

cies, which are not capable of synthesis of PUFA; hence, fish inhabiting such water bodies have comparatively low PUFA contents. A biochemical audit, done in our study, revealed that depending on a configuration of food chain trophic type of ecosystem, EPA and DHA in different fish species can vary about two orders of magnitude. It is necessary to make an inventory of diverse aquatic ecosystems concerning their ability to produce EPA and DHA, and to increase protection of water bodies, which give high levels of these nutrients, essential for humans. Besides, it is necessary to study potential hazards of anthropogenic impacts on natural water bodies, which result in a dominance of cyanobacteria and decrease of production of PUFA. These hazards are eutrophication (increase of phosphorous and nitrogen load), climate warming and pollution. It is essential to determine efficient ways of protection of water bodies, which are most valuable producers of PUFA and to find methods to increase this production. As demonstrated, one of such methods can be a biomani- pulation with trophic chains. Thus, manipulation by natural aquatic ecosystems is believed to be promising environmental technology to increase production of essential PUFA, and its importance is nearly similar to that of microbial biotechnology and aquaculture.

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК У БИОТЫ ВОДОЕМОВ ЗОНЫ РАДИАЦИОННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

А.П. Голубев¹, С.С. Третьякевич², А.С. Хомич¹, В.Л. Борисенко³

¹*Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова
Белорусского государственного университета, г. Минск, Беларусь, agliv@rambler.ru*

²*Департамент по ядерной и радиационной безопасности МЧС Республики Беларусь,
г. Минск, Беларусь, Tretyakevich@gosatomnadzor.gov.by.*

³*Полесский государственный радиационно-экологический заповедник, г. Хойники,
Беларусь, V.borisenko@mail.ru*

Авария на ЧАЭС (26.04.1986) привела к значительному радиоак- тивному загрязнению экосистем прилегающих водоемов. За 30-летний послеаварийный период уровень радиоактивного загрязнения большин- ства проточных водоемов зоны ЧАЭС снизился практически до естест- венного (доаварийного) уровня. Однако в ряде малопроточных водоемов он остается еще весьма высоким. Объективная оценка последствий хро- нического воздействия радиационного фактора для биоты водоемов зо- ны ЧАЭС возможна лишь на основе надежных данных по величинам по- глощенных доз (ПД) ионизирующей радиации для организмов биоты.

Нами разработана модель для расчетов ПД при внутреннем облуче- нии у биоты водоемов зоны ЧАЭС от всего комплекса природных и тех- ногенных радионуклидов, присутствующих в них. В их числе космоген-



ные радионуклиды (^3H , ^{14}C), примордиальные (находящиеся в земной коре) радионуклиды (^{40}K , $^{235+238}\text{U}$, ^{232}Th) с продуктами их распада (^{226}Ra , ^{210}Bi , ^{210}Po , ^{210}Pb) и техногенные («бомбовые» и «чернобыльские») радионуклиды (^{90}Sr , ^{131}I , ^{134}Ce , ^{137}Cs , а также ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am и др.)

Модель апробирована для легочного моллюска большого прудовика *Lymnaea stagnalis* из непроточного оз. Персток – самого загрязненного водоема в белорусском секторе зоны ЧАЭС. На этом основании рассчитана динамика вклада отдельных радионуклидов в общую величину ПД для *L. stagnalis* в период с 1986 по 2015 гг., а также сделана прогнозная оценка изменений ПД до 2036 г.

В многолетней динамике радионуклидного загрязнения зоны ЧАЭС и создаваемых им дозовых нагрузок для биоты выделяют три этапа: **I. Начальный иодно-нептуниевый этап**, обусловленный, преимущественно, короткоживущими радионуклидами (^{131}I , ^{239}Np и др.) с периодом полураспада не более нескольких недель; **II. Промежуточный этап**, обусловленный радионуклидами с периодом полураспада около года (^{144}Ce , ^{106}Ru , ^{134}Cs и др.); **III. Современный стронций-цезиевый этап**, обусловленный преимущественно β -изотопом ^{90}Sr и γ -изотопом ^{137}Cs (оба с периодом полураспада около 30 лет), начался в конце 1980-х гг.

Уровни ПД от комплекса природных радионуклидов за расчетный период (1986–2015 гг.) изменялись незначительно – в среднем $31 \mu\text{Гр}\cdot\text{сут}^{-1}$. В 1986 г. суммарный уровень ПД для *L. stagnalis* достигал $2505 \mu\text{Гр}\cdot\text{сутки}^{-1}$, при этом свыше 60 % ПД обеспечивали короткоживущие «чернобыльские радионуклиды» (^{131}I , ^{136}Sr и др.) с периодом полураспада до года.

В 1996 г. ПД снизилась 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 возросла – до $1626 \mu\text{Гр}\cdot\text{сут}^{-1}$. Это объясняется переходом к этому времени до 90 % пула «чернобыльского» ^{90}Sr из так называемых «топливных частиц», недоступных для использования гидробионтами, в легко усваиваемую для них водорастворимую форму. В 2015 г. суммарная ПД для *L. stagnalis* снизилась до $358 \mu\text{Гр}\cdot\text{сутки}^{-1}$, в которой ПД от изобары $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$, накапливающейся, преимущественно, в раковине моллюсков, 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 α -изотопа ^{241}Am (период полураспада – 433 года) – дочернего продукта β -распада ^{241}Pu (период полураспада – 14,4 года). В 2015 г. уровень ПД от ^{241}Am , составлял $34 \mu\text{Гр}\cdot\text{сут}^{-1}$ при суммарном ПД – $358 \mu\text{Гр}\cdot\text{сут}^{-1}$.

К 2036 г. суммарное значение ПД для *L. stagnalis* в оз. Персток понизится до $58 \mu\text{Гр}\cdot\text{сут}^{-1}$. При этом вклад комплекса естественных радионуклидов составит 55 %, а техногенных, преимущественно ^{241}Am и других актинидов, – 45 %. Согласно расчетам, активность ^{241}Am в непроточных водоемах ближней зоны ЧАЭС будет возрастать до 2060 г. Это дает все основание утверждать о наступлении уже в обозримом будущем *IV-go* (актинидного) этапа эволюции радионуклидного загрязнения зоны ЧАЭС.

The perennial dynamics of dose loads changing in biota from water bodies within the zone of radioactive contamination of Chernobyl atomic station. A.P. Golubev, S.S. Tretyakevich, A.S. Khomich, V.L. Borisenko. In 2015 absorbed dose (AD) of ionizing radiation for *L. stagnalis* 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}Am – $34 \mu\text{Gy}\cdot\text{day}^{-1}$ and from natural radioisotopes (^3H , ^{14}C , ^{40}K ; ^{235}U , ^{238}U , ^{232}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 %, technogenic ^{41}Am – 29 %, and isobar $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ – 15 %.

РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ СХЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ОЗЕРНЫХ БАССЕЙНОВ БЕЛАРУСИ

Н.Д. Грищенко, Б.П. Власов

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь, natabal@yandex.by

На протяжении последнего столетия озера Беларуси подвергаются сильной антропогенной трансформации, которая проявляется в первую очередь в изменении природно-экологического и ресурсного потенциалов, утрата которых на фоне низкой способности озер к самоочищению приносит серьезные экологические и экономические потери, особенно в использовании водных, энергетических, рекреационных и рыбных ресурсов водоемов. Природоохранные мероприятия и реализация комплексной государственной программы управления водными ресурсами не в полной мере позволяют снизить отрицательное воздействие хозяйственной деятельности на водоемы.

В рамках задания ГПНИ «Химические технологии и материалы, природно-ресурсный потенциал» в НИЛ озераведения БГУ разработаны принципиальные схемы технологий восстановления ключевых озерных бассейнов Беларуси (озера Болойсо, Вечера, Кагальное, Лесковичи, Лукомское, Люхово, Лядно, Мено, Новято, Свитязь, Червоное), нарушен-