

Российская академия наук
Научный Совет РАН по физической химии
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина
Российской академии наук
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр
«Морской гидрофизический институт РАН»
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр
«Институт биологии южных морей» имени А.О. Ковалевского РАН



ВСЕРОССИЙСКИЙ СИМПОЗИУМ И
ШКОЛА-КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
«ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
В МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ»

СБОРНИК ТРУДОВ СИМПОЗИУМА

27 ОКТЯБРЯ – 3 НОЯБРЯ, 2021

г. СЕВАСТОПОЛЬ

УДК 504.054(262.5)

ТЕХНОГЕННЫЕ АЛЬФА-ИЗЛУЧАЮЩИЕ РАДИОИЗОТОПЫ – ТРАССЕРЫ БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЧЕРНОМ МОРЕ¹

Терещенко Н.Н., Параскив А.А. Проскурнин В.Ю.

*Федеральный исследовательский центр "Институт биологии южных морей
имени А.О. Ковалевского РАН", 299011, Севастополь, Россия;
e-mail: ntereshchenko@yandex.ru*

С использованием техногенных радиоизотопов плутония как радиотрассеров природных процессов определены количественные характеристики биогеохимической седиментации в Черном море – скорость осадконакопления, абсолютные массы донных осадков, время формирования слоев осадка, седиментационные потоки самоочищения вод от плутония.

Using technogenic radioisotopes of plutonium as radiotracers of natural processes, the quantitative characteristics of biogeochemical sedimentation in the Black Sea were determined - the rate of sedimentation, the mass accumulation rate, the time of formation of the bottom sediment layers, sedimentation fluxes of water self-purification from plutonium.

Радионуклиды техногенного происхождения ^{137}Cs , ^{90}Sr и $^{238, 239, 240}\text{Pu}$, ^{239}Pu , которые стали поступать в окружающую среду с середины XX века, стали уникальными инструментами исследования водных экосистем в природных условиях. В последние десятилетия техногенный ^{137}Cs , а также ^{90}Sr наряду с другими радионуклидами использовались в качестве радиоактивных трассеров гидрологических, гидробиологических и биогеохимических процессов в водных экосистемах, в частности для изучения седиментационных процессов [1]. Но, относительно короткий период полураспада ^{137}Cs , как и ^{90}Sr (около 30 лет) и тип их биогеохимического поведения обуславливают относительно быстрое снижение их чувствительности, в качестве радиоактивных трассеров в природных экосистемах. Напротив, чувствительность двух изотопов плутония ^{239}Pu и ^{240}Pu остается практически такой же, как и в конце XX века, так как их периоды полураспада ($T_{1/2}$) составляют 24110 и 6561 года, а для ^{238}Pu $T_{1/2}$ равен 86 лет. Способствуют их использованию как радиотрассеров низкие концентрации плутония, безвредные для биоты, и наличие ионизирующего излучения у изотопов. По ионизирующему излучению измеряют низкие их концентрации в природных объектах с помощью высокочувствительных физических методов, таких как альфа-спектрометрия. В Черное море после аварии на ЧАЭС в 1986 г. поступила

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 20-35-90041 и темы госзадания ФИЦ ИнБЮМ номер гос. регистрации 121031500515-8.

новая волна техногенных радиоизотопов ^{240}Pu , ^{239}Pu и ^{238}Pu , при этом изотопный состав плутония глобальных и чернобыльских выпадений был разным. В частности, отношение активностей $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ отличалось на порядок величин [2], что открыло новую возможность более точно датировать осадки по этим соотношения с середины прошлого века по настоящее время. Более высокой чувствительности метода с применением $^{238, 239, 240}\text{Pu}$ способствует и тот факт, что в Черном море плутоний, как элемент с высокой сорбционной активностью, проявляет ярко выраженный педотропный тип биогеохимического поведения: около 95 % этого радиоизотопа перераспределяется в донные отложения [3]. Так как плутоний сорбируется на взвеси и относительно быстро осаждается с осадочным веществом на дно водоемов, то он служит информативным радиотрассером процессов биогеохимической седиментации, которые играют важную роль в функционировании морских экосистем, включая процессы самоочищения вод от техногенных веществ. Это характеризует радиоизотопы плутония как перспективный инструмент для изучения процессов осадконакопления и самоочищения водных масс в Черном море. Для определения скорости осадконакопления радиотрассерным методом нами были исследованы донные отложения в разных районах Черного моря. По вертикальным профилям распределения $^{238, 239, 240}\text{Pu}$ выполнена геохронологическая датировка слоев донных отложений, рассчитана среднегодовая скорость осадконакопления (SR) и абсолютные массы донных осадков (MAR). На основе величин MAR ретроспективно восстановлены величины и изменение потоков поступления радиоизотопов плутония в донные отложения с осадочным веществом до и после аварии на ЧАЭС в глубоководных и прибрежных районах Черного моря и время формирования толщины слоя осадков, которое в разных районах отличалось в зависимости от величины скорости осадконакопления.

Полученные результаты количественно характеризуют седиментационные процессы в глубоководных и прибрежных акваториях Черного моря, их роль в самоочищении вод и указывают на необходимость учета данных по скорости осадконакопления при молисмологических мониторинговых исследованиях водных экосистем, оценке периодов поступления техногенных веществ в акваторию.

Литература

1. *Isotopes in hydrobiology, marine ecosystems and climate change studies. Proceedings of the International Symposium held in Monaco, 2011. Viena: IAEA, 2013. Vol. 2. 655 p.*
2. Поликарпов Г.Г., Егоров В.Н., Гулин С.Б., Стокозов Н.А., Лазоренко Г.Е., Мирзоева Н.Ю., Терещенко Н.Н., Цыцугина В.Г., Кулебакина Л.Г., Поповичев В.Н., Коротков А.А., Евтушенко Д.Б., Жерко Н.В., Малахова Л.В. Радиоэкологический отклик Черного моря на чернобыльскую аварию. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2008. 667 с.
3. Tereshchenko N.N., Gulín S.B., Proskurnin V. Yu. Distribution and migration of $^{239+240}\text{Pu}$ in abiotic components of the Black Sea ecosystems during the post-Chernobyl period// J. Environ. Radioact. 2018. Vol.188. P. 67–78.