

УТВЕРЖДАЮ

Директор  
Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки  
Федерального исследовательского  
центра «Морской гидрофизический  
институт РАН»,  
член-корреспондент РАН



Коновалов С.К.

«3» апреля 2024 г.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Федерального исследовательского центра  
«Морской гидрофизический институт РАН»

Диссертация «Микроэлементы в донных отложениях прибрежных акваторий Крыма» на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.17. океанология выполнена в отделе гидрофизики шельфа Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Морской гидрофизический институт РАН» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

В период подготовки диссертации соискатель Котельянец Екатерина Александровна работала в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Федеральном исследовательском центре «Морской гидрофизический институт РАН» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в должности младшего научного сотрудника отдела гидрофизики шельфа.

В 2003 г. соискатель с отличием окончила Севастопольский национальный технический университет (ныне – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет») по специальности «Физическая и биомедицинская электроника».

Котельянец Е.А. окончила в 2008 г. заочную аспирантуру Морского гидрофизического института Национальной академии наук Украины.

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано 29.12.2016 г. Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Федеральным исследовательским центром «Морской гидрофизический институт РАН».

Научный руководитель – доктор географических наук, член-корреспондент РАН Коновалов Сергей Карпович работает директором Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Морской гидрофизический институт РАН» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

По результатам рассмотрения диссертации Котельянец Е.А. «Микроэлементы в донных отложениях прибрежных акваторий Крыма» принято следующее заключение:

#### **Оценка выполненной соискателем работы.**

Диссертация Котельянец Е.А. посвящена изучению особенностей пространственного распределения микроэлементов (As, Ti, Cr, Co, Cu, Ni, Pb, Zn, V, Sr, Mn, Fe) в донных отложениях прибрежных акваторий Крыма, с учетом влияния их геохимических характеристик.

Актуальность работы обусловлена тем, что донные отложения, как сложная многокомпонентная система, играют важную роль в формировании гидрохимического режима водных масс и в общем функционировании экосистем водоемов и водотоков, являясь индикатором экологического состояния водосборного бассейна. При этом исследуемые акватории (Севастопольская, Казачья и Балаклавская бухты, Феодосийский залив, Керченский пролив) интенсивно эксплуатируются в экономическом аспекте, включая деятельность портовых хозяйств и береговых предприятий Крыма.

Целью диссертационной работы является анализ пространственного распределения и накопления микроэлементов в донных отложениях с учетом

влияния их геохимических характеристик в прибрежных акваториях Крыма с различной интенсивностью водообмена с открытой частью моря.

Полученные в диссертации новые данные о содержании и пространственном распределении исследуемых микроэлементов позволяют расширить современное представление о зависимости этих характеристик от структуры и геохимического состава донных отложений для акваторий с различной интенсивностью водообмена (бухты Севастопольского региона, Феодосийский залив, Керченский пролив).

Изучение корреляционных связей между отдельными компонентами донных отложений, включая органическое вещество, их гранулометрическим составом и концентрациями микроэлементов и тяжелых металлов позволяет определять и прогнозировать экологическое состояние морской среды, условия развития и предотвращения экологически опасных явлений.

По результатам выполненных исследований выделены группы микроэлементов с максимальным влиянием на их распределение геохимических характеристик донных отложений ( $C_{орг}$ ,  $CaCO_3$ , гранулометрический состав), а также определены зоны с содержанием некоторых микроэлементов, превышающим геохимический фон, а в ряде случаев, и их предельно допустимое содержание.

Представленные в диссертации результаты восполняют недостающую информацию о географических особенностях распределения изучаемых микроэлементов в донных отложениях прибрежных акваторий Крыма и могут быть использованы при проведении районирования исследуемых прибрежных акваторий по частоте образования зон повышенного накопления микроэлементов в донных отложениях.

Диссертация Котельянец Е.А. «Микроэлементы в донных отложениях прибрежных акваторий Крыма» по объему выполненных исследований, новизне результатов, научному и практическому значению отвечает требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

### **Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации.**

Диссертантом совместно с научным руководителем определена актуальность исследования, сформулирована цель работы и поставлены основные задачи. Лично Котельянец Е.А. обобщены и проанализированы имеющиеся литературные данные о современном состоянии донных отложений мелководных акваторий Черного моря с учетом содержания в них основных осадкообразующих компонентов.

Основу диссертационной работы составили результаты, полученные при непосредственном участии автора в 12 экспедициях за период с 2003 по 2018 гг. В общей сложности, было отобрано и обработано более 1250 проб донных отложений, в которых было выполнено определение концентраций микроэлементов (As, Ti, Pb, Zn, Cu, Ni, Co, Cr, V, Sr, Fe, Mn). При этом было выполнено 43 станции в Севастопольской бухте, 20 станций в Казачьей бухте, 48 станций в Балаклавской бухте, 20 станций в Феодосийском заливе и 21 станция в Керченском проливе.

Диссертантом освоены методики определения микроэлементов рентгенофлуоресцентным методом, определения органического углерода методом Тюрина по модификации Орлова (ДСТУ ISO 14235 2005; ДСТУ 4289: 2004). Неорганический углерод определялся весообъемным методом после разложения карбонатов пробы соляной кислотой. Анализ гранулометрического состава донных отложений был выполнен с помощью комбинированного ситового метода.

Интерпретация данных натурных измерений, а также выявление особенностей пространственного распределения исследуемых элементов в донных отложениях в прибрежных акваториях Крыма, отличающихся особенностью гидродинамического режима, обсуждение основных результатов, формулирование выводов и заключения работы проводились автором совместно с научным руководителем и соавторами научных статей.

### **Степень достоверности результатов проведенных исследований.**

Достоверность результатов проведенных исследований определяется тем, что данные натурных наблюдений были получены с использованием методов и методик, являющихся общепринятыми в данной области науки путем анализа большого массива данных натурных наблюдений (станций – 167, элемент-определений – 2866). Отбор донных отложений проводился с помощью дночерпателя Петерсона или ДЧ-0,025 (площадь охвата 0,025 м<sup>2</sup>) в соответствии с требованиями нормативных документов и межгосударственного стандарта (*ГОСТ*, 1984; *ISO*, 2004).

Достоверность метода рентгенофлуоресцентного анализа, выполняемого на приборе «Спектроскан» МАКС-G, обеспечена результатами его тестирования в межлабораторных исследованиях МАГАТЭ 457 ILC, которое было организовано и проведено Международным агентством по атомной энергии. Расчет концентраций микроэлементов в пробах выполнялся с использованием стандартного программного обеспечения для спектрометра «Спектроскан» МАКС-G.

Полученные в работе натурные данные не противоречат результатам исследований, опубликованных другими авторами для районов с похожими физико-географическими и океанологическими условиями.

### **Научная новизна результатов проведенных исследований.**

1) Впервые получены данные о содержании и особенностях пространственного распределения и накопления микроэлементов в морских донных отложениях прибрежных акваторий Крыма с применением метода рентгенофлуоресцентного анализа.

2) Впервые для донных отложений мелководных прибрежных акваторий Крыма с различной интенсивностью водообмена получена информация об уровнях превышения геохимического фона для некоторых микроэлементов.

3) Впервые выделены группы микроэлементов по значимости коэффициентов корреляции с содержанием  $C_{орг}$  (Zn, Ni, Cu, Cr, Co),  $CaCO_3$

(Sr) и количеством илистой фракции (Ni, Fe, Mn, Co, Ti) в донных отложениях всех исследуемых акваторий.

### **Теоретическая и практическая значимость работы.**

Полученные в диссертации новые данные о содержании и пространственном распределении исследуемых микроэлементов расширяют современное представление о геохимическом составе донных отложений для акваторий с различной интенсивностью водообмена: с затрудненным водообменом (Севастопольская, Казачья и Балаклавская бухты), с интенсивным водообменом с открытым морем (Феодосийский залив, Керченский пролив).

В работе определены зоны с содержанием микроэлементов, превышающим геохимический фон.

Результаты диссертации могут быть использованы при проведении районирования прибрежных акваторий по уровню повышенного содержания микроэлементов в донных отложениях.

Карты пространственного расположения зон с повышенными концентрациями микроэлементов в донных отложениях могут быть использованы органами местного самоуправления при разработке программ по использованию рекреационного потенциала прибрежных зон Крыма.

### **Ценность научных работ соискателя.**

Ценность научных работ соискателя заключается в комплексном подходе к изложению результатов исследования пространственного распределения и накопления микроэлементов в морских донных отложениях прибрежных акваторий Крыма. Этот подход включает не только получение и анализ новых данных натурных наблюдений, выполненных с применением метода рентгенофлуоресцентного анализа, но и расчет корреляционных связей концентраций As, Cr, Co, Cu, Ni, Pb, Zn, V, Sr (мг/кг) и оксидов металлов TiO<sub>2</sub>, MnO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> с содержанием осадкообразующих геохимических параметров в донных отложениях Севастопольской, Казачьей, Балаклавской

бухт, Феодосийского залива, Керченского пролива по натурным данным за период с 2003 по 2018 г.

**Специальность, которой соответствует диссертация.**

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 1.6.17. океанология, отрасль наук – географические науки.

**Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.**

По теме диссертации опубликовано в соавторстве 42 научные работы, из них 20 статей в рецензируемых научных изданиях и 22 тезиса докладов на всероссийских и международных научных конференциях.

Требованиям ВАК при Минобрнауки России удовлетворяют 10 работ в рецензируемых научных изданиях [1–10]. В их числе 5 работ [1, 6–9] в рецензируемых научных изданиях, входящих в наукометрические базы SCOPUS [1, 6–9] и Web of Science [8], 2 работы [3, 10] в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень изданий ВАК при Минобрнауки России, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, и 3 работы [2, 4, 5] в изданиях, соответствующих п. 10 Постановления Правительства Российской Федерации от 30 июля 2014 г. №-723 «Об особенностях присуждения ученых степеней и присвоения ученых званий лицам, признанным гражданами Российской Федерации в связи с принятием в Российскую Федерацию Республики Крым и образованием в составе Российской Федерации новых субъектов – Республики Крым и города федерального значения Севастополя».

**Статьи в рецензируемых журналах**

1. Овсяный Е.И., Котельянец Е.А., Орехова Н.А. Мышьяк и тяжелые металлы в донных отложениях Балаклавской бухты (Черное море). // Морской гидрофизический журнал. – 2009. – № 4. – С. 67–80.

(Перевод: Ovsyany E.I., Orekhova N. A., Kotelyanets E. A. Arsenic and heavy metals in the bottom sediments of the Balaklava Bay (Black Sea) // Physical Oceanography. – 2009. – Vol. 19, No. 4. – P. 254-266. – DOI: 10.1007/s11110-009-9048-4.)

2. Овсяный Е.И., **Котельянец Е.А.** Особенности распределения мышьяка и тяжелых металлов в толще осадков Севастопольской бухты // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – 2010. – № 22. – С. 296-302.

3. Овсяный Е.И., Коновалов С.К., Митропольский А.Ю. **Котельянец Е.А.** Органический углерод и карбонатность современных донных отложений Керченского пролива // Геохимия. – 2015. – 12. – С. 1120–1131. – DOI: 10.7868/S0016752515120079.

(Перевод: Ovsyany E.I., Konovalov S.K., **Kotel'yanets E.A.**, Mitropol'skii A.Y. Organic Carbon and Carbonates in the Recent Bottom Sediments of the Kerch Strait // Geochemistry International. – 2015. – Vol. 53, No. 12. – P. 1123–1133. – DOI: 10.1134/S0016702915120071.)

4. Коновалов С.К., **Котельянец Е.А.** Тяжелые металлы в донных отложениях Керченского пролива // Морской гидрофизический журнал. – 2012. – № 4. – С. 50-60.

5. **Котельянец Е.А.**, Овсяный Е.И., Орехова Н.А., Коновалов С.К. Влияние геохимических характеристик донных отложений шельфовой зоны Украины на распределение тяжелых металлов // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – 2013. – № 27. – С. 312-317.

6. **Котельянец Е.А.**, Гуров К.И. Влияние физико-химических характеристик донных отложений на распределение микроэлементов в прибрежных акваториях Крымского полуострова // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. – 2020. – № 4. – С. 117-129. – DOI: 10.22449/2413-5577-2020-4-117-129.

(Перевод: Kotelyanets E.A., Gurov K.I. Influence of Bottom Sediments Physicochemical Characteristics on Distribution of Microelements in the Crimean

Shelf Water Areas // Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones of Sea. – 2020. – No. 4. – P. 117–129. – DOI: 10.22449/2413-5577-2020-4-117-129.)

7. **Котельянец Е.А.** Особенности накопления макро и микроэлементов в донных отложениях прибрежных акваторий Крыма (Черное море) с различной интенсивностью водообмена по данным РФА // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. – 2021. – № 2. – С. 106-120. – DOI: 10.22449/2413-5577-2021-2-106-120.

(Перевод: **Kotelyanets, E.A.** Peculiarities of Macro- and Microelement Accumulation in Bottom Sediments of the Crimean Coastal Water Areas (the Black Sea) with Different Water Exchange Intensity based on XRF Data // Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones of Sea. – 2021. – No. 2. – P. 106–120)

8. Гуров К.И., Котельянец Е.А. Распределение Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Sr, Ti, Mn, Fe в донных отложениях Севастопольской бухты (Черное море) // Морской гидрофизический журнал. – 2022. – Т. 38, № 5 (227). – С. 512-529. – DOI: 10.22449/0233-7584-2022-5-512-529.

(Перевод: Gurov K.I., **Kotelyanets E.A.** Distribution of Trace Metals (Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Sr, Ti, Mn and Fe) in the Vertical Section of Bottom Sediments in the Sevastopol Bay (Black Sea) // Physical Oceanography. – 2022. – Vol. 29, No. 5. – P. 491-507. – DOI: 10.22449/1573-160X-2022-5-491-507.)

9. Совга Е.Е., **Котельянец Е.А.** Влияние содержания органического вещества в донных отложениях акваторий Крыма с интенсивным водообменом на накопление цинка, хрома и никеля // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря – 2023. – № 1. – С. 65-76. – DOI: 10.29039/2413-5577-2023-1-65-76.

(Перевод: Sovga E.E., **Kotelyanets E.A.** Influence of Organic Matter Content in Bottom Sediments in Crimean Water Areas with Intensive Water Exchange on Zinc, Chromium, and Nickel Accumulation // Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones of Sea, – 2023, – No. 1, – P. 65-76. – DOI: 10.29039/2413-5577-2023-1-65-76.)

10. **Котельянец Е.А.**, Совга Е.Е., Коновалов С.К. Пространственное распределение тяжелых металлов в донных отложениях бухт

Севастопольского региона // Вестник Московского университета. Серия 5: география. – 2024. – Т. 79, № 4. – С. 68-79. DOI: 10.55959/MSU0579-9414.5.79.4.6.

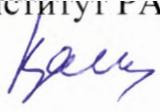
(Перевод: **Kotelyanets E.A.**, Sovga E.E., Konovalov S.K. Spatial distribution of heavy metals in the bottom sediments of bays of the Sevastopol Region // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5, Geografiya. – 2024.)

Цитирования материалов и отдельных результатов других авторов в диссертации оформлены соответствующим образом. Результаты диссертационной работы в полной мере опубликованы в рецензируемых научных изданиях, удовлетворяющих требованиям ВАК Российской Федерации.

Диссертация «Микроэлементы в донных отложениях прибрежных акваторий Крыма» Котельянец Екатерины Александровны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.17. океанология.

Заключение принято на заседании Общеинститутского научного семинара Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Морской гидрофизический институт РАН».

Присутствовало на заседании 45 членов Общеинститутского научного семинара. Результаты голосования: «за» – 45 человек, «против» – 0 человек, «воздержалось» – 0 человек, протокол №10 от 3 апреля 2024 г.

Председатель заседания  
Общеинститутского научного семинара  
Федерального государственного бюджетного  
учреждения науки Федеральный исследовательский  
центр «Морской гидрофизический институт РАН»,  
доктор географических наук  Васечкина Елена Федоровна

Ученый секретарь  
Общеинститутского научного семинара  
Федерального государственного бюджетного  
учреждения науки Федеральный исследовательский  
центр «Морской гидрофизический институт РАН»,  
кандидат физико-математических наук,  
ученый секретарь  Алексеев Дмитрий Владимирович