ОТЗЫВ

Официального оппонента

О работе **КРЕМЕНЧУЦКОГО Дмитрия Александровича** «Формирование и эволюция поля концентрации бериллия-7 (^{7}Be) в поверхностном слое вод Черного моря»

представленной на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.28 – океанология.

Изучение динамики естественных изотопов (радионуклидов) в гидросфере имеет большое значение для решения многих задач не только научного, но и чисто практического значения, в том числе: оценка скоростей переноса вод и взвешенного вещества, определение возраста донных отложений, оценка потоков биогенных элементов и полютантов в водной среде, определение генезиса вод и многое другое. В океанологии естественные изотопы в первую очередь это превосходные трассеры переноса вещества от различных источников. Изучение естественных изотопов одно из новых и активно развивающихся направлений морской химии.

Диссертационная работа Д.А. Кременчуцкого основана на материалах прибрежных и морских натурных экспериментов 2012 – 2017 гг, во многих из которых автор принимал непосредственное участие. Измерения содержания ^{7}Be проводились в прибрежной зоне и в глубоководных районах Черного моря. Так одна серия измерений проведена на взморье г. Севастополя, две серии со стационарной океанографической платформы в п. Кацивели, расположенной на расстоянии в 600 м от берега, и в 3-х рейсах на НИС «Профессор Водяницкий» в открытых районах моря. Особенно ценно, что автор не только участвовал в получении фактического материала, но и провел обработку его до законченного научного исследования. Широко использовались и литературные источники, список литературы весьма внушителен – 203 наименования.

Автор очень хорошо изучил методические вопросы измерения содержания ^{7}Be в морской воде, на атмосферных аэрозолях, в атмосферных выпадениях и на взвеси. В ходе работы была выполнена достаточно сложная и интересная задача, когда на материалах натурных наблюдений на достаточно ограниченной акватории (прибрежная зона полуострова Крым) была проведена калибровка математической модели. Это позволило автору получить количественные оценки характеристик пространственно-временной изменчивости поля концентрации ^{7}Be по всему Черному морю. Автором проведена

количественная оценка поступления этого радионуклида в Черноморском регионе из атмосферы с сухими выпадениями и с атмосферными осадками. В работе приведено очень хорошее обоснование особенностей пространственной неоднородности поля концентрации ^{7}Be в водах Черного моря.

Полученные в работе данные могут стать основой для дальнейшего использования ^{7}Be как трассера в исследованиях физико-химических процессов, влияющих на его содержание и распределение в морской среде и могут быть использованы при построении новых моделей переноса радионуклидов в атмосфере и морской среде. Степень достоверности полученных результатов обеспечена высоким уровнем проведения аналитических работ.

Работа состоит из введения, 4-х разделов (глав), заключения и списка цитируемой литературы. Диссертационная работа написана хорошим научным языком, положения работы основаны на большом количестве экспедиционных данных, выводы в достаточной мере аргументированы.

Во Введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы основные цели и задачи работы. Показана методология проведенных работ и основные подходы к решению поставленных автором задач. Представлены основные результаты, сведения об их апробации и о личном вкладе автора.

В разделе 1 «Современное состояние вопроса» дан краткий обзор современного состояния вопроса. Показаны (по литературным источникам) основные механизмы, управляющие пространственно-временной изменчивостью потока ^{7}Be из атмосферы на поверхность моря, и проводится анализ работ, посвященных моделированию распределения ^{7}Be в водной среде.

Раздел 2 «Материалы наблюдений и методы обработки», как и следует из его названия практически полностью методического характера. В разделе подробно описаны методики, используемые в работе для получения данных о содержании этого естественного радионуклида в окружающей среде. Приведена модель переноса ^{7}Be в морской среде и показаны особенности постановки численных экспериментов.

В разделе 3 «Бериллий-7 в водах Черного моря и в приземной атмосфере черноморского региона по натурным данным» приведен анализ и обобщение натурных данных концентрации ^{7}Be в Черном море по материалам экспедиционных исследований, полученным на океанографической платформе в пос. Кацивели и в рейсах НИС «Профессор Водяницкий». Выделены основные особенности пространственно-временной

изменчивости содержания ^{7}Be в морской воде. По результатам натурных наблюдений проведена параметризация коэффициентов вымывания радионуклида из атмосферы с осадками на подстилающую поверхность и коэффициента распределения радионуклида между растворенной и адсорбированной на взвеси формами.

В Разделе 4 представлены результаты численных экспериментов, их проверка (валидация). Проанализирована сезонная изменчивость структуры поля концентрации ^{7}Be в поверхностном слое вод Черного моря на примере наблюдений 2016 г. Выделены определяющие ее факторы. Исследована пространственно-временная изменчивость структуры поля концентрации ^{7}Be.

В заключении приводятся основные результаты диссертационной работы.

Полученные в диссертационной работе Д.А. Кременчуцкого результаты, представляют значительную практическую и научную ценность. Главным образом, это профессионально выполненное обобщение данных натурных экспериментов, выполненных в недавнее время. Широкое применение математического моделирования в работе совершенно оправдывается недостатком данных прямых наблюдений и их эпизодичностью.

К замечаниям к диссертационной работе можно отнести

Стр. 7. В положениях, выносимых на защиту, первым стоит «метод оценки потока ^{7}Be из атмосферы на поверхность Черного моря». Выше автор пишет, что «основным инструментом исследования» была «модель МГИ» циркуляции Черного моря, несколько дополненная автором. И собственно сам метод вряд ли может быть предметом защиты.

Стр. 26. Автор пишет «но при величинах pH выше 6 этим фактором можно пренебречь». Но в природных водах, pH менее 6 встречается крайне редко, например, в термальных водах, или водах сильно загрязненных антропогенными стоками. Даже в анаэробной зоне Черного моря величина pH значительно более 7. Так что этот фактор при рассмотрении изменения величины коэффициента *Kd* можно не учитывать.

В выводах к разделу (стр. 28) автор пишет – «обзор литературных данных позволил сделать выводы, что основным источником поступления ^{7}Be в Черное море являются влажные атмосферные выпадения», но ниже говориться, что в литературе «сведения о содержании и распределении ^{7}Be в водах Черного моря отсутствуют». Тогда из каких источников автор черпает сведения о преобладающей роли «влажных атмосферных выпадений» и о «пространственно-временной изменчивости общего содержания радионуклида в поверхностном слое вод моря», о чем пишется чуть ниже?

Стр. 76. Автор использует в работе следующую временную иерархию изменчивости концентрации радионуклида: тренд-циклическую, сезонную и нерегулярную, определяя их как межгодовую, сезонную и суточную изменчивости. Их дальнейшего текста создается впечатление, что «нерегулярная составляющая», скорее ближе к синоптической изменчивости. Тем более, что на стр.79 автор уже использует понятие «синоптического масштаба». Вообще, было бы понятнее использовать какую либо более распространенную в отечественной океанографии временную иерархию процессов, например В.А.Буркова или Н.Н.Корчагина – А.С.Монина.

Стр. 115. Как следует из рис. 2.4 (стр. 42), натурные наблюдения содержания ^{7}Be были получены для северной части моря, точнее для прибрежного района п-ова Крым. Автор же не уточняет региональную характеристику своих работ, а просто пишет, что «впервые получены натурные данные о пространственно-временной изменчивости концентрации ^{7}Be в водах Черного моря». Хотя это можно считать и одной из сильных сторон диссертационной работы, что основываясь ограниченных по площади данных автор мог создать целостную картину для всего моря.

Стр. 116. Автор пишет, «установлено, что в водах Черного моря ^{7}Be распределен между растворенной и адсорбированной на взвеси формами». Неудачная редакция. А в каких еще формах может находится этот радионуклид? Или есть какой-то водоем морского типа, где он находится либо в растворенной, либо во взвешенной форме?

Имеются еще замечания редакционного характера.

В разделе о новизне полученных результатов (стр. 5), на мой взгляд, на первом месте должен стоять пункт 3 – «впервые получены данные о концентрации ^{7}Be в водах Черного моря», как наиболее тесно связанный с темой работы.

Многочисленные рисунки, занимающие стр. 61-64 и стр. 64-67, возможно было бы лучше оформить в виде приложения в диссертационной работе.

Название параграфа 3.1.2 «Поле концентрации ^{7}Be в верхнем квазиоднородном слое моря», более корректно было бы дополнить, например «в верхнем квазиоднородном слое прибрежных вод п-ва Крым». Кстати это относится и подписям на рисунках 3.3 – 3.7 и 3.9.

Но эти замечания не умоляют заслуг автора и научного значения его работы. Диссертация Д.А. Кременчуцкого «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 присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям. А сам Кременчуцкий Дмитрий Александрович по своей научной квалификации и качеству выполненных исследований, несомненно, заслуживает искомой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.28 «Океанология».

Официальный оппонент

заведующий Лабораторией биогидрохимии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук, доктор географических наук Маккавеев Пётр Николаевич,

27.08.2019 г.

Адрес: 117997, Москва, Нахимовский проспект, д. 36, ИО РАН
E-mail :makkaveev55@mail.ru
Тел. 499-124-77-42

Подпись П.Н.Маккавеева удостоверяю

Ученый секретарь
Института океанологии
им. П.П. Ширшова Российской академии наук
г. Москва,
к.г.н. Фалина Анастасия Сергеевна.

26.08.2019 г.