

УДК 574.583

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НЕКОТОРЫХ ОБВОДНЕННЫХ
КАРЬЕРОВ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ ПО
ГИДРОХИМИЧЕСКИМ И ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

В. В. МОЙСЕЕНКО ^{1*}, А. С. СЕМЕНОВА ^{1,2**}

¹ Атлантический филиал ГНЦ РФ ФГБНУ "ВНИРО", Калининград, Россия

² Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, Россия

Исследовано экологическое состояние нескольких обводненных карьеров Калининградской области: Янтарного, наибольшего по площади, образованного в результате заполнения котловины бывшего карьера по добыче янтаря, а также Березовского и Пушкаревского, которые ранее использовались для добычи песка и гравия. Результаты гидрохимических исследований показали, что все исследуемые водоемы находятся в удовлетворительном экологическом состоянии, но наиболее чистым является карьер Янтарный. По показателям зоопланктона качество воды во всех исследованных карьерах примерно одинаковое, но в Янтарном отмечены более низкие значения коэффициентов трофии, трофности и сапробности воды, что также свидетельствует о лучшем качестве воды в нем.

<https://doi.org/10.46991/PYSUC.2025.59.2.427>

Keywords: ecological state, hydrochemistry, zooplankton, flooded quarry, Kaliningrad Region.

Введение. Обводненные карьеры представляют собой объекты, которые могут оказывать как положительное, так и отрицательное значимое влияние на окружающую среду. В связи с этим, их водно-экологическая оценка становится необходимым инструментом для обеспечения устойчивого развития и охраны экосистем. На территории Калининградской области располагаются десятки водных объектов, образовавшихся путем обводнения бывших карьеров, которые активно используются в рекреационных целях (любительское рыболовство, купание, кемпинг). Наибольшей популярностью для отдыха на побережье пользуется карьер Янтарный с площадью водной поверхности 118 га, который образовался в 1972 г. после выработки месторождения янтаря [1], его глубина достигает 28 м [2]. Карьеры Пушкаревский (площадь водной поверхности 26 га) [3] и Березовский (63,5 га) образовались в период 1985–1990 гг. (что было установлено в результате анализа спутниковых снимков) на

* E-mail: moiseenko@atlant.vniro.ru

** E-mail: a.s.semenowa@mail.ru

месте бывших карьеров по добыче песка и гравия. При этом данные водоемы являются либо мало изученными, либо не изученными вовсе как, например, Березовский карьер. Вследствие чего, изучение их экологического состояния является особенно актуальным.

Целью данной работы является исследование экологического состояния данных обводненных карьеров по гидрохимическим показателям и показателям зоопланктона.

Материалы и методы исследования. Исследуемые водные объекты располагаются в различных частях Калининградской области (рис. 1).

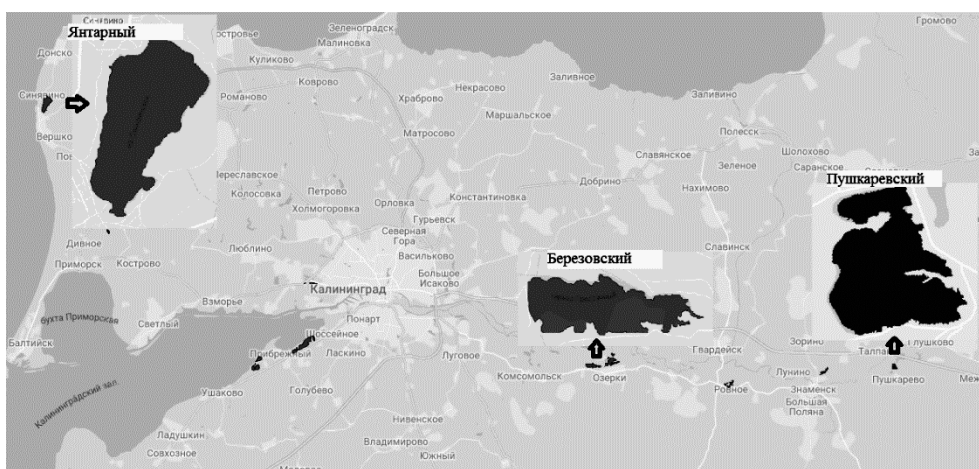


Рис. 1. Расположение исследуемых водоемов.

Отбор проб проводился в вегетационные периоды 2023 и 2024 гг. в прибрежной и центральной частях водоемов.

Определение содержания кислорода и концентраций биогенных веществ осуществляли стандартными объемным и колориметрическими методами [4, 5]. Зоопланктон отбирали сетью Джеди (из газа № 70, размер ячеек 68 мкм) вертикальным обловом, протягивая сеть от дна до поверхности, обрабатывали согласно методике [6]. Определение различных групп организмов вели по соответствующим определителям [7].

Результаты исследований и их обсуждение. В период исследований наиболее высокое содержание растворенного кислорода наблюдалось в Пушкаревском карьере. Наименьшее насыщение вод O_2 и его содержание отмечены в Березовском карьере (рис. 2).

Согласно классификации Алекина [8], величина перманганатной окисляемости во всех изученных карьерах оценивается как малая. Березовский и Пушкаревский карьеры обладают схожими характеристиками по содержанию биогенов, им свойственно высокое содержание азота аммонийного, нитриты содержатся в следовых количествах (рис. 3).

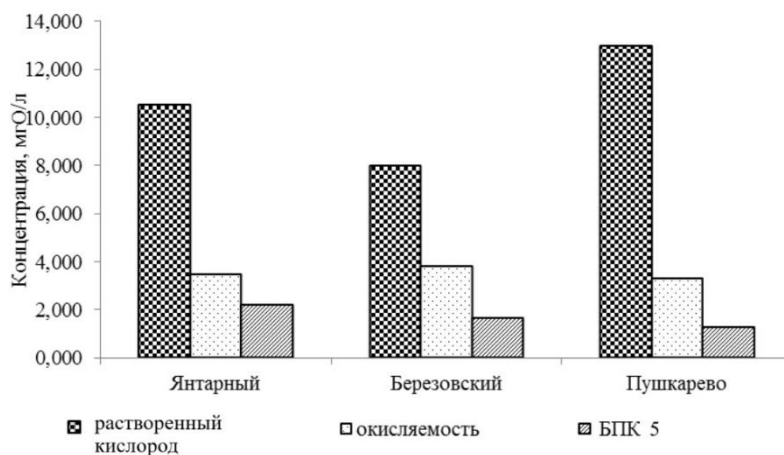


Рис. 2. Содержание растворенного кислорода, перманганатная окисляемость и показатель БПК5 в исследованных карьерах.

Наибольшее содержание фосфатов наблюдалось в карьере Янтарный, что является характерным признаком данного водоема и обусловлено наличием фосфоросодержащих пород в составе его склонов, что было отмечено и в предыдущих исследованиях [1]. В целом содержание биогенных элементов в данном водоеме низкое.

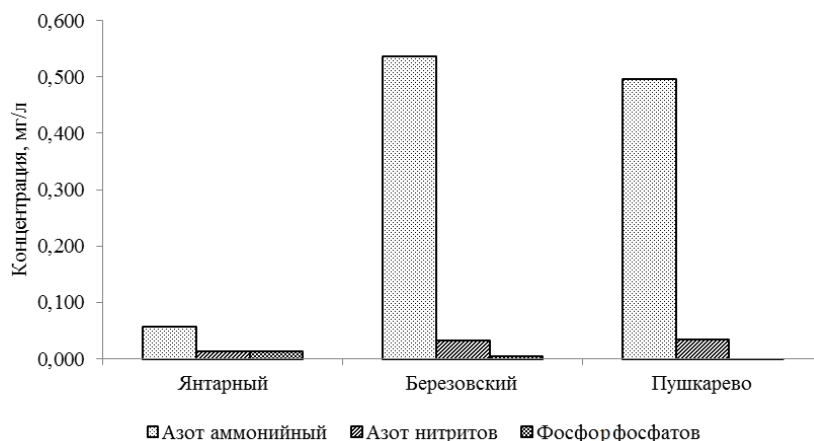


Рис. 3. Содержание биогенных элементов (азота аммонийного, азота нитритов и фосфора фосфатов) в воде исследованных карьеров.

Согласно оценке качества вод по комплексной экологической классификации качества поверхностных вод суши по О.П. Окснюк и В.Н. Жукинскому, наиболее чистым водоемом является Янтарный. Несмотря на повышенное значение БПК5, данный водный объект по прочим показателям характеризуется как чистый, следовательно, причиной такого явления является не загрязнение водоема, а его естественная продуктивность. Наиболее загрязнен карьер Березовский, при этом все исследуемые объекты находятся в

удовлетворительном экологическом состоянии в соответствии с данной классификацией (табл. 1).

Таблица 1

Оценка качества вод по комплексной экологической классификации качества поверхностных вод суши по О.П. Окснюк и В.Н. Жукинскому

Показатель \ Водоем	Янтарный	Березовский	Пушкаревский
Азот аммонийный	очень чистая	умеренно загрязненная	слабозагрязненная
Нитриты	вполне чистая	умеренно загрязненная	умеренно загрязненная
Фосфаты	вполне чистая	предельно чистая	предельно чистая
Содержание растворенного O ₂	очень чистая	умеренно загрязненная	слабозагрязненная
Окисляемость перманганатная	очень чистая	очень чистая	очень чистая
БПК ₅	умеренно загрязненная	достаточно чистая	вполне чистая

В соответствии с ГОСТ 17.1.2.04-77, Березовский и Пушкаревский карьеры обладают большой схожестью по сапробности (табл. 2).

Таблица 2

Оценка качества вод согласно ГОСТ 17.1.2.04-77

Показатель \ Водоем	Янтарный	Березовский	Пушкаревский
Нитриты	бм	ам	ам
Фосфаты	ам	бм	бм
Содержание растворенного O ₂	о	бм	бм
Окисляемость перманганатная	ам	ам	ам
БПК ₅	бм	о	о

Примечание: о – олигосапробный; бм – бетамезосапробный; ам – альфамезосапробный.

Таблица 3

Оценка качества вод по классификации А.А. Былинкиной и С.М. Драчева

Показатель \ Водоем	Янтарный	Березовский	Пушкаревский
Азот аммонийный	очень чистый	очень чистый	очень чистый
Содержание растворенного O ₂	очень чистый	чистый	очень чистый
Окисляемость перманганатная	умеренно загрязненный	умеренно загрязненный	умеренно загрязненный
БПК ₅ , мг О/л	умеренно загрязненный	чистый	чистый

Результаты оценки качества вод по классификации А.А. Былинскиной и С.М. Драчева демонстрируют также большее сходство Березовского и Пушкаревского карьеров, а также удовлетворительное экологическое состояние исследуемых водоемов (табл. 3).

На основании оценки качества вод исследуемых водоемов по гидрохимическим показателям установлено, что наиболее благоприятные кислородные условия наблюдаются в карьере Янтарный, что соответствует результатам предыдущих исследований [1]. При этом в данном водоеме прослеживается более интенсивное биохимическое потребление кислорода, что говорит о его потенциальной продуктивности при прочих схожих гидрохимических свойствах. Исключение составляет более высокие значения содержания фосфатов, что является характерной особенностью данного карьера, обусловленной строением слагающих его берега грунтов.

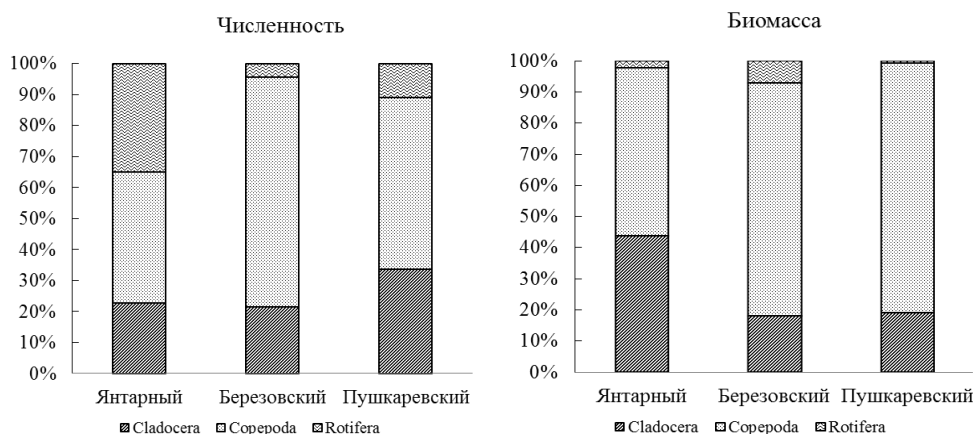


Рис. 4. Структура зоопланктона по численности и биомассе.

По численности и биомассе в структуре зоопланктона всех изученных карьеров преобладали веслоногие ракообразные (Copepoda) (рис. 4), что характерно для чистых олиготрофных водоемов [9].

Таблица 4

Оценка качества воды исследованных карьеров по показателям зоопланктона

Водоем	Доминирующие таксономические группы (численность/биомасса зоопланктона, %)	<i>E/O</i>	<i>E</i>	Индекс Шеннона	Сапробность
Янтарный	Copepoda (46/47), Cladocera (27/36)	1,5	0,3	2,49	1,54
Березовский	Copepoda (64/66), Cladocera (30/27)	2,8	0,4	2,61	1,57
Пушкаревский	Copepoda (57/61), Cladocera (32/29)	2,1	0,4	2,49	1,59

Наименьшей была численность и биомасса зоопланктона в карьере Янтарный. Максимальное развитие зоопланктона по биомассе отмечено в Пушкаревском карьере при практически равной численности зоопланктона с Березовским карьером. По показателю трофии (*E/O*) карьер Янтарный

характеризовался как мезотрофный водоем, а карьеры Березовский и Пушкаревский – как эвтрофные, по коэффициенту трофии (E) все три водоема характеризовались как мезотрофные. Показатели сапробности и индекс Шеннона во всех изученных карьерах были сходными (табл. 4). По показателю сапробности качество воды во всех карьерах можно оценить как соответствующее III классу качества воды (умеренно загрязненные воды).

Заключение. Таким образом, анализ гидрохимических показателей, состава и структуры зоопланктона исследуемых водоемов показал, что они находятся в удовлетворительном экологическом состоянии. При этом, карьер Янтарный обладает особенностями, обусловленными большей площадью его водного зеркала, значительными глубинами и, как следствие, большим объемом вод, что, несмотря на более ранний период его образования и наибольшую рекреационную нагрузку, позволяет отнести данный водоем к категории “чистых”. Также следует отметить важность использования комплексных данных для получения наиболее достоверных результатов при оценке экологического состояния водоема с учетом как гидрохимических, так и гидробиологических показателей.

Поступила 04.04.2025

Получена с рецензии 20.06.2025

Утверждена 15.08.2025

ЛИТЕРАТУРА

1. Цупикова Н.А. Моисеенко В.В. Оценка возможности организации рыбоводного хозяйства на базе пруда Янтарный (Калининградская область). *Агроэкономика: экономика и сельское хозяйство* 7 (2017), 10.
2. Домнин, Д.А., Завада Д.Е. Гидрологические особенности системы прибрежных обводненных карьеров Юго-Восточной Балтики. *Морские исследования и образование (MARESEDU-2023)*. Тр. XII Межд. научно-прак. Конф. Москва, 2023 г. Тверь, ПолиПРЕСС (2024), 90–95.
3. Крылов А.В., Барышев И.А. и др. *Методы гидробиологических исследований внутренних вод*. Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. Ярославль, Филигрань (2024), 592.
4. *Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши*. Ленинград, Гидрометеиздат (1977), 541.
5. *Характеристики загрязняющих веществ*. Из раздела II: Для водных объектов “Перечень загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры госуд. регул. в области охраны окружающей среды, утв. распоряжением Правительства РФ от 08.07.2015 г. № 1316-р”. ФГБУ УралНИИ “Экология” (2016), 296.
6. Моисеенко В.В. *Экологическое состояние обводненного карьера возле п. Пушкарево (Калининградская область) по гидрохимическим и гидробиологическим показателям*. Биология внутренних вод. Перспективы и проблемы современной гидробиологии. Матер. XVII Всероссийской науч. конф. молодых ученых, посвящ. 300-летию РАН, 170-летию со дня рождения Н.А. Морозова и 130-летию со дня рождения И.Д. Папанина. Борок, 2024 г. Ярославль, Канцлер (2024), 72.
7. Алексеев В.Р., Цалолыхин С.Я. *Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон*. Москва, Товарищество научных изданий КМК (2010), 495.
8. Алевкин О.А. *Основы гидрохимии*. Ленинград, Гидрометеиздат (1970), 443.
9. Андроникова И.Н. *Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов*. Санкт-Петербург, Наука (1996), 189.

Վ. Վ. ՄՈԻՍԵՆԿՈ, Ա. Ս. ՍԵՄՅՈՆՈՎԱ

ԿԱԼԻՆԻՆԳՐԱԴԻ ՄԱՐԶԻ ՈՐՈՇ ՋՐՈՎ ԼՅՎԱԾ ՔԱՐՀԱՆՔԵՐԻ
ԷԿՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ԳԵԱՀԱՏՈՒՄ ՀԻՄՆՎԱԾ ՀԻԴՐՈՔԻՄԻԱԿԱՆ
ԵՎ ՀԻԴՐՈԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ՑՈՒՑԱՆԻՇՆԵՐԻ ՎՐԱ

Ամփոփում

Ուսումնասիրվել է Կալինինգրադի մարզի մի քանի ջրհեղեղված քարհանքերի էկոլոգիական վիճակը՝ Յանտարնին՝ տարածքով ամենամեծը, որը ձևավորվել է նախկին սաթի քարհանքի ավազանը լցնելու արդյունքում, ինչպես նաև Բերեզովսկու և Պուշկարևսկու քարհանքերը, որոնք նախկինում օգտագործվել են ավազի և խնաքարի արդյունահանման համար: Հիդրոքիմիական ուսումնասիրությունների արդյունքները ցույց տվեցին, որ բոլոր ուսումնասիրված ջրավազանները գտնվում են բավարար էկոլոգիական վիճակում, բայց Յանտարնիի քարհանքը ամենամաքուրն է: Զոոպլանկտոնի ցուցանիշների համաձայն, ուսումնասիրված բոլոր քարհանքերում ջրի որակը մոտավորապես նույնն է, սակայն Յանտարնիի քարհանքում նշվել են ջրի տրոֆիի, տրոֆիկության և սապրոբության գործակիցների ավելի ցածր արժեքներ, ինչը նույնպես վկայում է դրա ջրի ավելի լավ որակի մասին:

V. V. MOISEENKO, A. S. SEMENOVA

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF SOME WATERED QUARRY PILES
IN THE KALININGRAD REGION BY HYDROCHEMICAL
AND HYDROBIOLOGICAL INDICATORS

Summary

The ecological state of several flooded quarries in the Kaliningrad Region was studied: Yantarny, the largest in area, formed as a result of filling the basin of a former amber quarry, as well as Berezovsky and Pushkarevsky, which were previously used for sand and gravel extraction. The results of hydrochemical studies showed that all the studied water bodies are in a good ecological state, but water quality in the Yantarny quarry is in a better ecological condition. According to zooplankton indicators, the water quality in all the studied quarries is assessed similarly, but in the Yantarny quarry, lower values of trophicity, trophic index and saprobity coefficients of water are noted, which also indicates better water quality in it.