
Подкласс <i>Hirudinea</i>			
1	<i>Erpobdella nigricollis</i>	5	<i>Glossiphonia concolor</i>
2	<i>Erpobdella octoculata</i>	6	<i>Helobdella stagnalis</i>
3	<i>Glossiphonia complanata</i>	7	<i>Hemiclepsis marginata</i>
4	<i>Piscicola geometra</i>		
Тип <i>Mollusca</i>			
1	<i>Anodonta stagnalis</i>	5	<i>Dreissena polymorpha</i>
2	<i>Anodonta subcircularis</i>	6	<i>Lymnaea sp.</i>
3	<i>Bithynia tentaculata</i>	7	<i>Lymnaea turricula</i>
4	<i>Pseudanodonta sp.</i>		
Отряд <i>Odonata</i>			
1	<i>Coenagrion puella</i>	3	<i>Leucorrhinia caudalis</i>
2	<i>Libellula quadrimaculata</i>	4	<i>Somatochlora metallica</i>
Подкласс <i>Oligochaeta</i>			
1	<i>Propappus volki</i>	3	<i>Uncinaxis uncinata</i>
2	<i>Tubifex tubifex</i>		
Отряд <i>Diptera</i>			
1	<i>Bezzia sp.</i>		
Отряд <i>Trichoptera</i>			
1	<i>Anabolia soror</i>	2	<i>Neureclipsis bimaculata</i>
Отряд <i>Hemiptera</i>			
1	<i>Micronecta griseola</i>	2	<i>Sigara falleni</i>
Группа «прочие»			
1	<i>Nematomorpha</i>		

Гидрологическая система пруда и канав, соединяющихся с Вислинским заливом, подвержена существенным колебаниям уровня, что отражается на площади водоемов, особенно в пруду. Меняется и состояние протоки, которая никогда не пересыхает.

Регулярно на пруду и протоке, соединяющей его с Вислинским заливом, отмечается присутствие рыболовов-любителей. Контрольные обловы в пруду, проведенные кафедрой ВБА в 2020–2021 гг. показали, что в основном в нем обитают такие виды рыб, как плотва (*Rutilus rutilus*), окунь (*Perca fluviatilis*), щука (*Esox lucius*), карась серебряный (*Carassius gibelio*), жерех

(*Aspius aspius*), голавль (*Squalius cephalus*), язь (*Leuciscus idus*). Пруд относится к первой рыбохозяйственной категории. Первая категория означает, что в данном водном объекте водные биоресурсы не относятся к особо ценным и ценным видам, и объект является местом их размножения, зимовки, массового нагула, искусственного воспроизводства, местом миграций.

Берег пруда небольшой и с резким обрывом до 1 м, грунт представлен песком и черным илом с остатками растительности. Практически по всей береговой линии произрастает тростник обыкновенный (*Phragmites australis*).

Неоднократно на пруду обнаруживаются такие водоплавающие птицы, как лебедь-шипун (*Cygnus olor*), кряква (*Anas platyrhynchos*), озерная чайка (*Larus ridibundus*), чирок-свистунок (*Anas crecca*), широконоска (*Spatula clypeata*), лысуха (*Fulica atra*), болотная курочка (*Gallinula chloropus*). Периодически вблизи с прудом наблюдаются следы лося (*Alces alces*), кабана (*Sus scrofa*) и косули (*Capreolus capreolus*). Между прудом и полигоном ТКО, а также ближе к акватории залива находятся хатки бобра (*Castor fiber*), наличие представителей данного вида фауны является показателем благоприятного экологического состояния окружающей среды [Wolf, Hammill, 2023].

Результаты

Искусственные водные объекты, как правило, существенно отличаются по своим физическим, химическим и биологическим особенностям от водоемов естественного происхождения. Чаще всего эти различия связаны с морфометрическими параметрами озерной котловины, которые обуславливают особенности термического и газового режимов, распределение химических элементов, показателей продуктивности, а также определяют устойчивость водоема к внешней нагрузке [Morphometric characteristics of ... , 2022]. Изучение морфологии озера принципиально не только для знания его формы, но и понимания процессов транспорта питательных веществ и распространения биологических сообществ [Use of geoinformation ... , 2022].

Водосборная площадь показывает площадь прилегающей к водоему территории, с которой вместе с потоками дождевых и талых снеговых вод в водный объект попадают различные вещества [Сутырина, 2010]. В качестве водораздельных линий, ограничивающих водосборный бассейн пруда, выступают точки вершин рельефа [Shit, 2021]. Помимо этого, в водосборную площадь пруда частично входит рекультивированный полигон ТКО и канава, соединяющая пруд и Вислинский залив, за счет которой в период сгонно-нагонных явлений под воздействием преобладающих западных ветров [Szydłowski, Kolarski, Zima, 2019] в пруд поступает вода с залива (рис. 2). Таким образом, пруд является проточным водоемом со смешанным типом питания, в котором за счет впадающей канавы и канавы, связывающей его с Вислинским заливом, происходит перенос и перемешивание различных веществ. В связи с чем уровень воды в пруду часто подвержен колебаниям и изменяется в пределах 1–1,5 м в зависимости от погодных явлений.

Определение границ водосборного бассейна осуществлялось путем делимитации водосбора в ArcGIS. Данный процесс может быть выполнен по-

средством применения специального набора инструментов Hydrology для ArcMap. Делимитация включала в себя алгоритм, состоящий из взаимосвязанных и последовательно генерируемых тематических растров (направления стока, аккумуляции стока и общего растра гидрографической сети). В результате был получен полигональный файл, иллюстрирующий все особенности рельефа, а также границы водосборного бассейна.

Для антропогенных малых водоемов Калининграда характерна небольшая водосборная площадь, но особенности местности, близкое расположение полигона ТКО и наличие впадающей канавы являются основными факторами, за счет которых площадь водосбора в данном случае увеличивается. Как следствие, бассейн водоема имеет ассиметричные, неровные и негеометрические очертания с извилистыми границами. Согласно проведенным измерениям, водосборная площадь пруда составила $0,82 \text{ км}^2$, протяженность линии границ водосборной площади $7,42 \text{ км}$.



Рис. 2. Границы водосборной площади пруда, расположенного вблизи полигона ТКО

Определение морфометрических особенностей пруда проводилось в ходе полевых работ и с использованием картографических сервисов. Произведенные расчеты по результатам исследований позволяют выделить основные морфометрические характеристики пруда, представленные в табл. 4.

Таблица 4

Морфометрические характеристики пруда, расположенного вблизи полигона ТКО

№ п/п	Параметр	Значение
1	Площадь пруда, км ²	0,035
2	Протяженность береговой линии, км	1,1
3	Развитие береговой линии	1,5
5	Объем воды, тыс. м ³	66
6	Средняя глубина, м	1,9
7	Максимальная глубина, м	3,2
8	Средняя ширина, км	0,2
9	Длина, км	0,2
10	Ширина, км	0,2
11	Показатель емкости	0,59
12	Площадь дна, км ²	0,042
13	Площадь водосборного бассейна, км ²	0,82
14	Удельный водосбор	23,4
15	Коэффициент изрезанности береговой линии	1,5
16	Показатель открытости	0,02
17	Коэффициент относительной глубины водоема (показатель глубинности)	0,03
18	Показатель формы озерной котловины	1,7
19	Коэффициент удлиненности	1,2
20	Максимальная ширина, км	0,2
21	Форма озерной котловины	Полусфера

Пруд имеет близкую к квадрату форму и слабоизрезанную береговую линию (коэффициент извилистости – 1,5). Малая величина удлиненности 1,2 указывает на форму (по С. В. Григорьеву), близкую к квадратной. По снимкам видно, что пруд слегка вытянут с северо-запада на юго-восток. Показатель удлиненности определяется как отношение длины озера к средней ширине и характеризует вытянутость котловины. По функционально-генетической классификации прудов В. М. Мишона [Мякишева, 2009], водоем относится к категории средних – площадь 0,035 км². Согласно расчетам авторов, его длина – 0,2 км, максимальная ширина (0,2 км) незначительно отличается от средней (около 0,2 км). Протяженность береговой линии составляет около 1 км. Объем воды в пруду (около 66 тыс. м³) схож с другими водоемами карьерного типа в Калининграде, например, с прудом Пелавским и расположенным неподалеку Карповским [Цупикова, Лозицкая, Алдушин, 2018].

Коэффициент относительной глубины водоема (показатель глубинности) составил 0,03, это свидетельствует о слабой открытости котловины пруда от ветрового перемешивания вод и возможности их расслоения в летний и зимний периоды, что, в свою очередь, способствует усилению однородности химической и биологической неоднородности водной массы.

Опасность возникновения неблагоприятного кислородного режима в условиях устойчивой стратификации подтверждает низкое значение широко применяемого в морфометрии показателя открытости, выражающего слабую степень динамического перемешивания вод пруда. Показатель открытости

(отношение площади озера к его средней глубине) отражает степень воздействия климатических факторов. Коэффициент открытости пруда равен 0,02. Он свидетельствует о доступности водной массы водоема воздействию климатических факторов, поэтому температурный и ледовый режимы следуют за изменением температуры воздуха и тесно с ней связаны. От скорости обмена водной массы водоема во многом зависят его гидрологический, гидрохимический и гидробиологический режимы. Большая открытость водоемов свидетельствует о наличии в них условий для значительного перемешивания водных масс. Влияние внешних факторов на процессы отражает и показатель удельного водосбора, который у пруда составляет 23,4. Чем больше удельный водосбор, тем значительнее влияние окружающего ландшафта на гидрологический режим [Muhtadi, Rahmadya, Leidonald, 2022]. Показатель относится к категории средних (10–100), что говорит о том, что влияние внешних условий водосбора увеличивается, и при этом снижается роль процессов, происходящих в самом водоеме.

По результатам промерных работ были получены данные для построения батиметрической карты водоема (рис. 3), позволяющей изучить строение его котловины, рельеф дна, которые имеют существенное значение для мониторинга экологического состояния водных объектов.

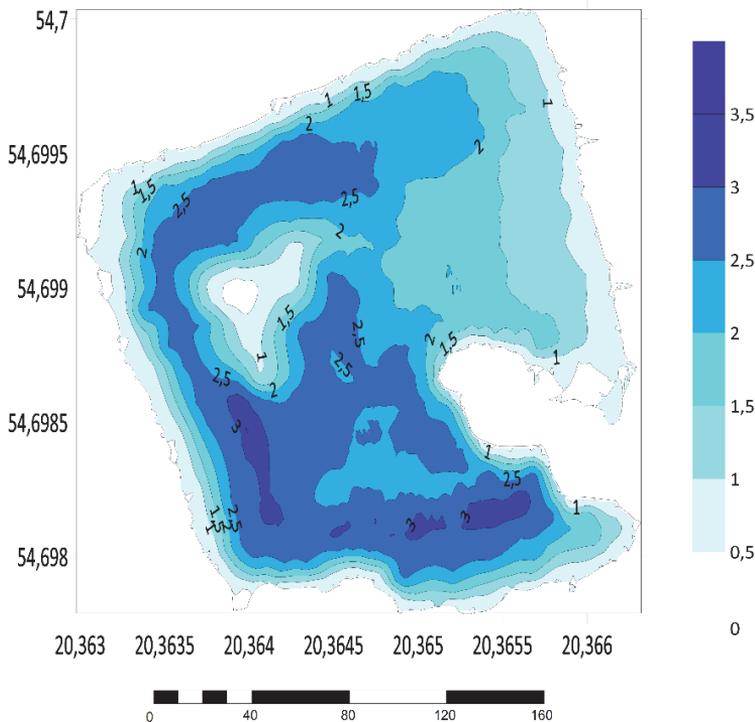


Рис. 3. Карта глубин пруда, расположенного вблизи полигона ТКО

В соответствии с классификацией водных объектов по средним глубинам Китаева, пруд относится к водоемам с малой глубиной (до 4 м) [Китаев, 1984]. Показатель емкости (отношение средней глубины к максимальной) равен 0,59, следовательно, котловина пруда по форме близка к полусфере.

Для большей части пруда характерен довольно крутой подводный береговой склон, глубины быстро достигают 2,5 м. В северо-восточной части мелководная зона хорошо развита, смена глубин более плавная. В юго-восточной части расположен полуостров площадью около 0,0025 км². Рельеф дна сложный: на юго-западе и юге находятся ямы с глубинами 3–3,2 м, форма ям слегка вытянутая, в западной части – с севера на юг, а в южной – с запада на восток. Общая площадь ям с самыми большими глубинами водного объекта составляет 0,0007 км².

В северо-западной части пруда расположен остров в форме треугольника, который по спутниковым картам еще в 60-е гг. XX в. четко наблюдался. Вероятно, со временем верхняя часть острова размывалась водой. Площадь верхней части треугольника, наиболее близко расположенной к водной поверхности, составляет 0,00009 км², а площадь находящейся на глубине 1–1,5 м – 0,0008 км². Для наглядного отображения особенностей котловины пруда построена трехмерная модель рельефа его дна (рис. 4).

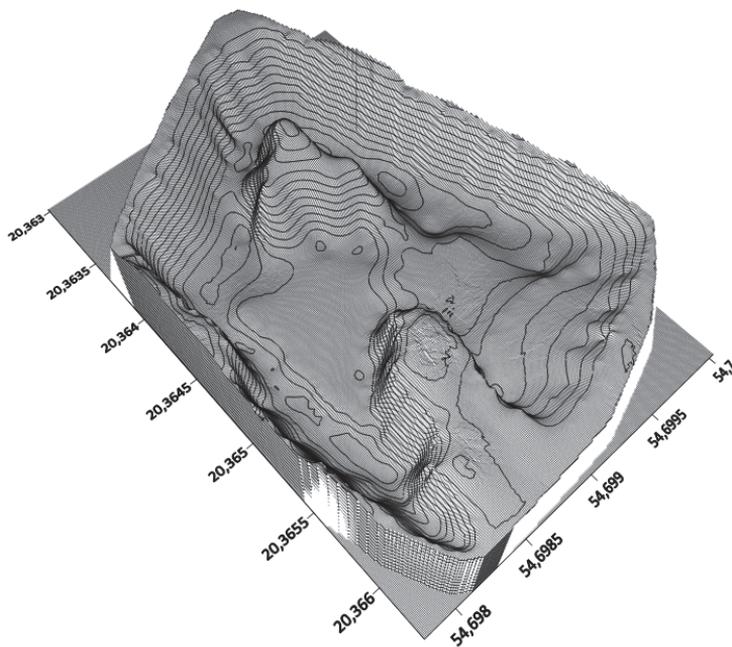


Рис. 4. 3D-модель дна пруда, расположенного вблизи полигона ТКО

Преобладающие глубины пруда – 0,5–1,5 м, что можно заметить на батиметрической карте, построенной на основании съемки. Глубины до 1 м занимают 94 % от общей площади и около 40 % от общего объема озера, глубины более 2 м – менее 50 % от площади и 10 % от объема (табл. 5).

Таблица 5

Площади и объемы пруда, расположенного вблизи полигона ТКО

Глубина (м)	Площадь по горизонтали		Объем пруда	
	км ²	% от общей площади	тыс. м ³	% от общего объема
0,0	0,035	100	17366	26,45
0,5	0,033	94,24	15584	23,73
1,0	0,027	82,12	13240	20,16
1,5	0,023	67,32	10285	15,66
2,0	0,017	48,79	7025	10,70
2,5	0,009	27,24	2131	3,24
3,0	0,00007	2,02	36	0,05
3,5	0	0	0	0

Крутизна подводного берегового склона до глубины три метра составляет в среднем 4–8°. Только в южной и юго-западной части можно увидеть ямы глубиной до максимальной зафиксированной (3,2 м). Средний уклон ложа озера вычислен по А. И. Чеботареву [1975] и составил 10°.

Предполагаемая наибольшая глубина пруда находится в его юго-западной и южной частях.

Заключение

Результаты картографического анализа позволяют предположить, что пруд фактически является антропогенным водным объектом – это бывший карьер, котловина которого быстро заполнилась водой в связи с гидрогеологическими и геоморфологическими особенностями окружающей местности. Впервые на картах водоем появляется в 1955 г. и к тому моменту имеет близкие к современным очертания. Окончательное формирование береговой линии произошло в 1960-е гг., таким образом, с гидрологической точки зрения правильнее было бы называть его прудом.

Гидрохимические характеристики исследуемого водного объекта позволяют сделать вывод о среднестатистических показателях, характерных для подобных водных объектов.

Гидробиологический анализ показывает достаточно хорошее биоразнообразие как планктонных, так и бентосных форм организмов.

Ихтиофауна пруда представлена видами, широко распространенными в пресных водоемах Калининградской области.

Пруд является местом обитания большого количества водоплавающих птиц, присутствие которых часто отмечалось при полевых научно-исследовательских работах.

Растительность вблизи пруда не отличается флористическим разнообразием и представлена стандартной растительностью, характерной для заболоченной местности, в которой расположен исследуемый водоем.

Физико-химические испытания проб воды пруда позволяют оценить высокое содержание органических и минеральных веществ в воде.

Гидробиологические и ихтиологические исследования дали возможность выявить характерные для пресноводных водоемов Калининградской области виды гидробионтов.

В соответствии с расчетами и остальными морфометрическими характеристиками, влияние внешних условий водосбора пруда увеличивается, и при этом снижается роль процессов, происходящих в самом исследуемом водоеме.

Водосборный бассейн пруда характеризуется определенными особенностями, одной из которых является нахождение части полигона ТКО в водосборе. Что, вероятно, может являться дополнительным фактором негативного воздействия на водный объект. Сведения о структуре производства и потребления в Калининградской области позволяют хотя бы приблизительно оценить возможную опасность поступивших на свалку отходов. Например, хорошо известно, что в Калининградской области крупных предприятий, производивших опасные отходы, не было. Поэтому ожидать на свалках Калининградской области образование опасного для окружающей природной среды фильтрата вряд ли приходится.

Концентрации фильтрата рекультивированного полигона ТКО Калининградской области изменялись в широком диапазоне и имеют тенденцию к снижению негативного воздействия на окружающую природную среду [Минашкина, Кондратенко, 2021]. Таким образом, гидрологическая система пруда является «буферной зоной» между полигоном и Вислинским заливом, которая в период максимального образования фильтрата (во время функционирования полигона ТКО) сглаживала пиковое негативное воздействие на экосистему залива. Прекращение образования нового фильтрата и снижение его концентраций в период рекультивации ТКО способствовало такому воздействию на экосистему, при котором нормальное функционирование преобладало над деструкцией и содействовало восстановлению экосистемы при воздействии негативных факторов.

Общепринятой точкой зрения экологов считается, что одним из главных факторов негативного влияния свалок отходов на окружающую среду является поступление свалочного фильтрата в поверхностные и подземные водные объекты. В некоторых информационных материалах, в том числе и научного характера, прогнозируются негативные последствия такого влияния на биоту. Вероятно, в тех случаях, когда на свалке размещаются кроме бытовых еще и какие-либо опасные (промышленные и другие) отходы, такие прогнозы могут быть обоснованными. Но на большинстве российских свалок в основном размещались твердые коммунальные отходы, как и в случае с рекультивированной калининградской свалкой. Оценить процент размещенных в свое время там опасных отходов не представляется возможным. Поэтому мы попытались оценить степень ее опасности для окружающей среды косвенным методом – по состоянию биоты поверхностных водных объектов, в которые поступал или мог поступать фильтрат с этой свалки. Одним из таких поверхностных водных объектов, куда длительное время поступал фильтрат, является исследуемый пруд. Чтобы оценить последствия влияния свалочного фильтрата на его экосистему, были проведены комплексные исследу-

дования, отдельные результаты которых были ранее опубликованы. В данной статье приводятся результаты работ в большей степени по истории возникновения пруда и оценке его морфометрических показателей.

Список литературы

Верещагин Г. Ю. Методы морфологической характеристики озер // Труды Олонецкой научной экспедиции. 1930. Ч. 2, вып. 1. 116 с.

Китаев С. П. Экологические основы биопродуктивности озер различных природных зон. М. : Наука, 1984. 208 с.

Кутикова Л. А. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Л. : Гидрометеиздат, 1977. 511 с.

Лозицкая Е. А., Цуцикова Н. А., Берникова Т. А. Морфометрические особенности озера Карповского (Калининград) // Балтийский морской форум: материалы VIII Международного Балтийского морского форума : в 6 т. Калининград, 2020. С. 148–157.

Минашкина А. В., Кондратенко С. В. Изменчивость химических показателей фильтрационных вод полигона твердых коммунальных отходов в пос. им. А. Космодемьянского Калининградской области // Гидрометеорология и экология. 2021. № 64. С. 558–574. <https://doi.org/10.33933/2713-3001-2021-64-558-574>

Минашкина А. В., Кондратенко С. В., Воробьева Е. А. Разработка программы мониторинга водных объектов вблизи рекультивированного полигона ТКО в пос. им. А. Космодемьянского Калининградской области // Гидрометеорология и экология. 2021. № 62. С. 96–112. <https://doi.org/10.33933/2074-2762-2021-62-96-112>

Мякишева Н. В. Многокритериальная классификация озер. СПб. : Изд. РГТМУ, 2009. 160 с.

Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России / под ред. В. Р. Алексеева, С. Я. Цалолихина : в 2 т. М. : Тов-тво науч. изд. КМК, 2010. Т. 1 : Зоопланктон. 495 с.

Сутырина Е. Н. Определение морфометрических характеристик искусственных водоемов по данным дистанционного зондирования (на примере водохранилищ Суховской и Тельминской ГЭС) // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. 2010. № 3(2). С. 167–178.

Сутырина Е. Н. Оценка состояния водосбора реки Селенги по спутниковым данным // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. 2010. Т. 3, № 1. С. 143–150.

Цуцикова Н. А., Лозицкая Е. А., Алдушин А. В. Морфометрические характеристики пруда Пелавского (г. Калининград) // Известия КГТУ. 2018. № 49. С. 55–66.

Чеботарев А. И. Общая гидрология (воды суши). Л. : Гидрометеиздат, 1975. 544 с.
Introduction to Morphology, Landscape and Modelling / P. Shit, B. Bera, A. Islam, S. Ghosh, G. Bhunia // Drainage Basin Dynamics. 2021. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-79634-1>

Koveshnikov M., Krylova E. Structure of Zoobenthos at Different Stages of Ecosystem Succession in Thermokarst Water Bodies of the Central Yamal Peninsula // Inland Water Biology. 2022. N 15. P. 603–612. <https://doi.org/10.1134/S1995082922050157>

Mayasari H., Wardhana B., Tahir I. Evaluation of landfill management at Piyungan landfill Yogyakarta by using integrated risk based approach method // Journal of Environmental Engineering and Landscape Management, 2023. N 31. P. 23–33. <https://doi.org/10.3846/jeelm.2023.18065>

Morphometric characteristics of Pallimon watershed, South Kerala, India / B. Kumar, R. Reghunath, Y. Singh, M. Nazeer // Applied Ecology and Environmental Sciences, 2022. N 10. P. 519–526. <https://doi.org/10.12691/aees-10-8-4>

Muhtadi A., Rahmadya A., Leidonald R. Morphometric characteristics of the Alas-Singkil drainage basins // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2022. 977 p. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/977/1/012090>

Structural Organization of Zooplankton Communities in Different Types of River Mouth Areas / V. Zhikharev [et al.] // Diversity. 2023. N 15. <https://doi.org/10.3390/d15020199>

Szydłowski M., Kolerski T., Zima P. Impact of the Artificial Strait in the Vistula Spit on the Hydrodynamics of the Vistula Lagoon (Baltic Sea) // Water. 2019. N 11. 990 p. <https://doi.org/10.3390/w11050990>

Use of geoinformation technologies in the study of cartometric and morphometric characteristics of lakes in the North Kazakhstan / P. Dmitriyev [et al.] // *InterCarto InterGIS*, 2022. N 28. P. 719–736. <https://doi.org/10.35595/2414-9179-2022-2-28-719-736>

Utlu M., Ozturk M. Comparison of morphometric characteristics of dolines delineated from TOPO-Maps and UAV-DEMs // *Environmental Earth Sciences*. 2023. N 82. P. 1–14. <https://doi.org/10.1007/s12665-023-10862-x>

Wolf M., Hammill E. Provisioning of breeding habitat by beaver and beaver dam analogue complexes within the Great Salt Lake catchment // *Freshwater Biology*. 2023. N 68. <https://doi.org/10.1111/fwb.14054>

References

Vereshchagin G.Yu. *Metody morfologicheskoy harakteristiki ozer* [Methods of morphological characteristics of lakes]. Proceedings of the Ononets Scientific Expedition. 1930, vol. 2, no. 1, 116 p. (in Russian)

Kitaev S.P. *Ekologicheskie osnovy bioproduktivnosti ozer razlichnykh prirodnykh zon* [Ecological bases of bioproductivity of lakes of various natural zones]. Moscow, Nauka Publ., 1984, 208 p. (in Russian)

Kutikova L.A. *Opredelitel presnovodnykh bespozvonochnykh Evropejskoj chasti SSSR* [Determinant of freshwater invertebrates of the European part of the USSR]. Leningrad, Hydrometeoizdat Publ., 1977, 511 p. (in Russian)

Lozitskaya E.A., Tsupikova N.A., Bernikova T.A. Morfometricheskie osobennosti ozera Karpovskogo (Kaliningrad) [Morphometric features of Lake Karpovsky (Kaliningrad)]. *Baltijskij morskoy forum* [Baltic Sea Forum]. Proceedings of the 8th International Baltic Sea Forum: in 6 vols. 2020, pp. 148–157. (in Russian)

Minashkina A.V., Kondratenko S.V. Izmenchivost' khimicheskikh pokazatelei filtratsionnykh vod poligona tverdykh kommunalnykh otkhodov v pos. im. A. Kosmodem'yanskogo Kaliningradskoi oblasti [Variability of chemical indicators of seepage waters of the municipal solid waste landfill in the settlement. them. A. Kosmodemyansky Kaliningrad region]. *Gidrometeorologiya i ekologiya* [Hydrometeorology and ecology], 2021, no. 64, pp. 558–574. (in Russian)

Minashkina A.V., Kondratenko S.V., Vorob'yova E.A. Razrabotka programmy monitoringa vodnykh ob"ektov vblizi rekultivirovannogo poligona TKO v pos. im. A. Kosmodem'yanskogo Kaliningradskoj oblasti [Development of a program for monitoring water bodies near the recultivated landfill in the village named after A. Kosmodemyansky of the Kaliningrad region]. *Gidrometeorologiya i ekologiya* [Hydrometeorology and ecology], 2021, no. 62, pp. 96–112. (in Russian)

Myakisheva N.V. *Mnogokriterialnaya klassifikatsiya ozer* [Multicriteria classification of lakes]. St. Petersburg, RGGMU Publ., 2009, 160 p. (in Russian)

Opredelitel zooplanktona i zoobentosa presnykh vod Evropejskoj Rossii. [Identification Guide to zooplankton and zoobenthos in freshwater of European Russia.]. Moscow, Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK Publ., 2010, vol. 1, 495 p. (in Russian)

Sutyryna E.N. Opreделение morfometricheskikh harakteristik iskusstvennykh vodoemov po dannym distancionnogo zondirovaniya (na primere vodohranilishch Suhovskoj i Telminskoj GES) [Determination of morphometric characteristics of artificial reservoirs based on remote sensing data (on the example of reservoirs of Sukhovskaya and Telminskaya hydroelectric power station)]. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Nauki o zemle* [The Bulletin of Irkutsk State University. Series Earth Sciences], 2010, no. 3(2), pp. 167–178. (in Russian)

Sutyryna E.N. Ocenka sostoyaniya vodosbora reki Selengi po sputnikovym dannym [Assessment of the state of the Selenga River catchment by satellite data]. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Nauki o zemle* [The Bulletin of Irkutsk State University. Series Earth Sciences], 2010, no. 3(1), pp. 143–150. (in Russian)

Tsupikova N.A., Lozitskaya E.A., Aldushin A.V. Morfometricheskie kharakteristiki pruda Pelavskogo (g. Kaliningrad) [Morphometric characteristics of Pelavsky Pond (Kaliningrad)]. *Izvestiya KGTU* [KSTU News], 2018, no. 49, pp. 55–66. (in Russian)

Chebotarev A.I. *Obshchaya gidrologiya (vody sushi)* [General hydrology (land waters)]. Leningrad, Hydrometeoizdat Publ., 1975, 554 p. (in Russian)

Shit P., Bera B., Islam A., Ghosh S., Bhunia G. Introduction to Morphology, Landscape and Modelling. *Drainage Basin Dynamics*, 2021.

Koveshnikov M., Krylova E. Structure of Zoobenthos at Different Stages of Ecosystem Succession in Thermokarst Water Bodies of the Central Yamal Peninsula. *Inland Water Biology*, 2022, no. 15. pp. 603–612.

Mayasari H., Wardhana B., Tahir I. Evaluation of landfill management at Piyungan landfill Yogyakarta by using integrated risk based approach method. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2023, no. 31, pp. 23–33.

Kumar B., Reghunath R., Singh Y., Nazeer M. Morphometric characteristics of Pallimon watershed, South Kerala, India. *Applied Ecology and Environmental Sciences*, 2022, no. 10, pp. 519–526.

Muhtadi A., Rahmadya A., Leidonald R. Morphometric characteristics of the Alas-Singkil drainage basins. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2022, 977 p.

Zhikharev V., Gavrilko D., Kudrin I., Vodeneeva E., Erina O., Tereshina M., Shurganova G. Structural Organization of Zooplankton Communities in Different Types of River Mouth Areas. *Diversity*, 2023, no. 15.

Szydlowski M., Kolarski T., Zima P. Impact of the Artificial Strait in the Vistula Spit on the Hydrodynamics of the Vistula Lagoon (Baltic Sea). *Water*, 2019, no. 11, 990 p.

Dmitriyev P., Wendt J., Teslenok S., Nosonov A., Fomin I., Mushtaykin A., Ilkaev S. Use of geoinformation technologies in the study of cartometric and morphometric characteristics of lakes in the North Kazakhstan. *InterCarto InterGIS*, 2022, no. 28, pp. 719–736.

Utlu M., Ozturk M. Comparison of morphometric characteristics of dolines delineated from TOPO-Maps and UAV-DEMs. *Environmental Earth Sciences*, 2023, no. 82, pp. 1–14.

Wolf M., Hammill E. Provisioning of breeding habitat by beaver and beaver dam analogue complexes within the Great Salt Lake catchment. *Freshwater Biology*, 2023, no. 68.

Сведения об авторах

Василискова Александра Владимировна
заведующий лабораториями
Калининградский государственный
технический университет
Россия, 236022, г. Калининград,
Советский пр., 1
e-mail: aleksandra.minashkina@gmail.com

Кондратенко Сергей Валентинович
кандидат биологических наук, доцент
Калининградский государственный
технический университет
Россия, 236022, г. Калининград, Советский
пр., 1
e-mail: kondrat@klgtu.ru

Меньшенин Александр Сергеевич
специалист по учебно-методической работе
Калининградский государственный
технический университет
Россия, 236022, г. Калининград,
Советский пр., 1
e-mail: aleksandr.menshenin@klgtu.ru

Information about the authors

Vasiliskova Aleksandra Vladimirovna
Head of Laboratories
Kaliningrad State Technical University
1, Sovetsky ave., Kaliningrad, 236022,
Russian Federation
email: aleksandra.minashkina@gmail.com

Kondratenko Sergey Valentinovich
Candidate of Sciences (Biology),
Associate Professor
Kaliningrad State Technical University
1, Sovetsky ave., Kaliningrad, 236022,
Russian Federation
e-mail: kondrat@klgtu.ru

Menshenin Aleksandr Sergeevich
Specialist in Educational and Methodological
Work
Kaliningrad State Technical University
1, Sovetsky ave., Kaliningrad, 236022,
Russian Federation
e-mail: aleksandr.menshenin@klgtu.ru

Код научной специальности: 1.6.21

Статья поступила в редакцию 19.05.2023; одобрена после рецензирования 11.09.2023; принята к публикации 05.12.2023

The article was submitted May, 19, 2023; approved after reviewing September, 11, 2023; accepted for publication December, 05, 2023