

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРУДА
ВОСТОЧНОГО, РАСПОЛОЖЕННОГО В ПАРКЕ ЮЖНОМ
г. КАЛИНИНГРАДА, ПО НАБЛЮДЕНИЯМ, ВЫПОЛНЕННЫМ
В 2021-2022 гг.



А.Н. Ширчкова, студентка, гр. 19-ЭП/б

e-mail: stunish1397@gmail.com

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический
университет»

Н.Н. Цветкова, канд. геогр. наук, доц.

e-mail: nagornova@klgtu.ru

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический
университет»

К.А. Суворова, студентка, гр. 19-ЭП/б

e-mail: stunish1397@gmail.com

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический
университет»

В статье дана характеристика экологического состояния пруда Восточного, расположенного в юго-западной части г. Калининграда (Московский район), в парке Южном (бывший Парк 40-летия ВЛКСМ), на основе гидрохимических показателей. Исследовано содержание в воде кислорода, органических, минеральных и биогенных веществ. По результатам проведенных исследований выявлено, что пруд Восточный является эвтрофным, испытывает повышенную антропогенную нагрузку и относится к загрязненным по значениям большинства изученных химических показателей.

Ключевые слова: пруд Восточный, городская среда, химический состав воды, загрязнение, качество воды

ВВЕДЕНИЕ

Парки и скверы, расположенные в городской среде, имеют большое значение для формирования благоприятных микроклиматических, санитарно-гигиенических условий жизни человека. Велика роль парковых зон для улучшения психоэмоционального состояния человека, снижения уровня тревожности и стресса, особенно в условиях больших городов. Парки являются основным местом, позволяющим населению отдохнуть от городской среды. Зеленые зоны играют большую экологическую роль: снижают загрязненность и запыленность воздуха, избавляют людей от постоянного шумового и светового воздействия, привлекают птиц и мелких животных. Как правило, центральным звеном в парковой зоне выступает водный объект, значительно повышающий ценность и привлекательность паркового ландшафта. Водный объект при этом выступает как субаквальная фация, где происходит аккумуляция выносимых с поверхности водосбора растворенных веществ и твердых наносов. Указанный процесс делает геосистему экологически уязвимой. Для снижения уровня загрязнения и эвтрофирования парковых водоемов после окончания вегетативного сезона, как правило, производится расчистка берегов от прибрежно-водной растительности и уборка донных отложений. Однако эти меры не всегда удается провести в положенные

сроки. Для своевременной оценки экологического состояния водной системы и предупреждения неблагоприятных последствий, связанных с загрязнением, целесообразно проводить экологический мониторинг водных объектов, расположенных в городских условиях, особенно тех, которые имеют большой рекреационный потенциал.

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Город Калининград можно отнести к одному из зеленых городов России. Здесь расположено большое количество разнообразных и уникальных парков и скверов со сложными прудовыми комплексами. Уже в 1908 году Кенигсберг располагал 820 тыс. м² парков и садов. Современный Калининград сохранил и приумножил наследие: его парковая территория составляет 101,3 га [1].

Одним из крупных парков Калининграда является парк Южный, расположенный в Московском районе между проспектом Калинина, улицей Железнодорожной и Аллеей Смелых.

Пейзажный парк был открыт в Кёнигсберге в 1841 году на месте оборонительных вальных укреплений середины XIX века. В середине 1920-х годов парк реконструирован по проекту ландшафтного архитектора Эрнеста Шнайдера. Оборонительные валы были засажены деревьями, обустроены скверы и аллеи, а водяной ров превратился в пять прудов [1, 2] (рисунок 1).

В 1957 году парк перешел в городскую собственность и получил название в честь 40-летия ВКЛСМ, а в 2010 году стал Южным парком, вернув историческое название. В 2012 году на воротах Южного парка разместились информационная табличка с надписью: «Пейзажный парк создан 9 декабря 1841 года распоряжением короля Фридриха Вильгельма IV» [1, 2].

Система прудов на месте фортификационных сооружений была отражена на плане Кенигсберга 1913 года (рисунок 1).



Рисунок 1 – Формирование системы прудов и трансформация парка Южного в Кенигсберге и Калининграде (по материалам, представленным в [3])

На картографическом изображении отчетливо просматриваются четыре водоема вытянутой формы, напоминающие остатки речного русла. Если обратиться к карте этого района 1815 года (рисунок 1), то можно заметить обширную дренажную сеть, отводящую излишнюю влагу с заболоченной поймы р. Преголи в русло Старой Преголи. Вероятно, пруды образованы на месте главного канала. С начала XX века на картах отмечается частично восстановленная система оборонительных рвов, южнее которых сохраняются два озера овальной формы (ныне пруды Западный и Восточный). Современный облик пруды имеют уже с конца 30-х годов XX века. В настоящее время пруды Западный и Восточный задают Южному парку основную ландшафтную ритмику. Пруды соединяются протокой с

р. Старая Преголя в восточной части парка и, вероятно, имеют связь между собой посредством подземного стока. Таким образом, основной источник питания прудов – вода, поступающая из р. Преголи, в меньшей степени – подземные воды, а также атмосферные осадки.

Водоемы интересны тем, что почти вдоль всей береговой линии они сохранили свой естественный облик, на берегах всегда можно встретить рыбаков-любителей, а густо поросшие тростником и рогозом прибрежные части – типичное место для гнездования водоплавающих птиц.

По словам местных рыбаков, в прудах встречаются следующие виды рыб: окунь, щука, плотва, карась, линь.

Для оценки экологического состояния прудового комплекса в Южном парке по гидрохимическим показателям нами был выбран наиболее крупный водоем – пруд Восточный, расположенный в восточной части парка, близ Аллеи Смелых (рисунок 2).



Рисунок 2 – Расположение станций мониторинга на пруду Восточном

Пруд Восточный имеет вытянутую каплеобразную форму, расширяющуюся в восточной части. Длина озера – 0,61 км, максимальная ширина – 0,12 км, средняя – 0,02 км. Береговая линия достаточно плавная, слабо изрезанная. Длина береговой линии – 1,40 км, площадь зеркала пруда – 0,01 км². Узкие вытянутые береговые выступы, симметрично расположенные на северных и южных берегах, условно делят пруд на западную и восточную часть. Водообмен между западным и восточным участками пруда осуществляется через узкую протоку, над которой расположен подвесной мост. Пруд характеризуется небольшими глубинами: от 0,5-0,8 м в прибрежной части до 1,3-1,8 м в районе подвесного моста.

Для проведения исследований были намечены девять станций гидрологического мониторинга, позволяющие оценить изменение гидрохимических характеристик по акватории пруда (рисунок 2). Поскольку существенных различий между гидрохимическими параметрами на разных станциях отмечено не было, в дальнейших исследованиях сеть станций была сокращена.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель работы – дать характеристику гидрохимических условий пруда Восточного и оценить его экологическое состояние. Для достижения цели были выполнены следующие задачи: изучить историю формирования пруда, его возможную гидравлическую связь с р. Преголей; провести ежемесячный гидрологический мониторинг пруда; определить газовые, температурные условия, рН, содержание биогенных, органических и минеральных веществ; интерпретировать полученные данные и дать им оценку на основе действующих нормативов качества поверхностных вод и комплексной классификации экологического состояния водных объектов.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В период с сентября 2021 по июнь 2022 год в пруду Восточном проводился стандартный комплекс гидрологических работ: портативным электронным прибором определяли температуру, электропроводность воды и водородный показатель. Пробы воды отбирали в пластиковые емкости из поверхностного горизонта (0,1-0,2 м) или из толщи (0,5-0,8 м). Прозрачность воды определяли по стандартному белому диску.

Химический анализ отобранных проб проводили в гидрохимической лаборатории Института рыболовства и аквакультуры кафедры водных биоресурсов и аквакультуры КГТУ по общепринятым методикам [4, 5] в течение 8-12 часов после отбора. Концентрацию ионов натрия и калия, общую минерализацию определяли арифметическим методом [6]. Характер минерализации, величину общей жесткости и перманганатной окисляемости было решено рассматривать по классификации О.А. Алекина [7]. Качество вод пруда оценивали по комплексной классификации вод суши [8], а также в соответствии с действующими рыбохозяйственными нормативами [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Воды пруда характеризуются малой относительной прозрачностью, изменяющейся от 0,4-0,5 м в июне, до 0,8 – в осенний период. Летом прозрачность ниже из-за развития фито- и зоопланктона, биомасса которого достигает в этот период максимальных значений.

Воды пруда Восточного пресные, но общая минерализация относится к категории «повышенная» (рис. 3). Величина общей минерализации во все исследованные периоды и между станциями различается мало. Лишь на ст. 4 в сентябре общая минерализация превышала 1200 мг/дм³. Во все периоды преобладают гидрокарбонаты; класс вод – гидрокарбонатный. В ноябре значительно возрастает доля хлоридов и сульфатов.



Рисунок 3 – Общая минерализация воды в пруду Восточном

В катионном составе ведущее положение занимает сумма натрия и калия; группа вод – натриевая. Концентрация катионов кальция невелика и несколько возрастает в ноябре. Воды пруда по величине общей жесткости входят в категорию «умеренно жесткие».

По соотношению главных ионов воды пруда соответствуют 1 типу ($\text{HCO}_3^- > (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$). Исключение – ст. 8 в декабре. Здесь вода относится ко 2 типу из-за меньшего содержания гидрокарбонатов.

По соотношению между главными ионами можно предположить, что в исследованный период ведущее значение в водном балансе пруда Восточного имел

водообмен с р. Преголей, подземными водами и, вероятно, с более минерализованными водами Калининградского залива.

Содержание растворенного в пруду кислорода подвержено значительным колебаниям (рис. 4-5). Относительное содержание O_2 в исследованный период изменялось от сильного пересыщения (более 150 % насыщения) в теплый период до недосыщения (50-60 % насыщения) в ноябре-декабре.

В теплый период в условиях малых глубин и хорошо прогретой воды фиксируется максимум развития фитопланктона и высшей прибрежной, в том числе погруженной и полупогруженной, водной растительности. Активный фотосинтез ведет к наращиванию больших объемов фитомассы и выделению большого количества кислорода в воду. В результате отмечается значительное пересыщение воды O_2 .

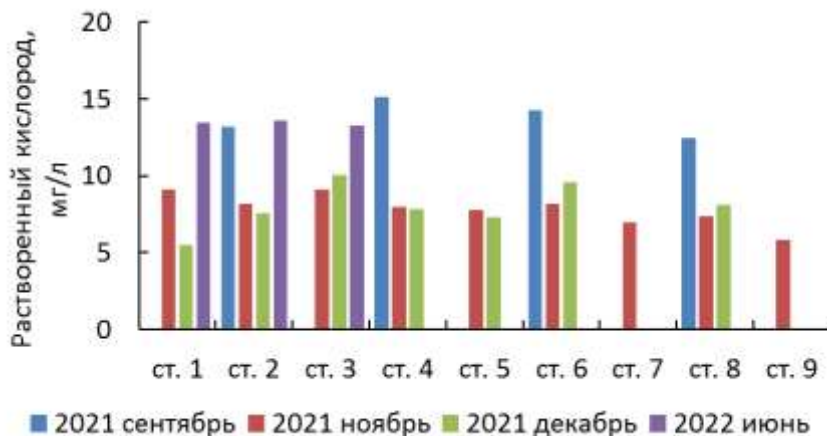


Рисунок 4 – Кислородные условия в пруду Восточном

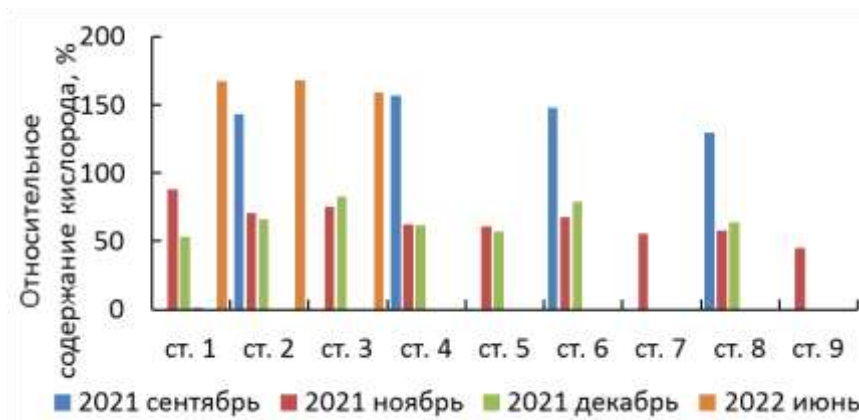


Рисунок 5 – Содержание растворенного кислорода (%) в пруду Восточном

После окончания вегетативного сезона образованная биомасса, как растительная, так и животная, подвергается процессу разложения до простых минеральных соединений. Процесс разложения и минерализации органических остатков в водной среде идет с большим потреблением кислорода. Поэтому в холодный период отмечается дефицит кислорода в воде, который не может быть восполнен даже повышенной растворимостью O_2 из воздуха за счет пониженной температуры воды. Описанная картина весьма типична для эвтрофных водных экосистем, в которых дефицит кислорода нередко приводит к заморным явлениям.

Содержание органических веществ изменялось в широких пределах (рис. 6).

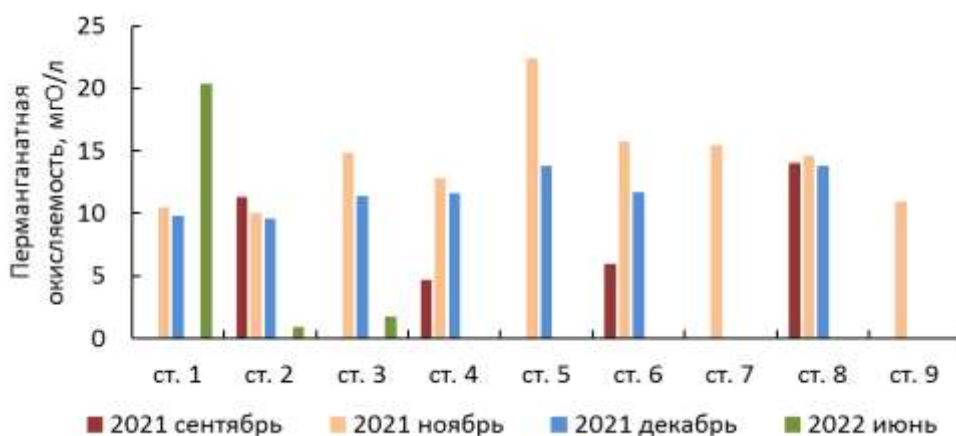


Рисунок 6 – Величина перманганатной окисляемости в пруду Восточном

В теплый период перманганатная окисляемость попадала в классы «малая» и «средняя», за исключением ст. 1, где, вероятно, количество органических веществ определяется загрязнением. О максимальном накоплении органики к концу вегетативного периода свидетельствует величина окисляемости воды пруда Восточного в ноябре, когда она достигает наибольших значений и попадает в класс «повышенная» и даже «высокая» на ст. 5. В поствегетационный период начинается минерализация органических остатков, и величина перманганатной окисляемости падает, свидетельствуя об уменьшении содержания органических веществ в воде.

Концентрация азота аммонийного (рис. 7) в течение всего исследованного периода превышает действующие рыбохозяйственные нормативы. Максимальное количество азота аммонийного в водных объектах, как правило, отмечается в конце вегетативного сезона на начальных этапах разложения органического вещества.

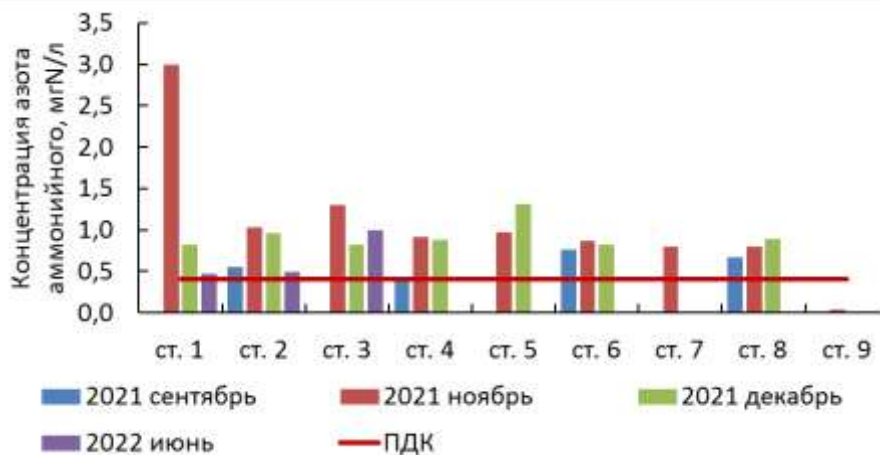


Рисунок 7 – Содержание аммонийного азота в пруду Восточном

Какой-либо четкой закономерности в распределении азота аммонийного в пруду Восточном не отмечается. Вероятно, на содержание аммония большое влияние оказывают процессы загрязнения и дополнительного привноса его с водосборной площади. Так, отчетливо выделяются ст. 1, 3 и 5, где концентрация азота аммонийного всегда повышена по сравнению с остальными станциями.

Содержание нитритов (рис. 8) максимально в сентябре, что в совокупности с минимальной концентрацией азота аммонийного в данный период свидетельствует о процессах нитрификации. Концентрация нитритов повышена и почти во все исследованные месяцы превышает ПДК.

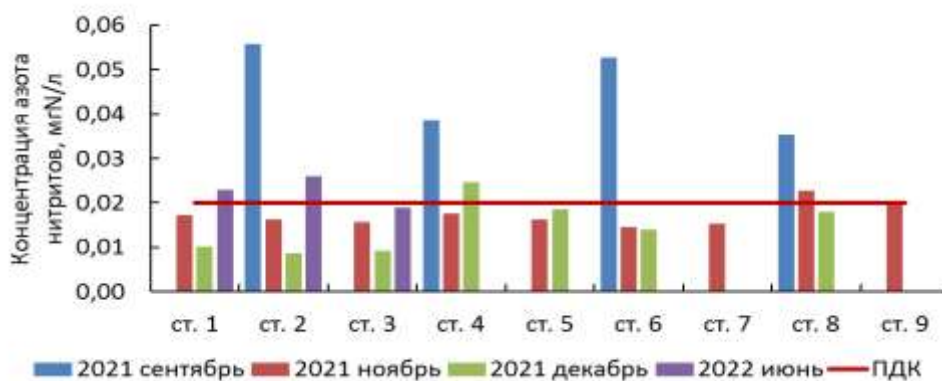


Рисунок 8 – Содержание азота нитритов в пруду Восточном

По содержанию фосфатов (рис. 9) пруд Восточный относится к эвтрофным водоемам (согласно данным [9]). Фосфаты растворены всегда на всех станциях в достаточно больших количествах, особенно в сентябре. Обычно в вегетационный период в водоеме бывает растворено мало фосфатов, так как они активно потребляются растениями; накопление фосфатов происходит после окончания периода вегетации. В пруду Восточном отмеченной закономерности не наблюдается, что позволяет говорить о том, что пруд загрязнен фосфатами.

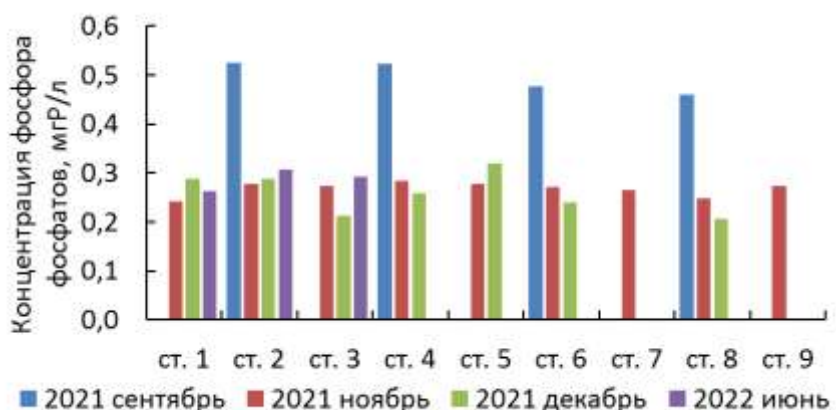


Рисунок 9 – Содержание фосфора фосфатов в пруду Восточном

Содержание общего железа (рис. 10) в сентябре и ноябре 2021 года значительно превышало действующий норматив, а в декабре было существенно ниже нормативных значений (кроме ст. 4). Вероятно, в этот период в водном питании пруда преобладал поверхностный источник.

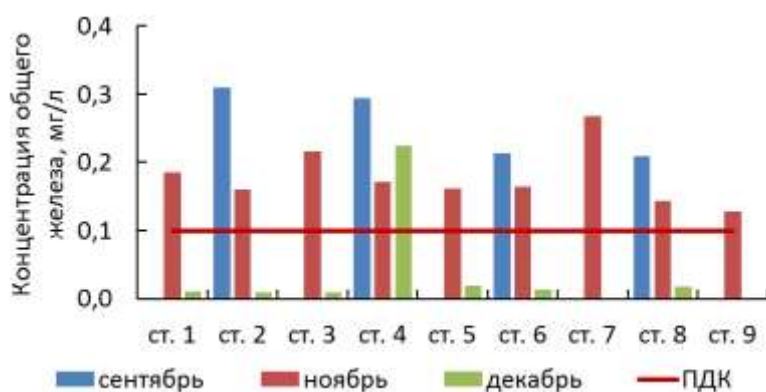


Рисунок 10 – Содержание общего железа в пруду Восточном в 2021 г.

Согласно классификации [8], воды пруда Восточного по содержанию азота аммонийного и нитритов изменяются от слабо загрязненных до сильно загрязненных и весьма грязных (на ст. 1). По концентрации фосфатов пруд Восточный соответствует сильно загрязненным водам, в сентябре – весьма грязным. Содержание кислорода и органических веществ позволяет отнести воды пруда Восточного к сильно загрязненным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Пруд Восточный по своим гидрохимическим особенностям относится к эвтрофным водоемам.
2. Содержание биогенных элементов и кислородные условия не отвечают требованиям действующих рыбохозяйственных нормативов.
3. Воды пруда Восточного по большинству измеренных показателей соответствуют четвертому классу – «загрязненные».
4. Экологическое состояние пруда Восточного в исследованный период по гидрохимическим показателям оценивается как малоблагоприятное.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 10 красивых парков Калининграда. – URL: <https://kgdmore.ru/10-krasivyh-parkov-kaliningrada.html> (дата обращения: 27.01.2023).
2. Южный парк. – URL: <https://www.prussia39.ru/sight/index.php?sid=862> (дата обращения: 16.03.2023).
3. Это место: старые карты городов России онлайн. – URL: <http://www.etomesto.ru/> (дата обращения: 30.01.2023).
4. Гидрология. Лабораторный практикум и учебная практика / Т. А. Берникова [и др.]. – М.: Колос, 2008. – 303 с.
5. Привезенцев, Ю. А. Гидрохимия пресных водоемов (практическое пособие для рыбоводов) / Ю.А. Привезенцев. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 118 с.
6. РД 52.24.514-2009. Методика расчета суммарной молярной (массовой) концентрации ионов натрия и калия, суммарной массовой концентрации ионов в водах. – Ростов-на-Дону: Росгидромет, ГУ ГХИ. – 2009. – 9 с.
7. Алекин, О. А. Основы гидрохимии / О. А. Алекин. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 443 с.
8. Оксийук, О. П. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши / О. П. Оксийук, В. Н. Жукинский [и др.] // Гидробиологический журнал. – 1993. – Т. 29. – Вып. 4. – С. 62-76.
9. Приказ от 13 декабря 2016 г. № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» (с изм. на 10 марта 2020 г.). – URL: <https://docs.cntd.ru/document/420389120> (дата обращения: 18.05.2022).

HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE VOSTOCHNOE LAKE, LOCATED IN THE YUZHNY PARK OF KALININGRAD, IN 2021-2022

A. Shirchkova, student
e-mail: stunish1397@gmail.com
Kaliningrad State Technical University

N. Tsvetkova,
PhD in Geography, Associate Professor
e-mail: nagornova@klgtu.ru
Kaliningrad State Technical University

K. Suvorova, student
e-mail: stunish1397@gmail.com
Kaliningrad State Technical University

The article describes the ecological state of the Vostochnoe lake, located in the southwestern part of Kaliningrad (Moskovskiy district), in the Yuzhny Park (former Park of the 40th Anniversary of the Komsomol), according to hydrochemical indicators. The content of oxygen, organic, mineral and biogenic substances in water has been studied. Based on the results of the studies, it has been revealed that the Vostochnoe lake is eutrophic and it is experiencing an increased anthropogenic load and can be considered "polluted" according to the most of the studied chemical indicators.

Key words: *Lake Vostochnoye, urban environment, chemical composition of water, pollution, water quality*