DOI https://doi.org/10.46845/2541-8254-2026-4(56)-108-108
УДК [504.54:556.3](470.26)(06)



ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД В МЕСТАХ ВЫХОДА НА СЕВЕРНЫХ ОКРАИНАХ САМБИЙСКОГО ПОЛУОСТРОВА КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ В НОЯБРЕ 2025 Г.

А. А. Доронкина, студентка
E-mail: alenchik.dorrr@gmail.com
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»

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

В работе приводятся результаты рекогносцировочного обследования участка северной части Самбийского полуострова в районе развития абразионного рельефа на участке побережья г. Светлогорск – п. Отрадное – п. Приморье, где происходит выход подземных вод на поверхность и их разгрузка в Балтийское море. Дается характеристика химического состава подземных вод и их сравнение с нормативами качества питьевых вод. Показана исключительная роль мест разгрузки подземных вод в формировании пейзажных особенностей территории.

Ключевые слова: *подземные воды, расход воды, химический состав, Самбийский полуостров, экологическое состояние, абразионные склоны.*

ВВЕДЕНИЕ

Комплекс физико-географических условий и особенностей геологического строения Калининградской области способствует формированию здесь большого количества водных ресурсов. В их числе – запасы подземных вод. Подземные воды являются важнейшим компонентом географической оболочки, обеспечивают двустороннюю связь всех геосфер между собой, формируют целостность всей глобальной экосистемы, определяют, в том числе, специфику и пейзажную уникальность ландшафтов на региональном и локальном уровнях (рисунки 1, 2).

Калининградская область располагается в пределах Прибалтийского артезианского бассейна. В разрезе осадочной толщи насчитывается до 30 горизонтов подземных вод. Основной областью питания межпластовых водоносных горизонтов являются Балтийская и Самбийско-Надрувская возвышенности. Разгрузка артезианских вод осуществляется в Балтийское море [1, 2]. В общем балансе водопотребления Калининградской области около 30 % приходится на подземные воды [2]. Для хозяйственно-питьевого водоснабжения области разведано 22 месторождения подземных вод. Природные запасы составляют 6,5 км^3/год, утвержденные запасы – 0,21 км^3. На разведанных участках отбирается 0,044 км^3/год воды. Степень освоения запасов подземных вод колеблется в пределах от 6 % (г. Ладушкин) до 76 % (г. Черняховск) [3].

Результаты изучения химического состава подземных вод позволяют судить о возможности использования данного ресурса в питьевых или технических целях. Химический состав подземных вод отражает состояние геосистем. Состав подземных вод зависит от гео-

лого-геоморфологических процессов, климатических условий и уровня антропогенного воздействия. Участвуя в питании поверхностных водотоков, подземные воды влияют на качество воды в реках и озерах. На основе изучения подземных вод можно заблаговременно спрогнозировать изменения природной среды. Исследование химического состава подземных вод имеет огромное значение для поддержания устойчивого развития регионов, охраны природы и улучшения благополучия населения. Немаловажным фактором при этом является оценка участия подземного стока в геохимической нагрузке на морские экосистемы. В последнее время исследование субмаринной нагрузки подземных вод в Балтийском море – актуальное направление научных исследований [4].

Не стоит забывать, что поземные воды – мощный геохимический фактор, производящий еще и интенсивную механическую работу. Так, на северных окраинах Самбийского полуострова Калининградской области в районе распространения абразионного рельефа нисходящие выходы подземных вод усугубляют развитие эрозионных склоновых процессов – формирование осыпных, обвально-осыпных и оползневых склонов. Стекающие по склонам подземные воды, смешиваясь с поверхностным склоновым стоком из атмосферных осадков, прорабатывают глубоко врезанные временные каналы, по которым к подножию склонов выносится разнородный материал с образованием конусов выноса разной мощности. Здесь деятельность подземных вод реализуется как ландшафтно-образующий фактор с возникновением пейзажных особенностей калининградского побережья. Кроме того, выходы подземных вод – это еще и геохимический барьер. На примере исследованного нами участка в районе п. Отрадное в местах постоянной разгрузки и по линии движения подземных вод в море сформированы ярко-охристые отложения окисного железа, свидетельствующие о смене геохимической обстановки с бескислородной (в условиях водоносного горизонта) на окислительную – в месте выхода вод на поверхность.

Таким образом, подземную гидросферу Калининградского региона можно рассматривать в качестве эколого-гидрогеологической системы – комплекса связанных между собой гидрогеологической, ландшафтно-климатической и техногенной подсистем, находящихся на определенной стадии трансформации. Изучение химического состава и качества подземных вод способствует формированию комплексной информации об экологических особенностях региона.

Цель работы: определение гидрохимической специфичности подземных вод Самбийского полуострова в районе их выхода на северном побережье Балтийского моря.

Для реализации цели нами были поставлены и решены следующие задачи:

• Провести маршрутные наблюдения с фотофиксацией вдоль северного берега Самбийского полуострова на участке г. Светлогорск – п. Отрадное – п. Приморье с отбором проб воды в местах разгрузки подземных вод.

• Определить расход, температуру и pH воды, содержание биогенных, органических и минеральных веществ в подземных водах в местах их выхода на поверхность.

• Составить сравнительную характеристику полученных результатов.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В основе работы – материалы, собранные и обработанные лично автором в ноябре 2025 г. Был обследован участок побережья Балтийского моря вдоль северной части Самбийского полуострова от г. Светлогорска до п. Отрадное (1,3 км), а также район п. Приморье (1,5 км к востоку от устья кан. БМ-8). Работы велись в пяти точках в местах постоянного нисходящего выхода подземных вод на поверхность (рисунки 1, 2). На гидрохимический анализ было отобрано пять проб. Пробы воды анализировались в лаборатории гидрохимии кафедры водных биоресурсов и аквакультуры КГТУ по стандартным методикам [5]. Цветность воды определялась фотометрически по хром-кобальтовой шкале [6], расход воды – объемным методом. Суть метода заключается в прямом измерении расхода воды, образующейся в местах выхода подземных вод на поверхность. Сбор воды осуществлялся в специальную калиброванную емкость, объем которой был выбран исходя из условия ее заполне-

ния в течение не менее 20–30 с (в нашем случае – 0,2 л). За величину расхода воды принималось среднее из трех повторений частное объема воды и времени наполнения откалиброванной емкости. Определение температуры воды, pH, TDS, электропроводности производилось портативными электронными приборами.

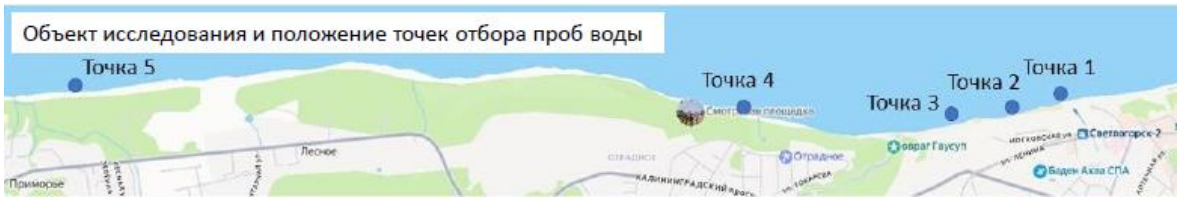

Рисунок 1 – Расположение выходов подземных вод и мест отбора проб воды



Рисунок 2 – Абразионный пейзаж в точках выхода подземных вод (фото авторов)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На исследованном участке на поверхность выходят пресные гидрокарбонатно-кальциевые воды, принадлежащие горизонтам четвертичных, неогеновых и палеогеновых отложений [2, 7]. Согласно данным [1, 2], воды палеоген-неогеновых отложений имеют локальное распространение и могут выходить на поверхность в районе г. Светлогорск – п. Отрадное. Эти воды часто не защищены верхним водоупором и смешиваются между собой и с водами четвертичных горизонтов [2]. По материалам, представленным в [8, рисунок 1], на рассматриваемом участке мозаично находит распространение московско-валдайский водоносный горизонт, который имеет определяющее значение для водоснабжения центральной и южной частей Калининградской области.

Проведенные исследования позволили заключить следующее. Расход воды подземных вод невелик и не превышает 0,1 л/с (таблица). Максимальным расходом характеризуются выходы подземных вод в районе светлогорского побережья (т. 2, 3) и п. Отрадное (т. 4).

Воды средней минерализации. Общая минерализация (по величине TDS) не превышает 500 мг/л. Температура не превышает 5–6 °С и мало отличается за исследованный период (рисунки 3, 4). Более минерализованы воды в районе п. Приморье (точка 5).

Таблица – Расход подземных вод при проведении исследований

Точка	1	2	3	4	5
Расход воды, л/с	0,006	0,050	0,070	0,100	0,002

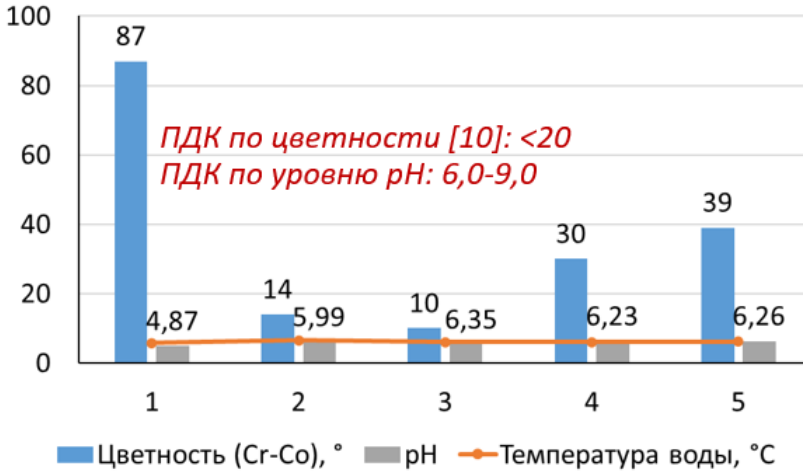

Рисунок 3 – Физико-химические свойства исследованных вод

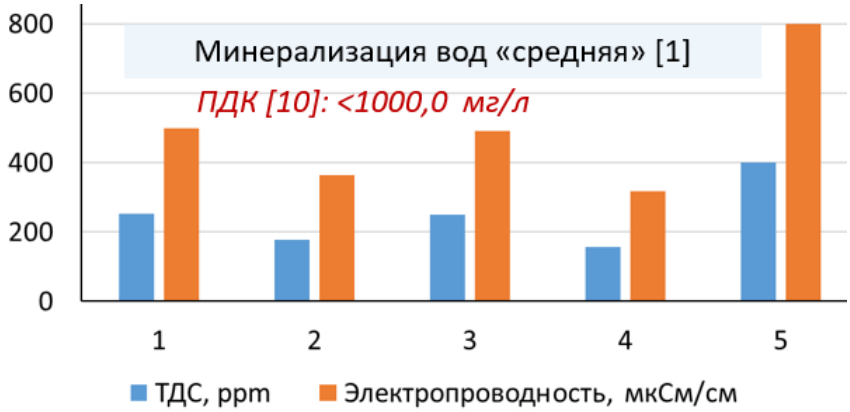

Рисунок 4 – Содержание минеральных веществ в подземных водах

Наибольшая интенсивность окраски воды отмечена в точке 1 (г. Светлогорск) и точке 5 (п. Приморье). Воды слабокислые, в точках 3–5 – ближе к нейтральным. Можно отметить, что величина pH подземных вод незначительно возрастает при движении в западном

направлении – от т. 1 (г. Светлогорск) до т. 5 (п. Приморье). В том же направлении увеличивается и цветность, за исключением точки 1, где воды имеют наибольшую окраску, вероятно связанную с местным локальным непериодическим фактором. Подтвердить этот вывод можно будет при сравнении данных последующих отборов проб.

Величина щелочности (рисунок 5) свидетельствует о малом количестве карбонатов и гидрокарбонатов в воде, что вполне естественно для подземных вод. Так, для сравнения, в поверхностных пресных водах умеренного пояса величина щелочности обычно не превышает 3–5 мг-экв/л [5, 9]. Общая жесткость (рисунок 5), как и величина pH и цветность, увеличивается в направлении от точки 1 к точке 5, изменяясь от «малой» до «жесткой».

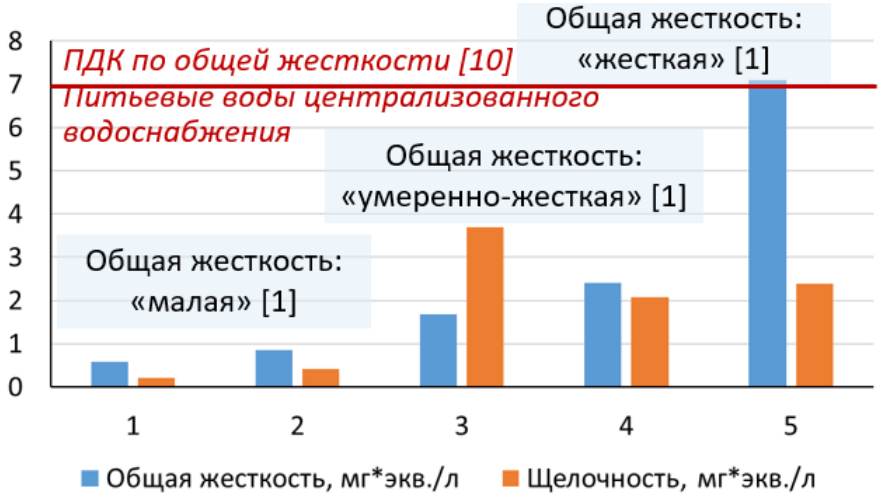

Рисунок 5 – Величина общей жесткости и общей щелочности исследованных подземных вод

Органические вещества оценивались по величине перманганатной окисляемости (рисунок 6). Легкоокисляемых органических веществ содержится много, что не характерно для подземных вод, особенно в точках 3–5, где окисляемость воды изменялась от «средней» до «высокой». Это может говорить о том, что рассматриваемые горизонты подвержены загрязнению, например органическое вещество может поступать от неорганизованных источников – стихийных свалок ТКО, сельхозугодий, при прямой инфильтрации загрязнений или даже из выгребных ям от населенных пунктов, необорудованных канализационной системой. Проблема литологической защищенности подземных вод особенно актуальна для нашей области [8].

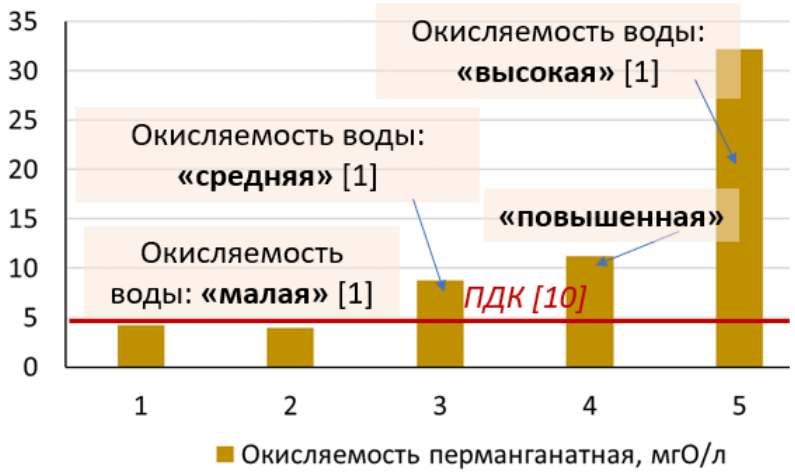

Рисунок 6 – Органические вещества в подземных водах

Важно отметить, что и в распределении органических веществ прослеживается выделенная ранее закономерность: увеличение концентрации исследуемого параметра в западном направлении.

О распределении биогенных веществ дают представление рисунки 7, 8. Биогенные вещества растворены в умеренных количествах. Стоит отметить, что в распределении биогенных веществ также наблюдается закономерность – увеличение концентрации от точки 1 к точке 5. Исключение – содержание нитратов, концентрация которых меняется в исследуемых точках неоднозначно, что свидетельствует, по-видимому, о загрязнении. Кроме того, отмеченная закономерность несколько нарушается для фосфора фосфатов: наибольшая концентрация наблюдается в точке 4, хотя в точке 5 содержание PO_4^{3-} ненамного меньше. В целом же, количество фосфатов в точках 4 и 5 почти в два раза превышает содержание их в точках 1–2. Это может быть связано с увеличением доли инфильтрационного питания и, возможно, с поступлением фосфатов с территории водосбора.

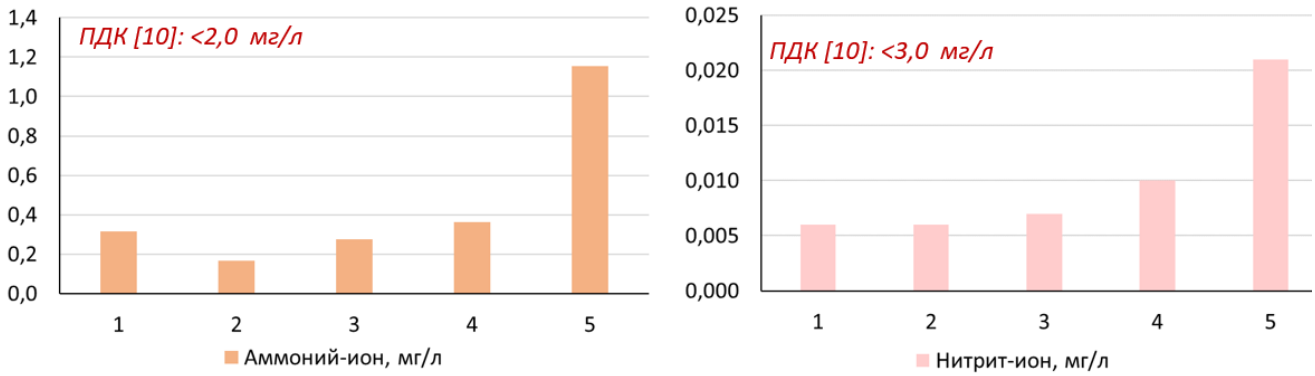

Рисунок 7 – Концентрация соединений азота в подземных водах

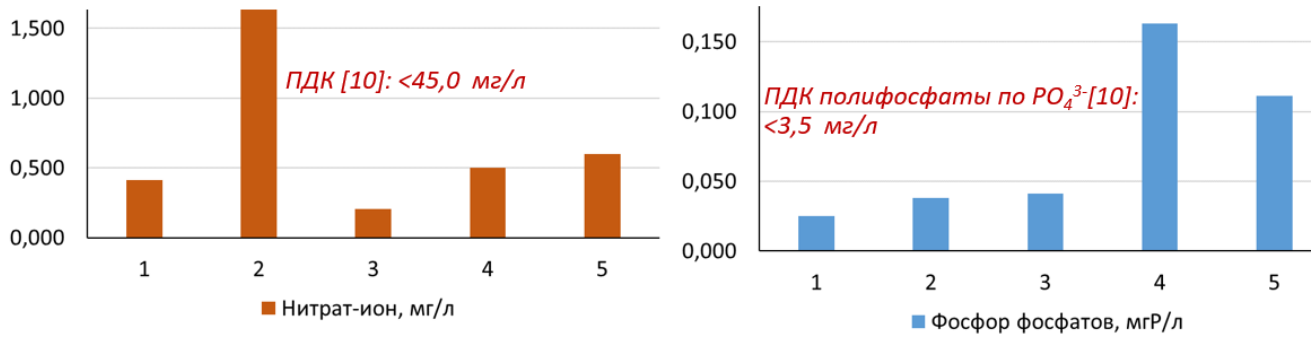

Рисунок 8 – Концентрация нитратов и фосфора фосфатов в подземных водах

В распределении железа выделенная тенденция сохраняется, однако меняется распределение концентраций. Так, концентрация всех форм железа, наоборот, уменьшается при движении в западном направлении, указывая на большее влияние поверхностного стока и атмосферных осадков на формирование химического состава вод. В общей сумме железа во всех точках отбора преобладает закисное, за исключением точки 5, где в общей сумме доля окисного почти в два раза превышает закисное. Это позволяет предположить, что в точке 5 подземные воды являются водами верховодки, которые приурочены к зоне аэрации, где происходит активное обогащение вод атмосферным кислородом, хотя для однозначного утверждения необходимы данные гидрогеологической съемки, которыми мы не располагаем.



Рисунок 9 – Содержание различных форм железа в подземных водах

Таким образом, проведенные исследования позволяют заключить, что на изученном участке при движении в западном направлении: г. Светлогорск – п. Отрадное – п. Приморье происходит изменение химического состава подземных вод, соответствующее гидрогеологическим особенностям территории и степени антропогенной нагрузки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенной работы можно заключить следующее.

1. Исследованные выходы подземных вод в пределах северного побережья Самбийского полуострова можно отнести к среднеминерализованным. Общая минерализация (по величине TDS) не превышает 500 мг/л. Температурные условия одинаковые. Температура подземных вод не превышает 5–6 °С. Расход воды невелик и не превышает 0,1 л/с (в точке 4).

2. По величине общей жесткости подземные воды в районе г. Светлогорска попадают в класс «малая», в районе п. Отрадное – «умеренно жесткие», а в п. Приморье характеризуются повышенным содержанием катионов кальция и магния (воды «жесткие»).

3. По величине pH воды слабокислые. Водородный показатель изменяется от 4,9 до 6,4. При этом pH возрастает в направлении от г. Светлогорска к п. Приморье. Также возрастает и содержание органических веществ, свидетельствуя о влиянии на химический состав подземных вод поверхностного стока и, возможно, загрязнений.

4. Наибольшая интенсивность окраски воды отмечена в точке 1 (г. Светлогорск) и точке 5 (п. Приморье). На цветность могут оказывать влияние повышенное содержание железа (в точке 1), а также поверхностные воды (в точке 5).

5. В содержании биогенных веществ прослеживается та же закономерность: происходит увеличение концентрации соединений азота и фосфора, уменьшение – железа в подземных водоисточниках в западном направлении – от г. Светлогорска к п. Приморье. Исключение – содержание нитратов в точке 2, что может указывать на какие-либо локальные факторы, в том числе и загрязнение.

6. Таким образом, на исследованном участке наблюдается изменение химического состава подземных вод в направлении от г. Светлогорска к п. Приморье.

7. По гидрохимической оценке воды имеют потенциальное значение как питьевые (после соответствующей водоподготовки и доведения до нормативных требований) [10], за исключением т. 5, где на поверхность выходят воды верховодки, которые, как правило, не используются для централизованного водоснабжения из-за непостоянства химического состава и большего уровня загрязненности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гидрогеология СССР. Калининградская область РСФСР. – Т. 45. – Москва, 1970. – 158 с.

2. Калининградская область: очерки природы / Сост. Д. Я. Беренбейм. – Калининград: Янтарный сказ, 1999. – 229 с.

3. Природа Калининградской области. Водные объекты. Родники. Озера. Реки: справочное издание / Авт. проекта и сост. В. А. Медведев; ред.: К. В. Тылик, В. В. Малащенко. – Калининград: Исток, 2019. – 104 с.: [сайт]. – URL: https://drive.google.com/file/d/1e9UPo1O7p4_crzibJ01ACRdq6bj9mzig/view (дата обращения: 01.10.2026).

4. Михневич, Г. С. Геологические предпосылки возникновения разгрузки подземных вод в юго-восточной Балтике / Г. С. Михневич // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки. – 2021. – № 1. – С. 42–53: [сайт]. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/geologicheskie-predposylki-vozniknoveniya-submarinnoy-razgruzki-podzemnyh-vod-v-yugo-vostochnoy-baltike (дата обращения: 08.06.2026).

5. Гидрология. Лабораторный практикум и учебная практика / Т. А. Берникова [и др.]. – Москва: Колос, 2008. – 303 с.

6. РД 52.24.497-2019 Цветность природных вод. Методика измерений фотометрическим и визуальным методами.

7. Географический атлас Калининградской области / Гл. ред. В. В. Орленок. – Калининград: КГУ, ЦНИТ, 2002. – 276 с.

8. Михневич, Г. С. Оценка защищенности подземных вод Калининградской области от загрязнения / Г. С. Михневич // Вестник Российского государственного университета им. И. Канта. 2010. – Вып. 1. – С. 93–101.

9. Алекин, О. А. Основы гидрохимии / О. А. Алекин. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1970. – 443 с.

10. САНПИН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. Утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 г. № 2. Зарегистрировано в Минюсте России 29 января 2021 г. № 62296 // Россельхознадзор: [сайт]. – URL: https://178.fsvps.gov.ru/files/sanpin-1-2-3685-21-ot-28-01-2021/ (дата обращения: 23.09.2026).

GEOECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF GROUNDWATER AT DISCHARGE SITES ON THE NORTHERN SIDE OF THE SAMBIAN PENINSULA, KALININGRAD REGION, BASED ON OBSERVATIONS IN NOVEMBER 2025

A. A. Doronkina, student
E-mail: alenchik.dorrr@gmail.com
Kaliningrad State Technical University

N. N. Tsvetkova, Candidate of Geography, Associate Professor
E-mail: nagornova@klgtu.ru
Kaliningrad State Technical University

This text presents the results of a reconnaissance survey of an area in the northern part of the Sambian Peninsula – specifically the zone spanning the town of Svetlogorsk and the settlements of Otradnoye and Primorye – where groundwater emerges at the surface and discharges into the Baltic Sea. The chemical composition of the groundwater has been characterized and compared against drinking water quality standards. The study highlights the pivotal role that groundwater discharge sites play in shaping the landscape features of the area.

Keywords: *groundwater, water discharge, chemical composition, Sambian Peninsula, ecological status, abrasion slopes.*