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

_____ Коновалов С.К.
«18» января 2019 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
«Морской гидрофизический институт РАН»

Диссертация «Формирование и эволюция поля концентрации бериллия-7 (^{7}Be) в поверхностном слое вод Черного моря» на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.28 – «океанология» выполнена в отделе биогеохимии моря Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Морской гидрофизический институт РАН» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

В период подготовки диссертации соискатель Кременчуцкий Дмитрий Александрович работал в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Морской гидрофизический институт РАН» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в должности младшего научного сотрудника отдела биогеохимии моря.

В 2009 г. соискатель окончил Севастопольский национальный технический университет (ныне – Севастопольский государственный университет) по специальности «физика».

Кременчуцкий Д.А. окончил в 2012 г. очную аспирантуру Морского гидрофизического института Национальной академии наук Украины.

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

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

По результатам рассмотрения диссертации Кременчуцкого Д.А. «Формирование и эволюция поля концентрации бериллия-7 (^{7}Be) в поверхностном слое вод Черного моря» принято следующее заключение:

Оценка выполненной соискателем работы.

Диссертация Кременчуцкого Д.А. посвящена исследованию внутригодовой изменчивости поля концентрации ^{7}Be в поверхностном слое вод Черного моря и факторов, ее определяющих.

Актуальность работы обусловлена тем, что радиоактивные изотопы представляют интерес в качестве самостоятельного объекта для исследований и в роли трассеров при изучении процессов в окружающей среде. Одним из таких радионуклидов является ^{7}Be. Изучению поведения этого радионуклида в разных регионах Земли уделяется значительное внимание. Его относительно небольшой период полураспада (53,3 суток) и высокие активности в морской воде (1–12 Бк м$^{-3}$), способность адсорбироваться на взвешенном веществе и отсутствие источников радионуклида в морской среде делают ^{7}Be полезным трассером при исследовании физических процессов в водах морей и океанов. В частности, характеристики пространственно-временной изменчивости концентрации ^{7}Be в морской среде используются в следующих целях: для исследования субдукции поверхностных вод; вычисления скоростей апвеллинга и коэффициентов вертикальной турбулентной диффузии; оценки потоков питательных веществ; изучения переноса взвешенного вещества и оценки скорости осадконакопления; валидации моделей переноса примесей. В

Черном море характеристики пространственно-временной изменчивости концентрации ^{7}Be ранее не исследовались. Результаты такого исследования открывают возможность к использованию радионуклида в качестве трассера при изучении процессов, влияющих на его распределение и перераспределение в Черноморском регионе.

Для решения поставленных в диссертационной работе задач автором получены натурные данные по содержанию ^{7}Be на атмосферных аэрозолях, в атмосферных выпадениях и в водах Черного моря. Рассчитаны суточные поля потока ^{7}Be на морскую поверхность, которые были использованы в качестве граничного условия при проведении численных экспериментов по формированию и эволюции поля концентрации ^{7}Be в водах Черного моря. Исследована сезонная изменчивость поля концентрации радионуклида и получены количественные оценки влияния на нее различных факторов: поступления ^{7}Be из атмосферы на поверхность Черного моря, адвективного и диффузионного переносов в морской среде, радиоактивного распада и седиментации радионуклида со взвешенным веществом.

Диссертация Кременчуцкого Д.А. «Формирование и эволюция поля концентрации бериллия-7 (^{7}Be) в поверхностном слое вод Черного моря» 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.

Соискателем совместно с научным руководителем проводилась постановка задач, разработка стратегии численных экспериментов и сбора натурных данных. Им лично осуществлялся выбор методов исследований и отбор проб морской воды в экспедициях. Соискатель принимал участие в мониторинге содержания радионуклида на атмосферных аэрозолях и в атмосферных выпадениях. Измерения и расчет концентраций ^{7}Be в

отобранных пробах проводились соискателем лично. Соискатель принимал участие в проведении численных экспериментов. Обсуждение основных выводов и результатов исследований осуществлялось соискателем совместно с научным руководителем и соавторами научных публикаций.

Степень достоверности результатов проведенных исследований.

Натурные данные были получены с использованием методов, являющихся общепринятыми в области радиоэкологии. Калибровка оборудования, используемого для определения содержания ^{7}Be в отобранных пробах, осуществлялась с использование сертифицированных источников ионизирующего излучения.

Валидация результатов численных экспериментов, полученных с использованием термогидродинамической модели циркуляции Черного моря (модель МГИ), дополненной блоком распространения пассивной примеси, проводилась на основе натурных данных о концентрации ^{7}Be. Установлено, что модель корректно воспроизводит пространственно-временную изменчивость поля концентрации ^{7}Be в исследуемый период. Полученные оценки содержания радионуклида согласуются с натурными данными в пределах погрешности определения его концентрации в пробах морской воды.

Научная новизна результатов проведенных исследований.

Впервые получены данные о среднесуточных значениях концентрации ^{7}Be в приземной атмосфере и величине его потока с влажными атмосферными выпадениями в Черноморском регионе.

Впервые рассчитаны суточные величины потока ^{7}Be из атмосферы на поверхность Черного моря и получены данные о концентрации ^{7}Be в водах Черного моря.

Впервые проведены исследования распределения ^{7}Be между растворенной и адсорбированной на взвеси формами в водах Черного моря, установлена функциональная связь с концентрацией взвеси.

Впервые проведены исследования внутригодовой изменчивости поля концентрации ^{7}Be в Черном море. Получены количественные оценки влияния

адвективного и диффузионного переносов, радиоактивного распада и седиментации ^{7}Be со взвешенным веществом на эволюцию поля концентрации радионуклида.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Работа выполнялась в соответствии с планами научных исследований Морского гидрофизического института, а также 2 грантов РФФИ.

В работе получены количественные оценки влияния различных физических процессов (поступления ^{7}Be из атмосферы на поверхность Черного моря, адвективного и диффузионного переносов в морской среде, радиоактивного распада и седиментации радионуклида со взвешенным веществом) на внутригодовую изменчивость поля концентрации ^{7}Be в поверхностном слое вод Черного моря. Эти оценки могут стать основой для дальнейшего использования ^{7}Be как трассера в исследованиях физических процессов, влияющих на его содержание и распределение в морской среде. Полученные в работе параметризации коэффициента вымывания ^{7}Be атмосферными осадками и коэффициента распределения радионуклида между растворенной и взвешенной формами в морской воде позволяют провести оценки потока ^{7}Be из атмосферы на подстилающую поверхность и его концентрации на взвеси. Эти параметризации могут быть использованы при построении моделей переноса радионуклида в атмосфере и морской среде.

Специальность, которой соответствует диссертация.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 25.00.28 – «океанология», отрасль наук – географические науки.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.

По теме диссертации опубликовано в соавторстве 27 научных работ, из них, 3 статьи в рецензируемых научных журналах [1–3], 8 статей в рецензируемых сборниках научных трудов [4–11], 1 глава в коллективной монографии [12] и 15 тезисов докладов в сборниках докладов научных конференций [13–27].

Требованиям ВАК при Минобрнауки России удовлетворяют 9 работ в рецензируемых научных изданиях [1–9]. В их числе 3 работы [1–3] в рецензируемых научных изданиях, входящих в наукометрические базы Web of Science и SCOPUS, и 6 работ [4–9] 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. Dovhyi I.I. Atmospheric depositional fluxes of cosmogenic ^{32}P, ^{33}P and ^{7}Be in the Sevastopol region / I.I. Dovhyi, **D.A. Kremenchutskii**, V.Yu. Proskurnin, O.N. Kozlovskaya // Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. – 2017. – № 3 (314). – P. 1643–1652.

2. **Kremenchutskii D.A.** Numerical simulation of the intra-annual evolution of beryllium-7 (^{7}Be) in the surface layer of the Black Sea / D.A. Kremenchutskii, O.A. Dymova, G.F. Batrakov, S.K. Konovalov // Environmental Science and Pollution Research. – 2018. – № 11 (25). – P. 11120–11127.

3. **Kremenchutskii D.A.** Distribution of beryllium-7 (^{7}Be) in the Black Sea in the summer of 2016 / D.A. Kremenchutskii // Environmental Science and Pollution Research. – 2018. – № 31 (25). – P. 31569–31578.

Статьи в сборниках научных трудов

4. Батраков Г.Ф. Временная изменчивость концентрации ^{7}Be в приземной атмосфере и сухих выпадениях в севастопольском регионе / А.П. Арбузова, Г.Ф. Батраков, Т.М. Иванова, **Д.А. Кременчуцкий**, В.В. Семёнов, Т.В. Чудиновских // Системы контроля окружающей среды – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. – 2010. – № 14. – С. 173–181.

5. **Кременчуцкий Д.А.** ^{7}Be в прибрежной зоне Черного моря / Д.А. Кременчуцкий, Г.Ф. Батраков, В.В. Семенов // Системы контроля окружающей среды. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. – 2011. – № 16. – С. 251–257.

6. **Кременчуцкий Д.А.** Оценка потока ^{7}Be с влажными атмосферными выпадениями / Д.А. Кременчуцкий // Системы контроля окружающей среды. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. – 2012. – № 17. – С. 148–152.

7. **Кременчуцкий Д.А.** ^{7}Be в шельфовой зоне вод Черного моря: результаты измерений / Д.А. Кременчуцкий // Системы контроля окружающей среды. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. – 2012. – № 18. – С. 149–152.

8. **Кременчуцкий Д.А.** Распределение бериллия-7 (^{7}Be) между взвешенным веществом и морской водой в шельфовой зоне Черного моря / Д.А. Кременчуцкий // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. – 2013. – № 27. – С. 306–311.

9. **Кременчуцкий Д.А.** Определение концентрации взвешенного вещества в Черном море по данным спутника MODIS / Д.А. Кременчуцкий, А.А. Кубряков, П.О. Завьялов, Б.В. Коновалов, С.В. Станичный, А.А. Алескерова // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. – 2014. – № 29. – С. 5–9.

10. **Кременчуцкий Д.А.** Временная изменчивость поступления бериллия-7(^{7}Be) на подстилающую поверхность в Севастополе / **Д.А. Кременчуцкий,** Г.Ф. Батраков // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. – 2016. – № 3. – С. 95–98.

11. **Кременчуцкий Д.А.** Исследование полей концентрации радионуклидов в Черном море методами численного моделирования на примере бериллия-7 (^{7}Be) / **Д.А. Кременчуцкий,** О.А. Дымова, Г.Ф. Батраков

// Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. – 2017. – № 2. – С. 37–43.

Монографии и главы в монографиях

12. Батраков Г.Ф. Исследование роли атмосферных аэрозолей в формировании полей природной и техногенной радиоактивности Черного моря / Г.Ф. Батраков, Т.В. Чудиновских, Т.М. Иванова, А.П. Арбузова, **Д.А. Кременчуцкий,** В.В. Семенов // Устойчивость и эволюция океанологических характеристик экосистемы Черного моря / под. ред. В.Н. Еремеева, С.К. Коновалова. – Севастополь: ЭКОСИ–Гидрофизика. – 2012. – Раздел 2.5. – С.160–187.

Тезисы докладов на Всероссийских и международных конференциях

13. **Кременчуцкий Д.А.** Внутригодовые изменения потока ^{7}Be с атмосферными выпадениями в севастопольском регионе / Д.А. Кременчуцкий // Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2012». [Электронный ресурс]. – М.: МАКС Пресс. – 2012 с. – электрон, опт. диск (CD-ROM).

14. **Кременчуцкий Д.А.** Пространственно-временная изменчивость содержания ^{7}Be в шельфовой зоне Черного моря: результаты измерений / Д.А. Кременчуцкий // Збірник наукових праць Всеукраїнської конференції з міжнародною участю. – К.: Видавництво географічної літератури "Обрії". – 2012. – № 8. – С. 245–248.

15. **Кременчуцкий Д.А.** Пространственно-временная изменчивость поля концентрации бериллия-7 (^{7}Be) в Черном море по результатам численных экспериментов / Д.А. Кременчуцкий // Тезисы докладов симпозиума «Чернобыль: 30 лет спустя» и международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов–2016» Подсекция радиохимия и радиоэкология. – М: МГУ. – 2016. – С. 47.

16. **Кременчуцкий Д.А.** Формування поля ^{7}Be в поверхневому шарі Чорного моря: результати чисельних експериментів / Д.А. Кременчуцкий, О.А. Дымова // Програма і матеріали IV-ої науково-практичної конференції

«Електроніка та інформаційні технології». – Л.: Видавничий центр Львівського національного університету ім. Івана Франка. – 2012. – С. 56–59.

17. **Кременчуцкий Д.А.** Региональный алгоритм для оценки поступления бериллия-7(^{7}Be) с атмосферными осадками / Д.А. Кременчуцкий, С.К. Коновалов, Г.Ф. Батраков // Материалы международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов-2015» / Под. ред. Соколова М.Э, и др. – Севастополь: ООО «Экспресс-печать». – 2015. – С. 45.

18. **Кременчуцкий Д.А.** Пространственно-временная изменчивость поступления бериллия-7 (^{7}Be) на поверхность Черного моря / Д.А. Кременчуцкий, С.К. Коновалов, Г.Ф. Батраков, С.В. Станичный // Материалы научной конференции с международным участием «Современные проблемы гидрохимии и мониторинга качества поверхностных вод». – Ростов-на-Дону. – 2015. – № 2. – С. 247–251.

19. **Кременчуцкий Д.А.** Исследование полей концентрации радионуклидов в Черном море методами численного моделирования на примере бериллия-7 (^{7}Be) / Д.А. Кременчуцкий, О.А. Дымова, Г.Ф. Батраков, С.К. Коновалов // Тезисы докладов научной конференции «Мировой океан: модели, данные и оперативная океанология». – Севастополь: ФГБУН МГИ. – 2016. – С. 171.

20. **Кременчуцкий Д.А.** Временная изменчивость содержания бериллия-7 (^{7}Be) в Черном море по результатам численных экспериментов / Д.А. Кременчуцкий, О.А. Дымова, Н.А. Евстигнеева, Г.Ф. Батраков // Материалы научно-практической конференция с международным участием «Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность». – Севастополь. – 2017. – С. 694–697.

21. **Кременчуцкий Д.А.** Временная изменчивость концентрации бериллия-7 (^{7}Be) в атмосфере г. Севастополь за период 2011–2016 гг. / Д.А. Кременчуцкий, Г.Ф. Батраков // Тезисы докладов XXI Всероссийской школы-конференции молодых ученых / Геофизическая обсерватория «Борок»

–филиал Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта – Ярославль: Филигрань. – 2017. – С. 17.

22. **Кременчуцкий Д.А.** Пространственная изменчивость содержания бериллия-7 в морской воде по данным 89 рейса НИС «Проф. Водяницкий» / Д.А. Кременчуцкий, Г.Ф. Батраков // Тезисы научно-технической конференции «Системы контроля окружающей среды-2017». – Севастополь, 06–09 ноября 2017 г. – Севастополь: РИО ИПТС. – 2017. – С. 77.

23. Батраков Г.Ф. Временная изменчивость потока бериллия-7 на подстилающую поверхность / Г.Ф. Батраков, **Д.А. Кременчуцкий** // Тезисы научно-технической конференции «Системы контроля окружающей среды-2017». – Севастополь: РИО ИПТС. – 2017. – С. 78.

24. **Kremenchutskii D.A.** Concentration of beryllium-7 (^{7}Be) in the surface layer of Black Sea: evolution and governing processes / D.A. Kremenchutskii, G.F. Batrakov, S.G. Demyshev, O.A. Dymova, S.K. Konovalov // Book of abstracts 7th International Symposium on IN SItu NUclear Metrology as a tool for radioecology INSINUME 2017, Ohrid, Macedonia. 2017. – P. 36–37.

25. Дымова О.А. Моделирование распространения пассивных загрязняющих примесей в Черном море для задач экологического мониторинга / О.А. Дымова, **Д.А. Кременчуцкий** // Материалы I Международного экологического форума в Крыму «Крым – эколого-экономический регион. Пространство ноосферного развития» – Севастополь: Филиал МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Севастополе. – 2017. – С. 165–169.

26. Dovhyi I.I. Atmospheric depositional fluxes of marine radiotracers ^{32}P, ^{33}P and ^{7}Be in Sevastopol region / I.I. Dovhyi, **D.A. Kremenchutskii**, V.Yu. Proskurnin, O.N. Kozlovskaya // Goldschmidt-2017, Paris, France. – 2017. – P. 10m.

27. **Кременчуцкий Д.А.** Факторы временной изменчивости концентрации бериллия-7 в Черном море / Д.А. Кременчуцкий, О.А. Дымова, Г.Ф. Батраков, С.К. Коновалов // Сборник тезисов IX Российской

конференции с международным участием «Радиохимия 2018». – Санкт-Петербург. – 2018. – С. 225.

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 «Формирование и эволюция поля концентрации бериллия-7 (^{7}Be) в поверхностном слое вод Черного моря» Кременчуцкого Дмитрия Александровича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.28 – «океанология».

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

Присутствовало на заседании 25 членов Общеинститутского научного семинара. Результаты голосования: «за» – 25 человек, «против» – 0 человек, «воздержалось» – 0 человек, протокол №1 от 15 января 2019 г.

Заместитель председателя
Общеинститутского научного семинара
Федерального государственного бюджетного
учреждения науки «Морской гидрофизический
институт РАН»,
доктор физико-математических наук,
главный научный сотрудник
отдела теории волн Демышев Сергей Германович

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