

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора биологических наук **Карпенко Евгения Игоревича**, на диссертационную работу **Параскив Артема Алексеевича** на тему «**Процессы формирования самоочищения природных вод в отношении радиоизотопов плутония $^{239+240}\text{Pu}$ в прибрежных морских акваториях**», представленной на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.16 – гидробиология (биологические науки)

Актуальность темы исследования. Одной из важных задач гидробиологии является оценка формирования самоочищающей способности водной среды в отношении тех или иных загрязняющих веществ, среди которых особое место занимают радионуклиды техногенного происхождения, в частности – радиоизотопы плутония $^{239+240}\text{Pu}$. Данные радиоизотопы в силу периодов полураспада, составляющих тысячи лет, при попадании в морские экосистемы могут накапливаться в их компонентах и оказывать негативное влияние на биоту. При этом прибрежные акватории, а в особенности полузакрытые бухты и заливы, могут служить естественными депо техногенных радионуклидов. Выявление закономерностей процессов миграции и распределения радиоизотопов плутония в прибрежных морских акваториях, безусловно, является актуальной задачей. Большой интерес представляет оценка вклада тех или иных природных процессов, биотических и абиотических компонент, в формирование самоочищения водных масс в отношении плутония. Этому и посвящена диссертационная работа Параскив Артема Алексеевича, выполненная на примере Севастопольской бухты.

Научная новизна исследований и результатов, сформулированных в диссертационной работе. В диссертационной работе Параскив А. А. впервые для прибрежных акваторий Черного моря выполнены комплексные исследования взаимодействия плутония с биотическими и абиотическими компонентами, количественно оценена их аккумулирующая способность в отношении изучаемых радиоизотопов. Важным результатом, определяющим новизну исследования, является определение уменьшения аккумулирующей способности морской биоты в отношении плутония с повышением трофического уровня. При этом были изучены планктонные организмы, макроводоросли, моллюски, рыбы и дельфины. На основе полученных данных автором впервые проведена оценка вклада основных потоков перераспределения плутония в самоочищение вод бухты, среди которых в качестве ведущего выделен седиментационный поток взвешенного вещества.

Помимо этого, впервые для черноморских экосистем автором рассчитаны региональные контрольные уровни $^{239+240}\text{Pu}$ в воде и донных отложениях как критерий экологической радиационной безопасности морских организмов. Тут стоит отметить, что подход к нормированию доз облучения до сих пор направлен в первую очередь на защиту человека, а для

биоты лишь проходит свое становление, в связи с чем работы в этом отношении являются актуальными.

Значимость результатов диссертационной работы для науки и практики. Результаты проведенных исследований расширяют фундаментальные знания о формировании процессов миграции и распределения радиоизотопов плутония в морских экосистемах. Важным практическим результатом является научно обоснованная рекомендация гидробионтов-индикаторов для проведения мониторинговых исследований в отношении плутония в черноморских экосистемах. Помимо этого результаты диссертационной работы вносят значимый вклад в изучение использования техногенных радионуклидов в качестве радиотрассеров природных процессов в морских экосистемах.

Степень обоснованности научных положений и выводов, сформулированных в диссертации. Диссертант показывает глубокие знания по рассматриваемой проблеме на мировом уровне. Об этом свидетельствует анализ 221 источника литературы, из которых 96 – публикации иностранных коллег. Достоверность результатов исследования не вызывает сомнений, т.к. автором были использованы современные методы исследования, измерения проведены на аттестованном спектрометрическом оборудовании. Цель и задачи исследования решены. Объем натуральных данных достаточен для обоснования выдвинутых положений и выводов, которые соответствуют пункту 7 паспорта специальности 1.5.16 – гидробиология. По материалам диссертационной работы автором опубликована 21 печатная работа, из которых: 6 статей в рецензируемых научных журналах, входящих в наукометрические базы РИНЦ, WoS и SCOPUS, 1 глава в коллективной монографии и 14 тезисов и материалов конференций. Требованиям ВАК по специальности 1.5.16 – гидробиология удовлетворяют 4 статьи.

Структура и содержание работы. Представленная диссертация хорошо структурирована, логически обоснована, автор продемонстрировал способность решать поставленные научные задачи, анализировать полученные данные. Диссертация изложена на 194 страницах машинописного текста, состоит из введения, 5 разделов, заключения, выводов и списка литературы, содержит 23 таблицы и 37 рисунков.

Во **введении** диссертантом обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цели и задачи диссертационной работы, показана научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы. Описывается методология и основные методы, применяемые в рамках выполнения работы, изложены положения, выносимые на защиту. Обосновывается степень достоверности полученных результатов, приводятся данные об апробации результатов исследования. Определяется личный вклад и представляются сведения о научных публикациях диссертанта по теме работы.

В **разделе 1** достаточно подробно изложен анализ современных знаний о формировании природных процессов, определяющих самоочищение водных масс от загрязняющих веществ, приводится краткая характеристика

$^{239+240}\text{Pu}$ как техногенных радиоизотопов, описаны источники и пути их поступления в Черное море. Также в данном разделе дается обзор исследований, ранее проведенных в отношении плутония в биотических и абиотических компонентах Черного моря. Помимо этого автором рассмотрены современные подходы определения дозовых нагрузок на морские организмы и вопросы разработки нормирования содержания радионуклидов в водных экосистемах. Все вышеописанное логично подводит к цели диссертационной работы.

В **разделе 2** представлена информация о районах исследования, приведен объем обработанного материала, охарактеризованы используемые методические подходы. Подробно описаны особенности отбора проб, их радиохимической обработки, статистической обработки результатов измерений, расчета радиоэкологических параметров и дозовых нагрузок, использования плутония в качестве радиотрассеров процессов осадконакопления.

В **разделе 3** приведены результаты определения удельной активности радиоизотопов плутония в изученных биотических и абиотических компонентах Севастопольской бухты, количественно оценена их аккумулирующая способность. На основании полученных результатов автором проведен расчет дозовых нагрузок на биоту от ионизирующего излучения плутония, рассчитаны региональные контрольные уровни. Наиболее важными результатами, приведенными в данном разделе, являются определение зависимости удельной активности $^{239+240}\text{Pu}$ в воде от концентрации взвешенного вещества, определение биологических депо плутония в организмах черноморских рыб и мидий, определение тенденции к снижению аккумулирующей способности плутония с повышением трофического уровня биоты, расчет региональных контрольных уровней плутония и рекомендация гидробионтов-индикаторов.

В **разделе 4** дано подробное описание вертикального распределения радиоизотопов плутония в донных отложениях Севастопольской бухты, на основании которого автором проведена геохронологическая датировка загрязнения плутонием осадков и рассчитаны биогеохимические параметры, играющие важную роль в самоочищении водных масс. На примере Севастопольской бухты установлено, что скорость осадконакопления даже в рамках относительно небольшой акватории может быть различной, и, более того – изменяться в силу антропогенного вмешательства, что в конечном итоге отражается на интенсивности процессов самоочищения.

В **разделе 5** приведены результаты расчетов запасов $^{239+240}\text{Pu}$ в компонентах экосистемы Севастопольской бухты, фактора радиоемкости донных отложений, описана геохронологическая реконструкция седиментационных потоков плутония для различных районов бухты как количественная характеристика самоочищения вод. Помимо этого дана количественная оценка вклада гидрологических процессов, накопления биотой и радиоактивного распада в выведение плутония из водных масс исследуемой акватории. В последнем подразделе работы представлена

обобщающая схема потоков миграции и распределения $^{239+240}\text{Pu}$ из водной толщи, из которой следует основной вывод работы о том, что в прибрежных морских акваториях основным потоком самоочищения вод в отношении плутония служит биогеохимический седиментационный поток взвешенного вещества в донные отложения.

В **заключении** автором обобщаются полученные научные результаты. **Выводы** отражают результаты работы, четко сформулированы и согласуются с поставленными задачами.

Результаты исследований содержат новые научные сведения и свидетельствуют о безусловном личном вкладе автора диссертации в изучаемый раздел гидробиологии. Диссертационная работа написана хорошим научным языком, доступна для понимания и не вызывает существенных замечаний по форме, содержанию и способу изложения. Опечатки и неудачные выражения единичны и не снижают общего положительного впечатления о работе.

В процессе рецензирования возникли следующие замечания и вопросы.

1) Для донных отложений более уместно применять не «коэффициент накопления», а «коэффициент распределения». Лучше оставить понятие коэффициента накопления для биотических компонентов экосистем.

2) Из диссертации на стр. 106: «Как было указано в разделе 1, контрольные уровни радиоизотопов в воде и донных отложениях водных экосистем, не превышение которых будет обеспечивать безопасность как биоты, так и человека, на практике могут служить более удобными параметрами нормирования, по сравнению с величинами мощностей доз.»

Если говорить о нормировании (КУ, ПДК, ДВ, УВ и т.д.), то в первую очередь параметры нормирования предназначены для защиты человека и контрольные уровни рассчитываются исходя из предельной дозовой нагрузки облучения человека (население, персонал). В настоящее время мы не можем говорить о нормировании доз облучения биоты, мы можем говорить только о рекомендованных предельных дозовых нагрузках для референтных организмов. Соответственно КУ будут в качестве рекомендованных, только в силу того, что нет норм облучения биоты (учитывая при расчетах КУ экологический критерий).

3) Какой предел дозовой нагрузки для биоты использовали при расчете КУ? В программе ERICA и в рекомендациях Р 52.18.873-2018 они разные.

4) Возможно, следует переформулировать первую часть вывода 6, чтобы он был проще для понимания.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертационная работа **«Процессы формирования самоочищения природных вод в отношении радиоизотопов плутония $^{239+240}\text{Pu}$ в прибрежных морских акваториях»** соответствует критериям, установленным в пп. 9-14 Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842 «О Порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ (ред. от 11.09.2021 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор **Параскив Артем**

Алексеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.16. – гидробиология.

Официальный оппонент:

доктор биологических наук, директор федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»,
249035, Калужская обл., г. Обнинск, Киевское шоссе д. 1, корп. 1,
+7(484)399-69-10
karpenko_evgenii@mail.ru



Карпенко Евгений Игоревич

«20» сентября 2023 г.

Подпись Е.И. Карпенко удостоверяю:

Нерисконовский камергер и отдела кадров

И. С. М. Редова

20.09.2023 г.

