

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Кременчуцкого Дмитрия Александровича "Формирование и эволюция поля концентрации бериллия-7 (^7Be) в поверхностном слое вод Черного моря",
*представленную на соискание ученой степени кандидата географических наук
(специальность 25.00.28 – океанология)*

Как хорошо известно, радиоактивные изотопы являются лучшими трассерами, протекающих в окружающей среде, природных процессов. К ним относится и радионуклид ^7Be . Он имеет относительно небольшой период полураспада, высокую активность в морской воде и способность адсорбироваться на взвешенном веществе. Кроме этого, отсутствие источников радионуклида в морской среде делают ^7Be удобным трассером в исследовании физических и физико-химических процессов с участием взвешенного вещества на масштабах времени от синоптического до сезонного, например, для исследований субдукции поверхностных вод, переноса взвешенного вещества и скорости осадконакопления. Исследованию распространения и трансформации ^7Be в разных районах Мирового океана посвящено значительное количество научных работ, в то время как аналогичных работ для Черного моря нет. Этим и обуславливается актуальность представленной работы. Результаты этой работы дают возможность использовать радионуклид ^7Be в качестве трассера процессов, протекающих при формировании, трансформации и распространении поверхностных и промежуточных вод Черного моря.

Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения и списка использованных источников (всего 203 наименования). Диссертация содержит 142 страницы, включая 50 рисунков.

Во введении описывается актуальность темы диссертации, приводятся цель и задачи работы, определяются объект и предмет исследования. Обосновывается практическая значимость полученных результатов.

Первый раздел посвящен современной изученности формирования, изменчивости и распределения ^7Be в атмосфере и Мировом океане. Здесь же

перечисляются некоторые физические процессы в океане и атмосфере, при изучении которых использовался этот радионуклид. В этом разделе также приводятся факторы и процессы, влияющие на его содержание в атмосфере и океане, обсуждаются основные механизмы, приводящие к пространственно-временной изменчивостью потоку ^7Be на подстилающую поверхность.

Проведенный обзор позволил выявить следующее:

- сведения о содержании радионуклида в Черном море отсутствуют;
- основным источником поступления ^7Be в Черное море являются влажные атмосферные выпадения, а их поступление определяется пространственно-временной неоднородностью полей атмосферных осадков и концентрации ^7Be в атмосфере;
- потока сухих выпадений можно пренебречь, а сам поток ^7Be с сухими выпадениями можно считать величиной постоянной;
- следует ожидать, что в морской среде ^7Be распределен между растворенной и адсорбированной на взвеси формами;
- в настоящее время трехмерной модели переноса ^7Be в Черном море нет.

Во втором разделе приводятся описания методик, используемых в работе для получения данных о содержании радионуклида ^7Be в окружающей среде, и фактического материала наблюдений. Здесь же дается описание математической модели переноса ^7Be в море и постановка численных экспериментов.

Пробы морской воды отбирались с помощью погружного насоса. Пробы атмосферных аэрозолей, атмосферных осадков и суммарных атмосферных выпадений отбирались на соответствующих установках, расположенных на крыше здания Морского гидрофизического института.

Измерения содержания ^7Be в Черном море проводились в период с мая 2012 г. по июль 2017 г. в прибрежной (с океанографической платформы вблизи п. Кацивели) и глубоководных районах моря (в трех экспедициях НИС «Профессор Водяницкий»).

Всего было отобрано и обработано 80 проб морской воды, 960 среднесуточных проб атмосферных аэрозолей, 231 проба дождевых осадков, 64 пробы суммарных атмосферных выпадений.

На основе этих измерений описывается изменчивость потоков ^7Be с влажными и суммарными атмосферными выпадениями в г. Севастополь.

В это разделе также содержится краткие описания трехмерной термогидродинамической модели МГИ и уравнения переноса радионуклида ^7Be в декартовой системе координат.

В качестве граничного условия на свободной поверхности задавался поток ^7Be из атмосферы с сухими и влажными атмосферными выпадениями, на дне поток ^7Be , оседающего на взвеси. На твердых границах поток ^7Be по нормали к берегу отсутствует. На жидких границах рек и проливов концентрация ^7Be задавалась равной 0.

Основные особенности пространственно-временной изменчивости концентрации ^7Be в Черном море по материалам экспедиционных исследований описываются в третьем разделе. Установлена функциональная зависимость коэффициента распределения концентрации ^7Be между растворенной и адсорбированной на взвеси формами. Получена параметризация коэффициента вымывания радионуклида из атмосферы с осадками на подстилающую поверхность и проведена ее валидация.

Показано, что в открытых районах Черного моря радионуклид ^7Be прослеживается до горизонтов 60–70 м, его общее содержание в верхнем квазиоднородном слое изменяется от 1,2 до 9,5 Бк·м⁻³, средняя величина составляет $(5,7 \pm 1,9)$ Бк·м⁻³. Повышенные величины концентрации отмечаются в глубоководной части моря, пониженные – в прибрежной зоне.

Резидентное время нахождения ^7Be в верхнем квазиоднородном слое моря изменяется от 6 до 155 суток. Обнаружена связь между резидентным временем нахождения и толщиной верхнего квазиоднородного слоя.

Выявлено, что на взвеси содержится в среднем (10 ± 4) % от общего содержания ^7Be .

Результаты численных экспериментов и их валидация рассматриваются в четвертом разделе. Сезонная изменчивость структуры поля концентрации ^7Be в поверхностном слое вод Черного моря приводится на примере 2016 г. Также выделены факторы ее определяющие.

В заключении сформулированы основные результаты, полученные в работе.

В целом работа представляет собой законченное оригинальное научное исследование, а полученные автором результаты могут быть применены при изучении структуры вод и водных масс Черного моря.

Диссертация и автореферат оформлены согласно правилам ВАКа. Автореферат полностью отражает содержание работы. Публикации автора в научных изданиях охватывают основные выводы и положения диссертации.

Замечания по содержанию:

1) Название первого раздела не удачное. Современное состояние какого вопроса?

2) Одним из главных тезисов работы является положение, что основной источник поступления ^7Be в Черное море – это влажные атмосферные осадки. Однако в работе отсутствует описание особенностей их пространственно-временной изменчивости над Черным морем, изложенных во многих работах.

3) В уравнении (2.12) диссертации и (1) автореферата первый член в правой части не понятен. Где член, отвечающий за горизонтальное турбулентное перемешивание? Может опечатка? На понятны граничные условия на твердых границах (2.22) – их там сразу два. Какое из них использует автор?

4) Отсутствует определение верхнего квазигомогенного слоя. Как диссертант его выделяет?

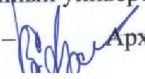
5) В уравнении (2.12) используется постоянная скорость седиментации взвеси. Однако ее скорость зависит от размеров взвеси и вертикальных градиентов плотности. Хорошо было бы обосновать выбор. Кроме этого, взвесь бывает минеральная и биогенная. Какую использует автор? Это касается и адсорбции радионуклида.

Замечания по оформлению. После нумерация разделов и рисунков нет точек.

В работе имеются некоторые терминологические замечания. Во-многих местах работы автор применяет термин «атмосферные выпадения». Может лучше просто твердые и влажные атмосферные осадки?

Указанные в отзыве недостатки не носят принципиального характера и не снижают хорошего впечатления от научного уровня работы.

Диссертационная работа Кременчуского Д.А. "Формирование и эволюция поля концентрации бериллия-7 (^7Be) в поверхностном слое вод Черного моря" полностью соответствует требованиям ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.28 – океанология.

Официальный оппонент, доцент географического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», кандидат географических наук, доцент –  Архипкин Виктор Семенович

05.09.2019

119991, Москва, ГСП-1, МГУ им. М.В. Ломоносова,
географический факультет, кафедра океанологии,
+7(495)9392215, victor.arkhipkin@gmail.com

Подпись руки Архипкина В.С. заверяю

05.09.2019

Отдел кадров

