

$\beta$ -счета в энергетическом диапазоне 0–18,6 кэВ с помощью жидких сцинтилляционных радиометров, которые обеспечивают непосредственный контакт измеряемого образца с жидким сцинтиллятором согласно методике определения удельной активности трития в воде с использованием жидкостцинтилляционных радиометров серии TRI-CARB И QUANTULUS. МВИ.МИ 4143-2011. В ходе данной работы было установлено, что реакция изотопного обмена не зависит от концентрации  $\text{NaHCO}_3$ , степень обмена в воде составила 30–40%. Также была проведена фильтрация через мембранный фильтр с размером пор 0,45  $\mu\text{m}$  для определения содержания ОСТ на микробах, степень обмена составила 9–10%.

Mironov V. P., Zhuravkov V. V., Skopec A. N.

#### METHOD OF DETERMINATION OF ORGANICALLY BOUND TRITIUM IN WATER

The series of experiments to investigate the kinetics of isotopic exchange of tritium with sodium bicarbonate ( $\text{NaHCO}_3$ ) using a column of anion exchange resin and membrane filter were conducted. On the basis of the data method of determining the organically bound tritium was developed.

**Миронов В. П.<sup>1</sup>, Шабан А. С.<sup>1</sup>, Борисенко В. Л.<sup>2</sup>, Голубев А. П.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова  
Белорусского государственного университета, г. Минск,

<sup>2</sup>Полесский государственный радиационно-экологический заповедник,  
г. Хойники, Республика Беларусь

### МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ И ФОРМИРОВАНИЯ ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК У БОЛЬШОГО ПРУДОВИКА *LYMNAEA STAGNALIS* В ОЗЕРЕ ПЕРСТОК

Легочные моллюски, способные аккумулировать все радионуклиды, присутствующие в среде, являются важными объектами радиоэкологического мониторинга водоемов. Нами исследована многолетняя (1986–2015 гг.) динамика накопления радионуклидов легочным моллюском – большим прудовиком *Lymnaea stagnalis* в озере Персток – самом загрязненном в белорусском секторе зоны ЧАЭС. В водоемах зоны ЧАЭС присутствуют космогенные ( $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ), примордиальные ( $^{40}\text{K}$ ;  $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  с продуктами их распада –  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{210}\text{Bi}$ ,  $^{210}\text{Po}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ), «бомбовые и «чернобыльские» ( $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$  и др.) радионуклиды. Биоаккумуляция радионуклидов определяется их ядерно-физическими и химическими свойствами, а также физиологическими особенностями организмов. В мягких тканях моллюсков накапливаются преимущественно подвижные формы радионуклидов ( $^{137}\text{Cs}$  и т.п.). В раковинах в наибольшей степени концентрируется  $^{90}\text{Sr}$ , а на их поверхности –  $\alpha$ -излучающие трансурановые радионуклиды ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{230}\text{Th}$ ,  $^{240}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$  и др.). В первые послеаварийные годы  $^{137}\text{Cs}$  в водоемах зоны ЧАЭС находился в обменной форме, затем начались процессы его необратимой сорбции слоистыми глинистыми минералами. Поэтому максимум активности  $^{137}\text{Cs}$  в *L. stagnalis* приходился на 1986 – 1991 гг. Напротив,  $^{90}\text{Sr}$  в первичных выпадениях находился в неподвижной форме в составе топливных частиц. Затем, в связи с деструкцией топливных частиц,  $^{90}\text{Sr}$  начал накапливаться в воде в виде обменной формы. Поэтому его максимальная активность в моллюсках отмечена через 15–20 лет после аварии, когда степень разрушения топливных частиц превысила 80%.

На основе выявленных кинетических закономерностей накопления радионуклидов рассчитаны уровни создаваемых ими поглощенных доз (ПД) ионизирующей радиации для *L. stagnalis* в озере Персток в разные годы после аварии. В 1986 г. уровень ПД для *L. stagnalis* достигал 2505  $\mu\text{Гр}\cdot\text{сут}^{-1}$ , при этом свыше 60% ДП обеспечивали короткоживущие «чернобыльские» радионуклиды ( $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{239}\text{Np}$  и др.) с периодом полураспада до года. В 1996 г. ПД снизились до 1549  $\mu\text{Гр}\cdot\text{сут}^{-1}$ , что обусловлено, в первую очередь, распадом комплекса короткоживущих радионуклидов. При этом вклад изобар  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  и  $^{137}\text{Cs}/^{137}\text{Ba}$  в ПД превышал 95%. В 2006 г. ПД несколько возросли (до 1626  $\mu\text{Гр}\cdot\text{сут}^{-1}$ ) в связи с переходом большей части пула  $^{90}\text{Sr}$  в активную водорастворимую форму.

В 2015 г. суммарные ПД для *L. stagnalis* снизились до 358  $\mu\text{Гр}\cdot\text{сут}^{-1}$ , в которых вклад изобары  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  составил 91  $\mu\text{Гр}\cdot\text{сут}^{-1}$ . Наряду со снижением активности всего комплекса «чернобыльских» радионуклидов, в последние 2 десятилетия в ближней зоне ЧАЭС отмечен быстрый рост активности  $\alpha$ -изотопа  $^{241}\text{Am}$  (период полураспада – 433 года) – дочернего продукта  $\beta$ -распада  $^{241}\text{Pu}$  (период полураспада – 14,4 года). В 2015 г. уровень ПД от  $^{241}\text{Am}$  составлял 34  $\mu\text{Гр}\cdot\text{сут}^{-1}$ . Уровни ПД от комплекса природных радионуклидов за период исследований изменялись незначительно – в среднем 31  $\mu\text{Гр}\cdot\text{сут}^{-1}$ . По прогнозам, к 2036 г. вклад последних в суммарную ПД составит 56%,  $^{241}\text{Am}$  – 29%, а изобары  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  – 15%.

## PERENNIAL DYNAMICS OF RADIONUCLIDE GATHERING AND FORMING OF DOSE LOADS IN POND SNAIL *LYMNAEA STAGNALIS* IN THE PERSTOK LAKE

In 2015 absorbed dose (AD) of ionizing radiation for *L. stagnalis* in 2015 reached  $358 \mu\text{Gy}\cdot\text{day}^{-1}$ . Among them AD from the isobar  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  reached  $291 \mu\text{Gy}\cdot\text{day}^{-1}$ , from  $^{41}\text{Am}$  –  $34 \mu\text{Gy}\cdot\text{day}^{-1}$  and from natural radioisotopes ( $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{40}\text{K}$ ;  $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ , etc.) –  $31 \mu\text{Gy}\cdot\text{day}^{-1}$ . According to forecasts, by 2036 the total ID will decrease to  $58 \mu\text{Gy}\cdot\text{day}^{-1}$  with the investment of natural radioisotopes equals appr. 56%,  $^{241}\text{Am}$  – 29%, and isobar  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  – 15%.

**Мирсаидов У. М., Рахматов Н. Н., Мирсаидов И. У.**

*Агентство по ядерной и радиационной безопасности АН Республики Таджикистан,  
г. Душанбе, Республика Таджикистан*

## ИЗВЛЕЧЕНИЕ УРАНА ИЗ СЕРНОКИСЛОТНЫХ РАСТВОРОВ СУПЕСЧАНЫХ ПОЧВ С ПРОМЫШЛЕННЫМ СОРБЕНТОМ АМ(П)

В настоящей работе изучено извлечение урана из супесчаных почв.

Фильтрат после выщелачивания урана из супесчаных почв подвергался сорбционному способу извлечения урана с применением промышленного сорбента АМ(П). Классический метод извлечения урана из раствора заключается в подкислении его серной кислотой до  $\text{pH} = 2,0\text{--}2,5$  и сорбции урана на анионите АМ (п-порист.). Серная кислота находится в емкости из нержавеющей стали в объеме 2–3 м<sup>3</sup>. Расход кислоты определяется по расходомеру на емкости с серной кислотой. Температура раствора естественная (т.к. температура раствора в летнее время может достигать 35–40 °С).

Разработана принципиальная технологическая схема извлечения урана из супесчаных почв.

Предлагаем данную принципиальную технологическую схему извлечения урана из супесчаных почв месторождений Киик-Тал Таджикистана, состоящую из процессов выщелачивания, фильтрования, сорбции, десорбции и сушки. Предлагаемая технология используется как для добычи урана, так и для очистки шахтных вод от нежелательных загрязнений. В растворах уран находится в виде соли сульфата уранила, а примеси, главным образом, железо – в виде сульфата трёхвалентного железа.

Для получения крупного, хорошо фильтруемого осадка диураната аммония необходимо обеспечить оптимальные условия формирования структуры осадка в процессе добавления аммиачной воды к раствору. Мелкий осадок будет «проскакивать» через фильтр-пресс, иметь низкую степень его заполнения и высокую влажность осадка.

На структуру осадка оказывает влияние множество факторов: температура раствора, скорость перемешивания, наличие в растворе механических взвесей, концентрация компонентов, pH при добавлении аммиачной воды и др., действия которых часто неоднозначны и могут приводить к различным результатам при, казалось бы, одинаковых условиях осаждения двух смежных порций одного и того же раствора. Поэтому осаждение диураната аммония должно проводиться при постоянном контроле. Контроль осуществляется как по приборам, так и визуально.

Основными параметрами, контролируемыми по приборам, являются: температура раствора; pH раствора; время выдержки pH раствора на каждой стадии.

Таким образом, разработана принципиальная технологическая схема выделения  $\text{U}_3\text{O}_8$  из супесчаных почв.

*Mirsaidov U. M., Rakhmatov N. N., Mirsaidov I. U.*

## URANIUM EXTRACTION FROM THE SULFURIC ACID SOLUTIONS OF SANDY-LOAM SOILS USING AM (II) INDUSTRIAL SORBENT

The paper presents the basic technological scheme of uranium separation from sandy loam soils developed by the authors.

**Мирсаидов У. М., Рахматов Н. Н., Мирсаидов И. У., Назаров Х. М.**

*Агентство по ядерной и радиационной безопасности АН Республики Таджикистан,  
г. Душанбе, Республика Таджикистан*

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ УРАНА В СУПЕСЧАНЫХ ПОЧВАХ

В системах типа сульфатных шахтных вод отсутствуют такие комплексообразователи, как хлор и фтор-ион. Если не рассматривать возможность образования сложных гидросульфатных комплексов состава  $\text{Me}(\text{OH})_n(\text{SO}_4)_m$ , то возможно оценить долю сульфатных и гидроксокомплексов, образующихся по реакции: