

Федеральный исследовательский центр
«Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского
Российской академии наук»

Отдел радиационной и химической биологии,
лаборатория хемотропологии



АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИИ ВОДНЫХ И ПРИБРЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Всероссийская научная конференция,
посвящённая 90-летию со дня рождения
д. б. н., профессора Олега Глебовича Миронова

г. Севастополь, 2-5 октября 2023 г.

Сборник материалов

Севастополь
ФИЦ ИнБЮМ
2023

Работа выполнена в рамках государственного задания ФИЦ ИнБЮМ: №121031500515-8 «Молисмологические и биогеохимические основы гомеостаза морских экосистем».

Список литературы

1. Нестерова М. П. Методы и средства борьбы с нефтяным загрязнением вод Мирового океана. Ленинград: Гидрометеиздат, 1989. 208с.
2. Гололобов А. Д., Грачева Н. К. Современное представление о механизме усвоения углеводов микроорганизмами // Микробиологический синтез. 1996. Т. 1. С. 5–15.
3. Zinjarde S. S., Pant A. A. Hydrocarbon degraders from tropical marine environments // Marine Pollution Bulletin. 2002. Vol. 44, iss. 2. P. 118–121. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(01\)00185-0](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(01)00185-0)

**Изменение седиментационных потоков радиоизотопов плутония в
верховье Севастопольской бухты**

*Параскив А. А., Терещенко Н. Н., Проскурнин В. Ю., Чужикова-Проскурнина О. Д.,
Вахрушев М. О.*

**Changes in sedimentation fluxes of plutonium radioisotopes in the Sevastopol Bay
headwaters**

*Paraskiv A. A., Tereshchenko N. N., Proskurnin V. Yu.,
Chuzhikova-Proskurnina O. D., Vakhrusev M. O.*

ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН»,
Севастополь, paraskiv@ibss-ras.ru

В формировании самоочищения морских вод от поступающих техногенных веществ принимает участие множество природных процессов, одним из которых является их концентрирование на взвешенном веществе и перенос в донные отложения за счет гравитационной седиментации [1]. Среди техногенных веществ, поступающих в морские экосистемы, особое место занимают радиоизотопы плутония ^{238}Pu и $^{239+240}\text{Pu}$, обладающие высокой радиотоксичностью [2]. Поэтому количественная оценка процессов самоочищения морских вод в отношении ^{238}Pu и $^{239+240}\text{Pu}$ является актуальной задачей. В акваторию Черного моря данные радиоизотопы поступали в основном в результате радиоактивных выпадений после испытаний ядерного оружия в открытых средах и аварии на Чернобыльской АЭС [3].

Ранее на примере устьевой части Севастопольской бухты (Черное море) было показано, что величины седиментационных потоков плутония могут изменяться на полувековом масштабе не только вследствие снижения или увеличения удельной активности ^{238}Pu и $^{239+240}\text{Pu}$, но и как результат изменений в акватории, в частности – строительства моловых заграждений [4]. В связи с этим представляет интерес изучение возможного изменения седиментационных потоков плутония в верховье Севастопольской бухты.

Таким образом, целью данной работы была количественная оценка изменения седиментационных потоков ^{238}Pu и $^{239+240}\text{Pu}$ в верховье Севастопольской бухты в период 1962–2019 гг.

Для проведения данного исследования в 2019 г. в верховье Севастопольской бухты на глубине 9 м был отобран керн донных отложений высотой 31 см. Отбор керна осуществляли

с борта маломерного судна с использованием акриловой трубки с вакуумным затвором. В лаборатории керн нарезали на слои по 2 см. Пробы донных отложений обрабатывали в соответствии с общепринятой методикой, описанной в [4]. Измерения проводили на альфа-спектрометре фирмы ORTEC с полупроводниковыми кремниевыми детекторами.

В результате было получено вертикальное распределение радиоизотопов плутония в донных осадках. На профиле удельной активности $^{239+240}\text{Pu}$ были определены два пика – в слоях 10–12 см и 28–30 см. Максимум удельной активности ^{238}Pu был определен в слое 10–12 см, что отразилось на профиле $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$. Так, в слое 10–12 см данное отношение активностей было на порядок величин больше, чем в остальных слоях керна. Это дало основание отнести данный слой осадка к 1986 г., когда происходили максимальные выпадения после аварии на ЧАЭС [3]. При этом слой осадка на глубине 28–30 см был датирован 1962 г., когда наблюдались наибольшие выпадения вследствие испытаний ядерного оружия в открытых средах [2, 3].

Результаты геохронологической датировки донных отложений позволили провести расчет таких биогеохимических параметров, как скорость осадконакопления (SR, мм·год⁻¹) и абсолютные массы донных осадков (MAR, г·м⁻²·год⁻¹). Установлено, что в период 1962–1986 гг. SR в изучаемом районе составляла 7,5 мм·год⁻¹, а в период 1986–2019 гг. – 3,6 мм·год⁻¹. Значения MAR в обозначенные периоды также снизились: с 3895 до 1679 г·м⁻²·год⁻¹. Вероятно, наблюдаемые изменения являются следствием зарегулирования стока реки Черной (впадает в Севастопольскую бухту в ее верховье) после реконструкции Чернореченского водохранилища. Так, введенное в эксплуатацию в 1956 г., водохранилище увеличили в период 1977–1984 гг. посредством наращивания дамбы до высоты 36 м. Площадь поверхности зеркала водохранилища была увеличена с 2,5 до 6 км². По всей видимости, это привело к уменьшению количества взвешенного вещества, привносимого речным стоком в верховье бухты и, как следствие, к уменьшению величин SR и MAR.

Основываясь на результатах определения значений удельной активности ^{238}Pu и $^{239+240}\text{Pu}$, а также величин MAR, были рассчитаны седиментационные потоки изучаемых радиоизотопов (П, Бк·м⁻²·год⁻¹) как количественный показатель самоочищения вод бухты. Показано, что в период 1962–1986 гг. максимальный поток $^{239+240}\text{Pu}$ составлял 2,1 Бк·м⁻²·год⁻¹ и был приурочен к периоду усиленных глобальных выпадений. К середине 1980-х гг. поток $^{239+240}\text{Pu}$ снизился до 0,4 Бк·м⁻²·год⁻¹, а после аварии на ЧАЭС – увеличился до 0,9 Бк·м⁻²·год⁻¹ за счет увеличения удельной активности плутония в воде. В дальнейшем, вплоть до 2019 г., происходило снижение потока $^{239+240}\text{Pu}$ до предчернобыльских уровней. В среднем, в период 1986–2019 гг. поток $^{239+240}\text{Pu}$ снизился в 2,2 раза по сравнению с периодом 1962–1986 гг.

Потоки ^{238}Pu составляли 5–10 % от величин потоков $^{239+240}\text{Pu}$. Максимальный поток ^{238}Pu (0,2 Бк·м⁻²·год⁻¹) был приурочен к 1986 г., что является отражением особенности изотопной композиции чернобыльских радиоактивных выпадений, в которых доля ^{238}Pu была на порядок величин выше, чем в выпадениях после испытаний ядерного оружия в открытых средах.

Таким образом, в результате проведенных исследований было проанализировано изменение седиментационных потоков ^{238}Pu и $^{239+240}\text{Pu}$ в верховье Севастопольской бухты. Установлено, что поток $^{239+240}\text{Pu}$ в пост-чернобыльский период (1986–2019 гг.) снизился в 2,2 раза в сравнении с до-чернобыльским (1962–1986 гг.). Потоки ^{238}Pu составляли лишь 5–10 % от значений потоков $^{239+240}\text{Pu}$. При этом максимальные величины потоков $^{239+240}\text{Pu}$ были приурочены к 1962 г., а ^{238}Pu – к 1986 г. Также показано, что строительство гидротехнических сооружений не только в акватории бухты, но и в ее водосборном бассейне, находят отражение в функционировании экосистемы бухты. В частности, могут влиять на количество взвешенного вещества в определенной части акватории, вследствие чего меняется скорость осадконакопления, что в конечном итоге отражается на скорости самоочищения морских вод.

Исследование выполнено в рамках темы госзадания ФИЦ ИнБЮМ № 121031500515-8 «Молисмологические и биогеохимические основы гомеостаза морских экосистем», а также при поддержке РФФИ по научному гранту Аспиранты № 20-35-900041.

Список литературы

1. Егоров В. Н. Теория радиоизотопного и химического гомеостаза морских экосистем. Севастополь : ФИЦ ИнБЮМ, 2019. 356 с.
2. WOMARS: Worldwide Marine Radioactivity Studies. Radionuclide Levels in Oceans and Seas. Vienna : IAEA, 2005. 287 p.
3. Радиоэкологический отклик Черного моря на Чернобыльскую аварию / под ред. Г. Г. Поликарпова, В. Н. Егорова. Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2008. 667 с.
4. Параскив А. А., Терещенко Н. Н., Проскурнин В. Ю., Чужикова-Проскурнина О. Д. Изменение седиментационных потоков плутония в донные отложения бухты Севастопольская в период до и после аварии на ЧАЭС // Морской биологический журнал. 2021. Т. 6, № 2. С. 69–81. <https://doi.org/10.21072/mbj.2021.06.2.05>

**Коэффициент накопления как биогеохимический показатель
самоочищения акватории севастопольских бухт от ртути**
Стецюк А. П.

**Accumulation coefficient as a biogeochemical indicator of self-purification of
Sевastopol bays' water area from mercury**
Stetsiuk A. P.

ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», г. Севастополь, Alex-ra-777@mail.ru

В морской среде часть ртути связана со взвешенным веществом, обладающим большой удельной поверхностью и способным накапливать химические элементы до высоких уровней. Опускаясь в результате гравитации, взвешенные частицы выносят загрязнения из поверхностного биологически активного слоя Чёрного моря и, в конечном итоге, могут депонировать их в толще донных отложений, участвуя, тем самым, в процессах самоочищения морской среды от загрязняющих веществ [1]. Одним из значимых факторов биогеохимического механизма самоочищения морских вод является концентрирующая способность взвесей, содержащих живое и косное вещество. Изучение распределения и концентрирования ртути в воде является одним из важных показателей экологического состояния морских акваторий. Наиболее презентативным показателем концентрирования химических веществ гидробионтами является предложенный академиками В. И. Вернадским и впервые примененный в радиоэкологических исследованиях Г.Г.Поликарповым коэффициент накопления (Кн), равный отношению концентраций элементов и их изотопных и неизотопных носителей в морских организмах и водной среде [2; 3].

Цель работы — изучение коэффициента накопления ртути взвешенным веществом и донными осадками как биогеохимического показателя самоочищения морской воды. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: определение концентрации ртути в живых и косных компонентах морской акватории; расчёт Кн.