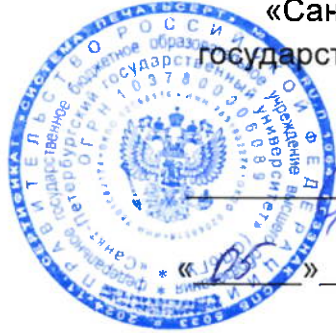


УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
Федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский
государственный университет»



С.В. Микушев

2026 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-петербургский государственный университет» на диссертацию Гребневой Елены Александровны «Оценка водородного показателя pH как индикатора изменений геосистемы Чёрного моря под влиянием климатических факторов и биогеохимических процессов», представленную на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология

Водородный показатель – важная интегральная характеристика, отражающая состояние биогеохимических процессов в морских водоёмах. Тенденции смещения величины pH – один из основных индикаторов естественных и антропогенно обусловленных климатических трендов, поскольку они свидетельствуют о фундаментальных изменениях карбонатной системы морской среды. Это и обращение автора к изучению пространственно-временной изменчивости водородного показателя вод Чёрного моря, уникального меромиктического полузамкнутого бассейна, определяют основные черты актуальности темы и новизны результатов диссертации Е.А. Гребневой.

Диссертация изложена на 148 страницах, состоит из введения, четырех глав, списка цитированной литературы и приложения. Список литературы включает 206 наименований. Результаты исследований и их обсуждение автор иллюстрирует 44 рисунками и 8 таблицами.

В развернутой вводной части диссертации дана общая характеристика работы, логично обоснованы актуальность темы диссертационного исследования, и формулировки его цели и задач. Здесь же приведены основные положения, выносимые на защиту. Нет претензий и к оценкам автора научной новизны, и практической значимости результатов её исследований. При этом автор дает практически исчерпывающую характеристику современного состояния водных масс Чёрного моря. На этой основе формулируется представление о слабой

изученности пространственно-временной динамики активной реакции среды (рН) его вод. Е.А. Гребнева отмечает системный характер негативного воздействия показателя рН на морские организмы и на процессы биоминерализации в акваториях, как основного фактора устойчивости морских экосистем Чёрного моря. Таким образом, в качестве объекта исследования определена активная реакция среды (рН). Предмет исследования — пространственно-временная изменчивость водородного показателя рН и его роль как индикатора состояния геосистемы Чёрного моря под влиянием климатических факторов и биогеохимических процессов.

Первая глава — это, по сути, обзор литературы по теме диссертации. Она посвящена комплексному анализу водородного показателя (рН) как ключевого параметра кислотно-щелочного баланса морской среды. В главе рассмотрены фундаментальные факторы, влияющие на величину рН, включая концентрацию CO_2 и биологические процессы, а также классические и современные методы полевых исследований. Особое внимание уделено глобальной современной проблеме - подкислению океанических вод, распространению и скорости развития этого явления, последствиям для морских организмов и региональной специфике подкисления вод Чёрного моря. В заключение главы автор приходит к выводу, что из-за высокой естественной вариации показателей рН оценка долгосрочных тенденций изменений активной реакции вод в Черном море остается сложной задачей, что затрудняет прогнозирование состояния его экосистемы.

Описание характера положенных в основу диссертации исходных материалов и методов их получения и анализа приведено во второй главе. Примечательно, что в своем анализе автор опирается на многолетний ряд наблюдений. В первую очередь — это массивы исторических наблюдений за величиной рН в разных акваториях Чёрного моря, выполненных за 1957—1996 гг. Пул современных наблюдений получен в ходе недавних экспедиционных работ в 2019—2022 гг. На это основе автор описывает пространственно-временную неоднородность вод Чёрного моря по показателям рН. Подробно изложена примененная методика пространственной интерполяции для восстановления данных на регулярной сетке. Также представлен и верифицирован набор модельных данных ре-анализа CMEMS, который использовался в изучении неоднородности акваторий Черного моря по показателям рН. В заключение главы проведена информация о дополнительных локальных причинах изменений рН, таких как сток реки Дунай и биометрические показатели моллюсков, которые применялись для последующего анализа. В обработке данных автор в необходимом объеме использует процедуры статистического оценивания. Очевидно, что использованные автором данные как по объему и характеру, так и по способам их анализа вполне адекватны целевым позициям рассматриваемой диссертации.

В третьей главе представлен детальный анализ климатических характеристик рН в водах Черного моря. Автором установлено, что пространственное распределение и сезонная вариация показателей рН в глубоководной части моря тесно связаны с динамикой вод, проявляясь в пониженных значениях в центрах циклонических круговоротов. В северо-западной

части, подверженной влиянию стока Дуная, сезонный ход рН демонстрирует выраженную связь с биологическими процессами в эстуарии и речным стоком. Важным итогом этого анализа следует признать то, что на основе восстановленного временного ряда за 1957–1996 гг. автору удалось выявить квазипериодическую компоненту изменчивости рН и ее значимую связь с фазами макроциркуляционных атмосферных процессов, в частности с Восточно-Атлантическим колебанием (ВАК). Использование данных ре-анализа за период 1992–2022 гг. позволило автору детализировать обнаруженные закономерности и описать пространственную структуру отклика рН.

С точки зрения результативности построенной модели важно отметить, что комплексная сравнительная оценка данных наблюдений и ре-анализа за период 1957-2022 гг. позволила автору установить статистически значимый отрицательный тренд, соответствующий скорости подкисления вод на 0,024 единицы рН за десятилетие.

Результирующую часть диссертации включает четвертая глава, в которой обоснована и создана прогностическая модель, связывающая изменения популяционных характеристик мидии *Mytilus galloprovincialis* с явлением локального долгосрочного подкисления вод Черного моря. Модель долгосрочной динамики рН локальной акватории Чёрного моря интересна тем, что она, позволяет сделать прогноз воздействия снижения величины рН на размер раковин мидий *Mytilus galloprovincialis*. Эти свойства модели были продемонстрированы Е.А. Гребневой на основе декомпозиции временного ряда данных за 1992-2022 гг. Экстраполяция этой модели до 2300 года прогнозирует уменьшение рН до 7.5-7.65, что, согласно экспериментальным данным, должно привести к снижению максимального размера раковин мидий примерно на 25% в результате нарушений процесса кальцификации.

Принципиальных недочетов в контексте диссертации нет. Из частных замечаний следует отметить следующее.

1. В работе использован обширный массив разновременных данных, полученных разными методами (колориметрическим и потенциометрическим). Однако неясно как была обеспечена сопоставимость этих данных.

2. В разделе 3.3.2, посвященном композитному анализу, отсутствует четкое обоснование выбора порогового значения для аномалий в 0.5о.

3. В разделе 3.1.5 при описании подповерхностного максимума велины рН в горизонте 10 м указано, что он связан с фотосинтетической активностью фитопланктона. Однако в тексте не приведено количественных оценок: на сколько именно рН на горизонте 10 м выше, чем на поверхности, и в какие сезоны это превышение максимально. Без таких количественных характеристик утверждение о существовании подповерхностного максимума остаётся качественным, что снижает его доказательную ценность.

Оценивая работу в целом можно заключить следующее. Результаты исследований Е.А. Гребневой следует рассматривать как вклад в развитие геоэкологии, поскольку они углубляют представления о механизмах трансформации морских экосистем на фоне трендов климатических и антропогенных смещений характеристик водных масс. С практической стороны

положения диссертации не только создают современную картину градиентов рН в акватории Черного моря, но позволяют так же количественно оценить масштабы и последствия антропогенного воздействия на его экосистемы.

Выводы, сформулированные диссертантом в конце работы, непосредственно следуют из проведенных исследований, раскрыты в автореферате и в работах, опубликованных автором по теме диссертации. Содержание автореферата адекватно отражает ключевые положения и научные результаты, выносимые на защиту.

Отмеченные в отзыве замечания носят дискуссионный характер и не снимают очевидных достоинств рассматриваемой диссертации.

Диссертация Гребневой Е.А. по теме, содержанию и научным результатам соответствует паспорту научной специальности 1.6.21. Геоэкология по пунктам: 1. «Изучение состава, строения, свойств, процессов, физических и геохимических полей геосфер Земли как среды обитания человека и других организмов»; 5. Природная среда и индикаторы ее изменения под влиянием естественных природных процессов и хозяйственной деятельности человека (химическое и радиоактивное загрязнение биоты, почв, пород, поверхностных и подземных вод), наведенных физических полей, изменения состояния криолитозоны» и 14. «Научные основы организации геоэкологического мониторинга природно-технических систем и обеспечение их экологической безопасности, разработка средств контроля состояния окружающей среды».

Структура и оформление диссертации и автореферата диссертации соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011. Работа обладает четкой структурой, которая полностью соответствует поставленным цели и научным задачам. Изложение материала ведется ясным научным языком, а оформление отвечает всем требованиям. Диссертационное исследование сопровождается наглядным иллюстративным материалом и развернутым библиографическим списком.

Диссертационная работа Гребневой Елены Александровны на тему «Оценка водородного показателя рН как индикатора изменений геосистемы Чёрного моря под влиянием климатических факторов и биогеохимических процессов» представляет собой завершённую научно-исследовательскую квалификационную работу и удовлетворяет требованиям пунктов 9, 10, 11, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утверждённого постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (в действующей редакции), а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология.

Отзыв ведущей организации на диссертацию Гребневой Елены Александровны подготовлен доктором биологических наук (специальность 03.02.10 - гидробиология), профессором Кафедры ихтиологии и гидробиологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» Николаем Владимировичем Максимовичем.

Отзыв рассмотрен и обсужден на заседании Кафедры ихтиологии и гидробиологии Федерального государственного бюджетного образовательного

учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» (заседание кафедры 20 апреля 2026 г., протокол № 1) и одобрен в качестве официального отзыва ведущей организации.

Согласен на обработку персональных данных при размещении отзыва в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

Заведующий Кафедрой ихтиологии и гидробиологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», доктор биологических наук, (специальность 03.02.10 – Гидробиология)

Максимович Николай Владимирович

Подпись заверяю:



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»
199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб. д. 7/9,
Тел.: +7(812) 328-97-01; e-mail: spbu@spbu.ru
Сайт: <https://spbu.ru/contacts/>