

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук», доктор географических наук



С.В. Бердников

2024 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук»

на диссертационную работу

Гуровой Юлии Сергеевны

«Особенности формирования окислительно-восстановительных условий на границе вода – донные отложения в прибрежных районах Российского сектора Азово-Черноморского бассейна»,

представленную на соискание ученой степени

кандидата географических наук

по специальности 1.6.17 – Океанология

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Морской гидрофизическом институте Российской академии наук.

Актуальность темы работы. В отличие от исследований гидрологических и гидродинамических характеристик вод, мониторинг геохимических характеристик донных отложений (гранулометрический состав, содержание органического углерода) и химического состава поровых вод (содержание растворенных O_2 , $Mn(II)$, $Fe(II)$, H_2S) в настоящее время, как правило, проводится эпизодически, а анализ влияния гидролого-гидрохимических характеристик придонного слоя вод и геохимических характеристик донных отложений на формирование окислительно-восстановительных условий в них для прибрежных районов Азово-Черноморского бассейна ранее не проводился. При этом изменение физико-химических условий в отложениях может стать причиной развития зон экологического риска в воде. Это делает необходимость оценки влияния различных факторов на формирование окислительно-восстановительных условий на границе вода – донные отложения актуальной задачей. Стоит отметить, что полученные результаты в дальнейшем могут быть использованы при постановке модельных экспериментов для оценки состояния морской среды и прогноза ее изменчивости, в частности, в условиях возрастающего антропогенного воздействия и изменения климата.

Диссертация Гуровой Ю.С. посвящена комплексному исследованию влияния различных факторов на формирование окислительно-восстановительных условий на границе вода – донные отложения в прибрежных Азово-Черноморского бассейна и бухтах Севастопольского региона по данным натурных наблюдений и результатам численного моделирования.

Актуальность работы обусловлена недостатком современных данных о химическом составе поровых вод донных отложений в прибрежной зоне Крыма, а также отсутствием оценок влияния гидролого – геохимических факторов (динамика вод, глубина, рельеф дна, пористость, концентрация

кислорода в придонном слое вод, гранулометрический состав отложений и содержание в них органического углерода) на формирование окислительно-восстановительных условий в отложениях и придонном слое вод.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти разделов, заключения и списка литературы из 283 наименований. Объем диссертации – 182 страницы.

Основные результаты, полученные в диссертации.

В *первом разделе* рассматриваются общая характеристика твёрдой и жидкой фазы донных отложений, рассмотрены особенности окислительно – восстановительных условий в отложениях и механизм их смены при влиянии различных факторов. Обсуждаются основные факторы, определяющие формирование окислительно-восстановительных условий на границе вода – донные отложения. Приводится анализ литературных источников, посвященных особенностям геохимических характеристик донных отложений в прибрежных районах Крыма и бухтах Севастопольского региона.

Во *втором разделе* приводится анализ литературных данных, описывающих физико-географические характеристики районов исследований. Выделены пространственные особенности гидродинамики, гидрохимических (концентрация кислорода и степень насыщения им придонного слоя вод) и геохимических (гранулометрический состав, содержание органического углерода) характеристик, особенности формирования донных отложений исследуемых районов.

В *третьем разделе* представлены основные материалы и методы изучения придонного слоя вод, донных отложений и поровых вод, используемые в работе. Показано, что в настоящей работе для определения химического состава поровых вод применялся метод полярографического профилирования поровых вод донных отложений с использованием стеклянного Au-Hg микроэлектрода. Представлен подробный ход выполнения анализа и особенности обработки результатов измерений. Отмечено, что для воссоздания окислительно-восстановительных условий и прогноза их возможного изменения в толще вод и поверхностном слое донных отложений применялась бентосно – пелагической модели *Bottom RedOx Model (BROM)*. Показаны особенности используемой модели. В качестве входных данных в гидрофизический блок *BROM* были использованы результаты расчета модели *Princeton Ocean Model (POM)*, адаптированной для бухт Севастопольского региона.

В *четвертом разделе* рассмотрены основные особенности геохимического состава донных отложений и химического состава поровых вод прибрежных районов Азово-Черноморского бассейна и бухтах Севастопольского региона. Показаны основные факторы, определяющие формирование характеристик окислительно-восстановительных условий в донных отложениях исследованных районов.

Установлено, что с глубиной уменьшается степень насыщения вод кислородом, а содержание мелкодисперсной фракции и органического углерода возрастает. Показаны зависимости между распределением в отложениях органического углерода и концентрациями сероводорода в поровых водах для прибрежных районов, установлено, что с глубиной возрастает, как содержание органического углерода, так и концентрации сероводорода.

Показано, что максимальные величины потока кислорода в верхнем слое отложений отмечены в Феодосийском заливе и на некоторых участках Южного берега

Крыма. Установлено, что что фракционный состав отложений определяет поток кислорода, концентрацию и глубину его проникновения, а интенсивное поступление и накопление органического углерода приводит к истощению кислорода на его окисление и приводит к появлению, в конечном итоге, сероводорода.

В *пятом разделе* с помощью методов математического моделирования проведен анализ окислительно-восстановительных условий и дан прогноз их возможного изменения в толще вод и поверхностном слое отложений Севастопольской бухты (Южной бухты).

Показано, что увеличение нагрузки (увеличение концентрации органического вещества в два раза) на акваторию бухты приводит к накоплению органического вещества на поверхности отложений, снижению концентрации кислорода (до 12 мкМ), нарушению сезонного хода кислорода в придонном слое вод и формированию анаэробных условий в придонном слое вод. Установлено, что при уменьшении поступления органического вещества в два раза, способствует тому, что в течение всего года концентрация кислорода не опускается ниже 142 мкМ, в водной толще и придонном слое вод сохраняются аэробные условия.

Обоснованность и достоверность результатов. Достоверность полученных в работе результатов основана на использовании соответствующих нормативных документов и межгосударственных стандартов по отбору проб и гранулометрическому анализу. Полученные в работе натурные данные не противоречат результатам исследований, опубликованных другими авторами в современных публикациях, для районов с похожими физико-географическими и океанологическими условиями.

Результаты расчетов получены с помощью одномерной бентосно-пелагической модели *Bottom RedOx Model (BROM)* – свободно распространяемого программного продукта с открытым кодом. Работы по верификации результатов численных расчетов с использованием модели *BROM* широко представлены в публикациях российских и зарубежных авторов для различных прибрежных районов по всему миру, включая Черное море.

Научная и практическая значимость. Работа посвящена анализу влияния различных факторов на характеристики окислительно-восстановительных условий на границе вода – донные отложения в прибрежных районах Черного моря (северо-западный, Южный берег Крыма, Керченский пролив и предпроливье, северо-восточный) и бухтах Севастопольского региона (Севастопольская, Круглая, Камышовая, Казачья, Балаклавская) по данным натурных наблюдений и результатам численного моделирования. Полученные результаты расширяют современные представления о структуре и пространственной изменчивости геохимического состава донных отложений, характере вертикального распределения компонентов поровых вод для акваторий, отличающихся глубиной и рельефом дна, особенностями гидродинамики и степенью антропогенного и техногенного воздействий.

Рекомендации по использованию результатов диссертации. Полученные данные натурных измерений восполняют недостаток информации о структуре и факторах формирования химического состава поровых вод и окислительно-восстановительных условий в них для прибрежных районов Российского сектора Азово-Черноморского региона и бухт Севастопольского региона. Полученные результаты в дальнейшем могут быть использованы при оценке рисков формирования и развития зон дефицита кислорода в донных отложениях и придонном слое вод, а также при разработке мер, направленных на оценку рекреационной и социально-экономической привлекательности прибрежных акваторий.

Замечания по диссертации. Несмотря на очевидные достоинства диссертационной работы, следует отметить некоторые дискуссионные моменты.

1. В различных частях диссертационной работы указываются разные периоды проведения экспедиционных работ по отбору проб донных отложений: то с 2018 по 2021 гг. (стр.15), то с 2018 по 2022 гг (стр.16), то с 2017 по 2020 гг (стр.74). Это требует пояснения.

2. Неоднократно в тексте диссертации автор употребляет термины «экологическое состояние морских прибрежных экосистем», «зоны экологического риска» и т.д., но следует более четко обозначить, как в понимании автора изменение исследованных в работе геохимических параметров могут сказаться на морской и прибрежной экосистеме и отдельных ее компонентах. Также следует уточнить, как именно полученные в работе результаты в дальнейшем могут быть использованы при разработке мер, направленных на оценку рекреационной и социально-экономической привлекательности прибрежных акваторий.

3. При описании Керченско-Таманского района и результатов его исследований желательно было бы учесть влияние грязевого вулканизма и микросипов на формирование геохимических обстановок в донных отложениях и придонной воде. Анализ этих факторов влияния не рассматривается.

4. Из текста диссертации следует, что для оценки гидродинамических условий районов исследования использовалась модель *Princeton Ocean Model (POM)*, в случае если отбор проб сопровождался натурными изменениями скорости и направления течений, было бы хорошо привести такие данные и их сравнение с результатами модельных расчетов.

Закключение. Диссертация выполнена на высоком научном уровне и представляет собой законченный этап исследований по актуальной теме. Получены новые результаты, развивающие и углубляющие современные представления о факторах формирования окислительно – восстановительных условий на границе вода – донные отложения.

В диссертации имеются необходимые ссылки на авторов и источники заимствованных материалов. Результаты работы в полной мере опубликованы в рецензируемых научных изданиях, удовлетворяющих требованиям ВАК Российской Федерации.

Автореферат диссертации в достаточной мере отражает ее содержание и удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842. Диссертация полностью соответствует паспорту специальности 1.6.17 – «Океанология» и удовлетворяет всем требованиям действующего «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Гурова Юлия Сергеевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук.

Отзыв ведущей организации на диссертационную работу Гуровой Юлии Сергеевны подготовлен к.г.н. Алексеем Владимировичем Клещенковым, обсужден и утвержден на научном семинаре Лаборатории гидрологии и гидрохимии Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук», протокол № 2 от «28» февраля 2024 г.

Заведующий лабораторией гидрологии и
гидрохимии Федерального государственного
бюджетного учреждения науки «Федеральный

исследовательский центр Южный научный
центр Российской академии наук», ведущий
научный сотрудник, кандидат географических
наук

Клещенко Алексей Владимирович

Телефон: +7 (863) 250-98-06 (доб. 322)

Эл. почта: kle-aleksej@yandex.ru



Клещенко Алексей Владимирович

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследова-
тельский центр Южный научный центр Российской академии наук»

344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41.

Телефон: +7 (863)250-98-14

Эл. почта: ssc-ras@mail.ru

Сайт: ssc-ras.ru

Я, Клещенко Алексей Владимирович, даю согласие на включение моих персональных
данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую
обработку

«28» февраля 2024 г



Подпись Клещенко Алексея Владимировича заверяю.

Ученый секретарь Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Феде-
ральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук»,
кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией
гидробиологии

« 28» февраля 2024 г.



Булышева Наталья Ивановна