

ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РЕКИ ПРОХЛАДНОЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ, ПОЛУЧЕННЫМ В ХОДЕ УЧЕБНОЙ ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ

А. А. Прозоров, студент, гр. 22-ВА/м
e-mail: aleksandr_prozorov00@mail.ru
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

Н. Н. Цветкова, канд. геогр. наук, доц.,
e-mail: nagornova@klgtu.ru
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

В статье представлены результаты комплексной гидрологической практики, проводимой в замыкающем створе р. Прохладной (Калининградская область) студентами группы 18-ВА/б с целью гидролого-гидрохимических исследований водных объектов, имеющих высокое рыбохозяйственное значение и не затронутых стандартной сетью мониторинга. Анализ результатов практики показал, что качество воды в реке определяется группой факторов: водность реки, источник питания водотока, а также антропогенное загрязнение. Воды р. Прохладной по величине нормируемых показателей соответствуют классу «загрязненные».

Ключевые слова: река Прохладная, гидрохимический состав воды, минерализация, водность, загрязнение, местные условия, короткопериодная изменчивость

ВВЕДЕНИЕ

Для осуществления эффективной водохозяйственной и рыбохозяйственной деятельности в пределах бассейна различных типов водных систем, а также для грамотного управления водными ресурсами с сохранением природно-ландшафтного потенциала водосбора, важны своевременные данные об экологическом состоянии компонентов экосистем, получить которые возможно при проведении комплексного экологического мониторинга их состояния.

В Калининградской области насчитывается около 4,5 тыс. озер общей площадью 6,7 км². Количество водотоков в области более 4 тыс., а средняя густота речной сети достигает почти 1,0 км/км². Основные крупные водные объекты в области: р. Преголя (с суббассейнами р. Анграпы и Инструча), р. Лава, рук. Дейма, р. Неман, включая водотоки дельты р. Немана, а также оз. Виштынецкое [1, 2].

Основной объем водного фонда Калининградской области складывается малыми реками, площадь водосбора которых не превышает 2 тыс. км². Малым рекам свойственна сниженная способность к самоочищению, они менее устойчивы к антропогенным воздействиям, чем средние и крупные реки. Гидрологический режим малых рек азонален и характеризует специфику местных факторов, действующих в пределах водосбора [3]. Между тем малые реки имеют очень большое рыбохозяйственное значение. Они

являются местом нереста и нагула многих ценных пород рыб, такие водотоки весьма перспективны к использованию для создания рыбоводных прудов, водохранилищ. Несмотря на высокое значение, большинство малых рек Калининградской области не охвачены стандартной сетью мониторинга [4].

Таким образом, в сложившейся ситуации целесообразно комплексно использовать все возможности сбора и анализа экологической информации по водотокам и водоемам, не охваченным стандартной сетью мониторинга. Ключевым решением может быть учет данных, полученных в ходе ежегодных летних полевых студенческих практик. Как правило, эти материалы характеризуются комплексностью и информативностью и позволяют оценить состояние водного объекта в одни и те же сроки с годовой (в некоторых случаях и чаще) периодичностью [4].

Кафедрой ихтиологии и экологии (ныне кафедра водных биоресурсов и аквакультуры) КГТУ с 90-х XX века ведутся наблюдения в замыкающем створе (у п. Светлое) на р. Прохладной. В рамках ежегодной практики по получению первичных знаний и умений проведения научно-исследовательской работы студентами, обучающимися по направлению водные биоресурсы и аквакультура, а также экология и природопользование, ежегодно в летний период осуществляются комплексные наблюдения (гидрометрические, гидрохимические, метеорологические) на р. Прохладной, позволяющие оценить ее экологическое состояние в исследуемом створе.

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Река Прохладная (нем. – Фришинг) – один из самых крупных малых водотоков Калининградской области (рисунок 1). Она протекает по территориям Правдинского, Багратионовского и Гурьевского районов Калининградской области.



Рисунок 1 – Бассейн реки Прохладной [5]

Бассейн р. Прохладной расположен на юго-западных окраинах Калининградской области. Исток реки – верховое болото Целау. Общее направление водотока – западное. Устье реки (пос. Ушаково) однорукавное, река впадает в Калининградский залив. Длина реки – 77 км, площадь водосбора – 1170 км². Основные притоки левые: р. Корневка, Майская, Резвая и др. Речная сеть осложнена большим количеством канализированных ручьев и каналов, которые впадают в р. Прохладную с правого берега. Около 160 км²

площади водосбора реки расположены на территории Польши (южная часть водосбора) [5].

Река Прохладная – малая равнинная приморская река, тип питания – смешанный (дождевое – 37–48; снеговое («весенний сток») – 26–37; грунтовое – 16–37 % от годового стока) [2].

Согласно данным [1] в структуре водосбора р. Прохладной большая часть принадлежит землям сельскохозяйственного назначения.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель работы: оценка экологических условий в замыкающем створе р. Прохладной по гидрохимическим показателям в летний период в результате анализа материалов, собранных студентами группы 18-ВА/б в ходе летней практики по гидрологии. Для достижения поставленной цели были решены задачи по составлению геоэкологической характеристики р. Прохладной; определению гидрологических и гидрохимических особенностей реки: содержание кислорода и углекислого газа в воде, температура и водородный показатель, количество биогенных и органических веществ, величина общей минерализации и содержание основных ионов, оценка водности реки с учетом погодных условий; характеристика полученных данных с ПДК и комплексными классификациями качества вод.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В основе работы – материалы исследования р. Прохладной в приустьевом створе, полученные студентами группы 18-ВА/б в ходе летней учебной практики по гидрологии в июне 2019 года.

Стоит отметить, что гидрологические исследования реки студентами-ихтиологами велись с 1998 по 2010 год. С 2010 по 2019 по объективным причинам работы не проводились. И лишь с 2019 года наблюдения на р. Прохладной в створе у пос. Светлое были вновь возобновлены.

Гидрологические работы велись с моста, ниже устья р. Корневки. Пробы воды на химический анализ отбирались с трех станций (с целью учета влияния местных факторов). Станции 1 и 3 расположены на западной и восточной сторонах моста в стрежне реки. Станция 2 находится в прибрежной части, где течение реки слабое и характеризует состояние водотока в условиях слабой проточности (рисунок 2).

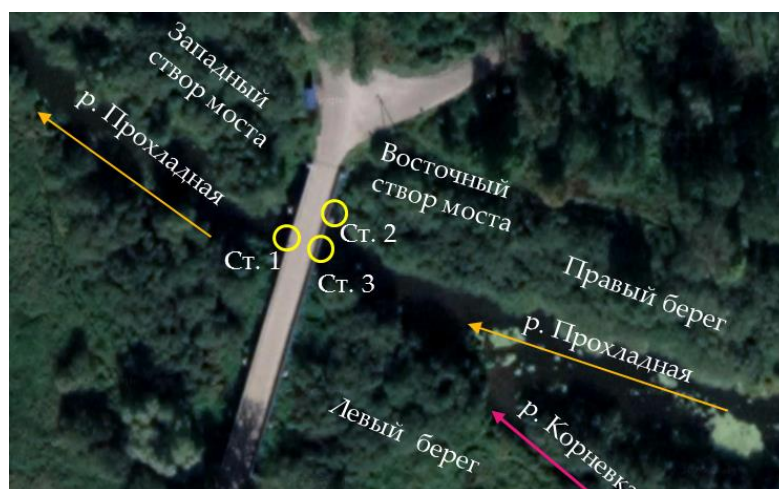


Рисунок 2 – Станции гидрологических исследований на р. Прохладной

Ежегодно в устьевой части реки проводится стандартный комплекс гидрологических работ: поверхностным родниковым термометром определяется

температура воды, водородный показатель – стандартными тест-полосками. Пробы воды для общего анализа отбираются в пластиковые бутылки с поверхностного горизонта или из толщи (батометром) (рисунок 3). Скорость воды определялась методом поплавков, переход от фиктивного расхода к истинному – по коэффициентам Г. В. Железняка с учетом рекомендаций, представленных в [6].



Отбор пробы воды из батометра



Фиксирование растворенного кислорода по методу Винклера



Снятие температуры воды по родниковому термометру

Рисунок 3 – Гидрологические работы на р. Прохладной в июне 2019 г.

Химический анализ отобранных проб проводился в гидрохимической лаборатории КГТУ по рекомендациям [6] в течение 24 ч. Значение минерализации, величина общей жесткости и перманганатной окисляемости приняты по О. А. Алекину [6]. Качество речных вод оценивалось по комплексной классификации вод суши [7], а также в соответствии с действующими рыбохозяйственными нормативами [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Работы велись при ясной солнечной маловетреной погоде. Предшествующая наблюдениям погода также была ясная, маловетренная, сухая.

Берега реки в исследуемом створе пологие, сильно заросшие травянистой и древесно-кустарниковой растительностью. Доступ к берегу был затруднен из-за густых зарослей ивы, бузины и боярышника. Пойма луговая. Русло реки выше работ покрыто ряской на 30–40 %, ниже по течению ряска сплошь покрывает прибрежные части. Дно реки песчано-илистое, заросшее водорослями, течение слабое, у берегов практически отсутствует (рисунок 4).



Рисунок 4 – Обстановка на реке Прохладной во время работ, июнь 2019 г.

Работы проводились в период пониженной водности водотока – в летнюю межень. Об этом свидетельствуют гидрометрические параметры реки, представленные в таблице.

Вода в реке умеренно жесткая (4,21–4,22 мг*эquiv./дм³), повышенной минерализации гидрокарбонатно-натриевая, первого типа. Водородный показатель сдвинут в слабощелочную сторону и не превышает 7,0–7,2.

Таблица – Гидрометрические параметры р. Прохладной

Параметр	Среднее значение	В июне 2019 г.
Ширина, м	22,6	14,7
Глубина в стрежне, м	1,0	0,8-1,0
Средняя скорость течения в створе, м/с	0,22	0,36 (поверхностная наибольшая)
Расход воды, м ³ /с	6,86	0,81
Площадь водного сечения, м ²	30,4	6,70

Преобладание в катионном составе суммы натрия и калия не характерно для речных поверхностных вод. Однако в меженный период в питании реки повышается доля более минерализованных подземных вод, катионный состав которых существенно отличается от поверхностных вод повышенным содержанием натрия, калия и магния. Кроме того, в бассейне реки расположен крупный болотный массив верхового типа – Целау. Специфические болотные воды определяют общий гидрохимический фон реки, так как исток Прохладной находится в пределах болота. Минерализация и концентрация основных ионов мало отличаются между станциями (рисунки 5, 6).

Кислородные условия (рисунок 7) на всех станциях малоблагоприятные. Насыщенность воды кислородом не превышала 69 %. Меньше всего кислорода растворено на станции 2 – в условиях слабой проточности. В летний период в условиях повышенной температуры воды (более 20 °С) растворимость кислорода снижена. Кроме того, недосыщение воды кислородом определяется влиянием подземных вод и вод болотного происхождения, которые участвуют в питании реки.

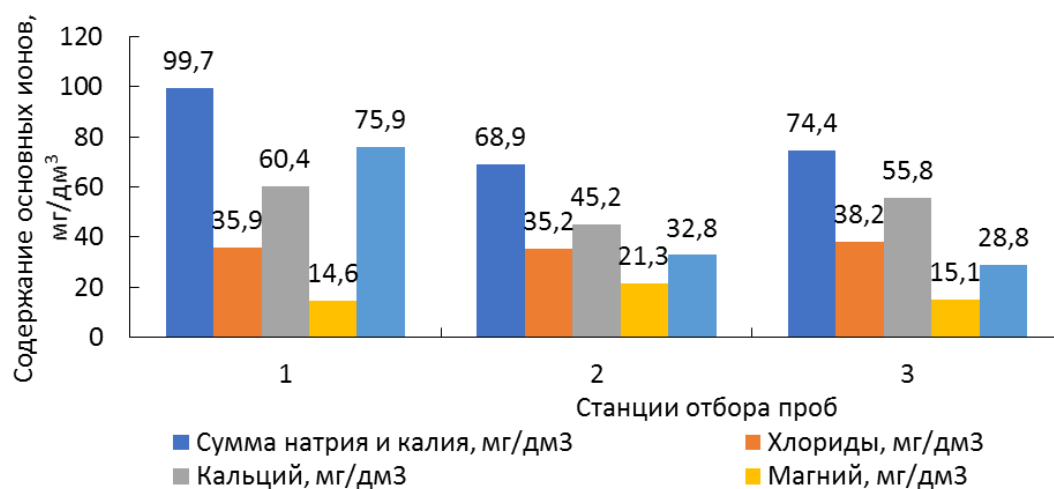


Рисунок 5 – Содержание основных ионов в р. Прохладной в июне 2019 г.

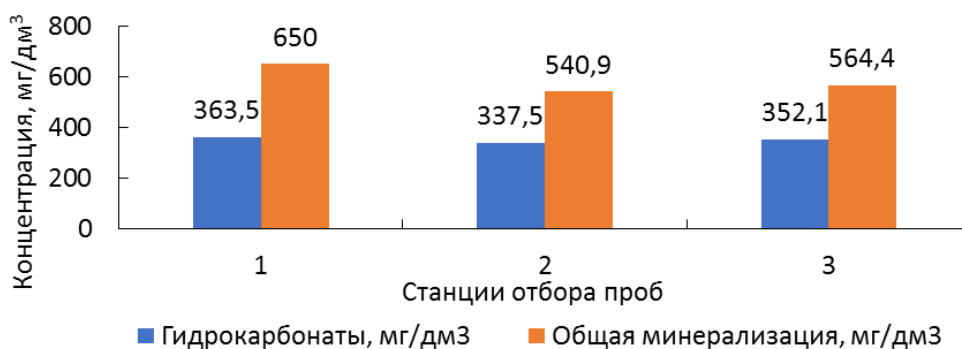


Рисунок 6 – Общая минерализация вод р. Прохладной в июне 2019 г.

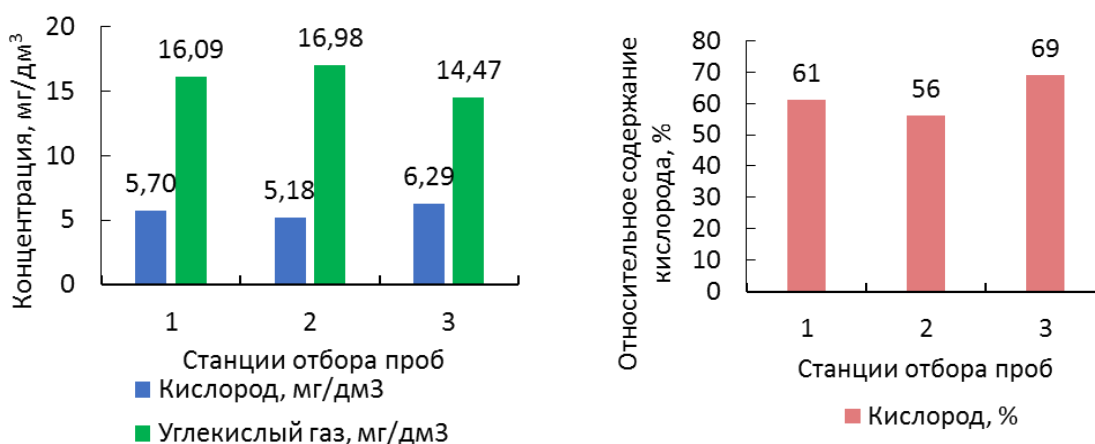


Рисунок 7 – Газовые условия в р. Прохладной в июне 2019 г.

Органических веществ (рисунок 8) растворено достаточно много. Так, величина перманганатной окисляемости, характеризующая содержание органических веществ, соответствовала классу «повышенная».

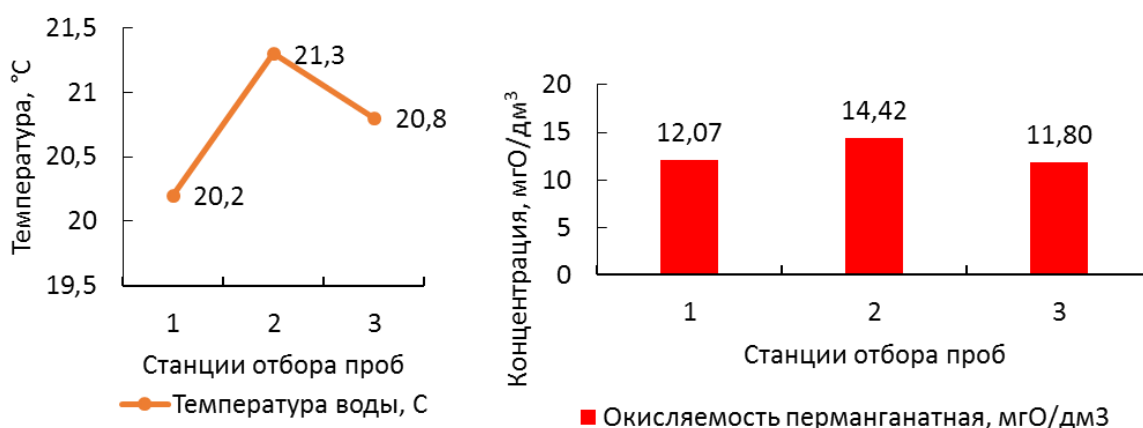


Рисунок 8 – Температура воды и величина перманганатной окисляемости в р. Прохладной, июнь 2019 г.

Максимальные концентрации органических веществ отмечены на второй станции, что в условиях меньшего содержания кислорода при слабой проточности очевидно.

Углекислый газ (см. рисунок 7) обнаружен на всех станциях в больших количествах, превышающих концентрацию кислорода почти в два раза. Такое соотношение газов неестественно для летнего периода, когда идет интенсивный фотосинтез. Однако, учитывая болотные и подземные воды, питающие реку, такая картина вполне закономерна.

В содержании биогенных веществ (рисунок 9) отмечены следующие особенности. Азот аммонийный и фосфор фосфатов растворены в умеренных количествах и мало изменяются между станциями. В водах реки достаточно велика концентрация аммиака. Это объясняется преобладанием восстановительных условий в болотных и подземных водах, обедненных кислородом, которые питают реку. Концентрация общего железа велика и определяется региональными особенностями содержания этого элемента в водах.

Сравнение полученных данных с действующими рыбохозяйственными нормативами [8] показало, что кислородные условия, содержание органических веществ и соединений железа в р. Прохладной не соответствуют требованиям. Концентрация фосфора фосфатов позволяет отнести реку к мезотрофным водным объектам.

Согласно комплексной классификации вод суши [7] воды р. Прохладной по содержанию соединений азота и фосфора соответствуют третьему классу «слабо загрязненные». Растворенный кислород и органические вещества позволяют отнести воды реки к четвертому классу «умеренно загрязненные».

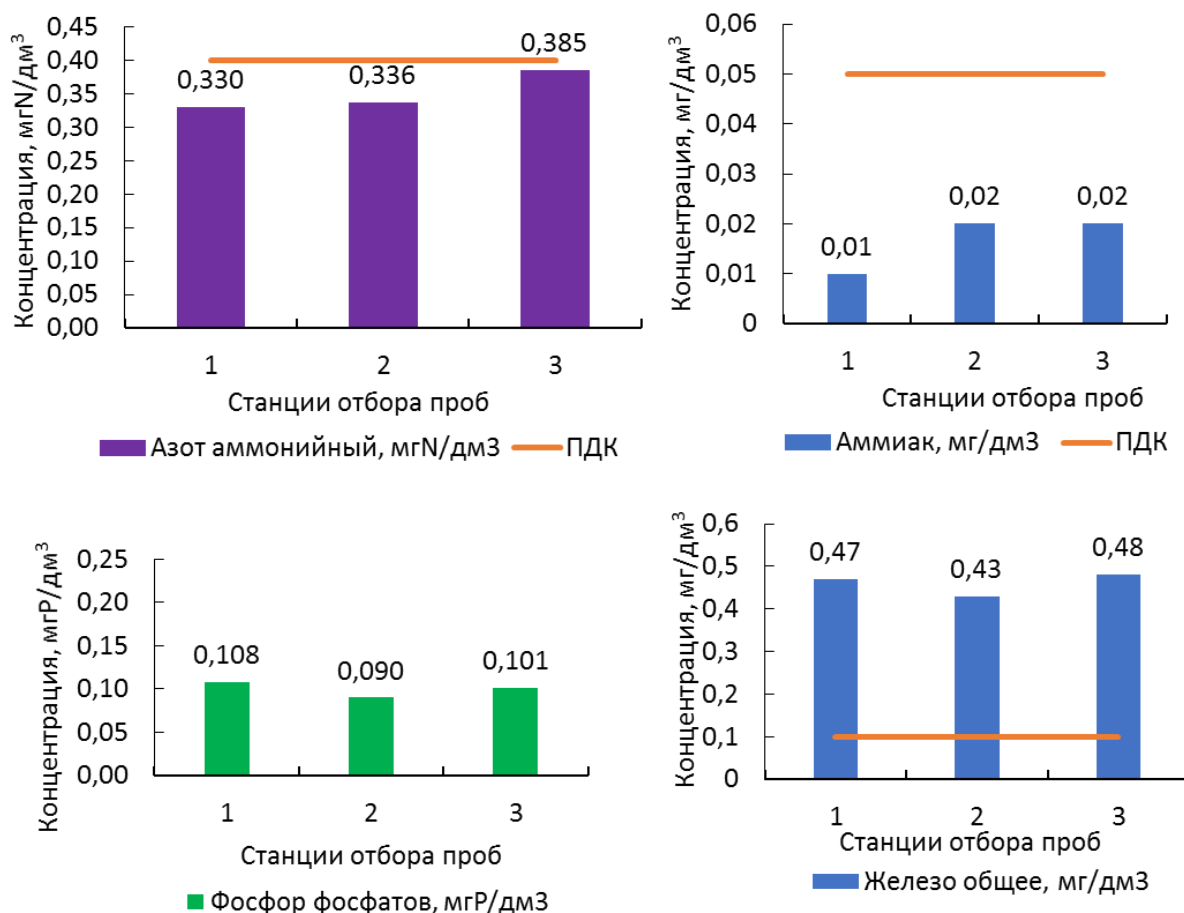


Рисунок 9 – Содержание биогенных веществ в р. Прохладной, июнь 2019 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы.

1. Согласно гидрометрическим параметрам р. Прохладная в исследованный период характеризовалась пониженной водностью.

2. Вода в реке гидрокарбонатно-натриевая, умеренно жесткая повышенной минерализации. Минеральный состав и соотношение главных ионов отражает участие подземных и болотных вод в питании водотока.

3. Концентрация углекислого газа, органических веществ, соединений железа, а также общий сниженный кислородный фон объясняются участием вод болотного происхождения в питании реки, которые формируют ее гидрохимические особенности на всем протяжении.

4. По содержанию соединений азота и фосфора вода в р. Прохладной соответствует предъявляемым требованиям.

5. Кислородные условия, содержание всех форм железа и органических веществ не соответствуют рыбохозяйственным нормативам.

6. Согласно комплексной классификации вод суши вода в р. Прохладной относится к классу «загрязненная».

Таким образом, анализ результатов однодневной гидрологической съемки, выполненной в рамках учебной практики, позволяет: найти характерные особенности в распределении абиотических факторов в пределах рассматриваемой водной экосистемы, определить ведущие причины формирования сложившейся гидрохимической обстановки, а также наметить основные направления экологического мониторинга и обосновать его целесообразность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Географический атлас Калининградской области / под ред. В. В. Орленка. – Калининград: КГУ ЦНИТ, 2002. – 276 с.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР / под ред. В. Е. Водограцкого – Ленинград: Гидрометеиздат, 1969. – Т. 4, вып. 3. – 506 с.
3. Нагорнова, Н. Н. Некоторые факторы формирования короткопериодной изменчивости состояния малых аквальных экосистем (на примере Калининградской области) / Н. Н. Нагорнова, Т. А. Берникова // Вестник Российского университета дружбы народов, серия «Экология и безопасность жизнедеятельности». – 2010. – № 1. – С. 30–38.
4. Берникова, Т. А. Некоторые пути решения проблем экологического мониторинга слабоизученных водных экосистем (на примере Калининградской области) / Т. А. Берникова, Н. А. Цупикова, Н. Н. Нагорнова // XIV Съезд РГО: сборник научных работ. – Т. 2, кн. 2, ч. 2. – С. 246–249.
5. Домнин, Д. А. Атлас речных трансграничных бассейнов Калининградской области / Д. А. Домнин, Б. В. Чубаренко. – Калининград: Терра Балтика, 2007. – 38 с.
6. Гидрология. Лабораторный практикум и учебная практика / Т. А. Берникова [и др.]. – Москва: Колос, 2008. – 303 с.
7. 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.
8. Приказ от 13 декабря 2016 года N 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 изменениями на 10 марта 2020 года) [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/420389120> (дата обращения: 18.05.2022).

CHARACTERISTICS OF THE HYDROCHEMICAL CONDITIONS OF THE
PROKHLADNAYA RIVER ACCORDING TO THE RESULTS OBTAINED DURING
THE TRAINING HYDROLOGICAL PRACTICE

A. Prozorov, Kaliningrad State Technical University, e-mail: aleksandr_prozorov00@mail.ru

N. Tsvetkova, Kaliningrad State Technical University, e-mail: nagornova@klgtu.ru

The article presents the results of hydrological and hydrochemical studies in the Prokhladnaya River, located in the Kaliningrad region and flowing into the Kaliningrad (Vistula) Lagoon. The chemical composition of water in the river Prokhladnaya is formed under the influence of a complex of factors: backwater and surge phenomena from the Vistula Lagoon, the predominance of various sources in the river's nutrition, as well as anthropogenic pollution. The waters of the river according to most of the studied indicators correspond to the class "polluted".

Key words: *Prokhladnaya river, hydrochemical composition of water, mineralization, water content, pollution, local conditions, short-term variability.*