

Д. Н. Иванцов

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОЩНОСТИ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ РЫБ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПЛОТНОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ МЕСТООБИТАНИЯ И ТИПА ВОДНОГО ОБЪЕКТА

В статье представлен сравнительный анализ мощности доз облучения рыб в зависимости от плотности загрязнения территории местообитания и типа водного объекта, расположенного на территории с высоким уровнем радиоактивного загрязнения. Установлено, что средняя годовая мощность поглощенной дозы от ^{137}Cs и ^{90}Sr придонных и пелагических видов рыб на исследованном участке реки Припять составляет $0,43 \pm 0,18$ мГр, в полупроточном водоеме озере Семеница дозовая нагрузка составила $0,61 \pm 0,24$ мГр, а на Николаевском старике – $0,47 \pm 0,19$ мГр. Уровень годовой суммарной мощности дозы облучения от радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr для исследованной территории не выходит за нижний предел скрининговой величины, и, по видимости, не влияет на увеличение частоты дозовых эффектов.

По прошествии более 30 лет после катастрофы на Чернобыльской АЭС и функционирования зоны отчуждения встает объективный вопрос оценки возможного использования загрязненных территорий, включая водные экосистемы. Данная проблема требует комплексного исследования.

На водосборных территориях Припяти вследствие Чернобыльской катастрофы сформировалась обширная зона радиоактивного загрязнения. Источниками радиоактивного загрязнения реки после аварии на Чернобыльской АЭС были как непосредственные выпадения аэрозолей на водную поверхность, так и поступление радионуклидов с загрязненной поверхности водосборов со стоком воды и талыми водами в весенний период [1].

Радиоактивное загрязнение и миграция источников ионизирующего излучения являются одним из наиболее сложно устранимых экологических факторов, которые оказывают негативное воздействие на биоту территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС.

Представители пресноводной ихтиофауны, обитающие на загрязненных чернобыльскими радионуклидами территориях, подвергаются хроническому как внешнему, так и внутреннему облучению [2].

Объектом исследований являлась пресноводная ихтиофауна, обитающая в водоемах, расположенных на территории Полесского государственного радиоэкологического заповедника.

Исследования проводились в летний период на протяжении 2019 года на пяти участках реки Припять и двух полупроточных водоемах с различными экологическими условиями: озере Семеница и Николаевском старике. Водные объекты, на которых проводились исследования, характеризуются различным гидрологическим режимом и уровнями радиоактивного загрязнения территорий, на которых они расположены.

В качестве орудий лова были использованы сети трехстенные «Нептун», длина 30 м, высота 1,8 м, размер ячеи 30 мм (2 шт.), 40 мм (2 шт.), 50 мм (2 шт.), 65 мм (2 шт.), 70 мм (2 шт.). При проведении лова рыб одновременно устанавливалось от 5 до 10 сетей с разным размером ячеи [3].

Определение видов и анализ биологических показателей рыб проводился общепринятыми в ихтиологических исследованиях методами [4].

За период проведения работ получены результаты мощности поглощенной дозы для 13 видов рыб (возрастом от 2 до 10 лет), относящихся к различным экологическим группам. Среди хищных рыб (облигатных и факультативных ихтиофагов) были проанализированы щука обыкновенная (*Esox lucius* L.) (n = 134), жерех (*Aspius aspius* L.) (n = 45), судак обыкновенный (*Stizostedion lucioperca* L.) (n = 11), окунь обыкновенный (*Perca fluviatilis* L.) (n = 191), сом европейский (*Silurus glanis* L.) (n = 3) и чехонь (*Pelecus cultratus* L.) (n = 10).

Среди «мирных» видов рыб исследовали представителей следующих групп: зоопланктонофаги – синец (*Abramis ballerus* L.) (n = 142); бентофаги – серебряный карась (*Carassius auratus gibelio* Bloch) (n = 27), густера обыкновенная (*Blicca bjoerkna* L.) (n = 148), линь (*Tinca tinca* L.) (n = 55), плотва (*Rutilus rutilus* L.) (n = 294), язь (*Leuciscus idus* L.) (n = 6) и лещ (*Abramis brama* L.) (n = 212).

Плотность загрязнения территории водосбора ^{137}Cs и ^{90}Sr исследуемых водных объектов представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Плотность радиоактивного загрязнения почвы территории водосбора

Водоем	Плотность радиоактивного загрязнения, кБк / м ²	
	^{137}Cs	^{90}Sr
Участок реки Река Припять	348,8 ± 214,1	45,9 ± 18,1
Озеро Семеница	999,2 ± 354,0	69,1 ± 37,0
Николаевский старик	1022,5 ± 484,0	133,8 ± 111,0

Как видно из данных, представленных в таблице 1, наибольшая плотность радиоактивного загрязнения почвы прилегающей территории ^{137}Cs была зарегистрирована для озера Семеница и Николаевского старика, составив 999,2 ± 354,0 кБк / м² и 1022,5 ± 484,0 кБк / м² соответственно. На исследуемых участках реки Припять плотность радиоактивного загрязнения почвы данным радионуклидом в среднем была в три раза меньше, чем водоемов.

По загрязнению почвы ^{90}Sr наблюдается аналогичная картина. Наибольшая плотность радиоактивного загрязнения почвы данным радионуклидом отмечается на Николаевском старике и составляет 133,8 ± 111,0 кБк / м².

Исследуемые участки реки Припять имели плотность радиоактивного загрязнения почвы ^{90}Sr в пределах 30,5–75,9 кБк / м². Высокая плотность загрязнения почвы отмечалась также для участка реки вблизи б.н.п. Белая Сорока и составляла 75,9 ± 55,0 кБк / м².

Суммарный вклад от радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в мощность дозы облучения рыб, обитающих в реке Припять и двух водоемах на территории ПГРЭЗ, представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Суммарный вклад радионуклида в мощность дозы облучения, мГр / сут

Вид	Река Припять		Озеро Семеница		Николаевский старик	
	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr
Густера	7,50E-04	1,81E-05	6,80E-04	9,16E-04	6,85E-04	4,09E-05
Жерех	9,89E-04	5,05E-04	1,59E-03	7,82E-04	1,65E-03	4,38E-04
Карась	6,56E-04	2,65E-05	6,75E-04	6,41E-04	8,77E-04	3,50E-05
Лещ	7,07E-04	2,59E-04	5,13E-04	2,86E-04	7,34E-04	3,36E-05
Линь	9,05E-04	3,05E-05	5,99E-04	6,28E-04	9,80E-04	7,20E-04
Щука	9,60E-04	2,93E-04	7,99E-04	8,43E-04	1,35E-03	2,07E-04
Окунь	1,18E-03	9,03E-04	8,83E-04	1,76E-03	1,35E-03	1,05E-05

Как видно из данных, приведенных в таблице 2, суммарный вклад за год в мощность дозы облучения от внешнего и внутреннего облучения у исследуемых видов рыб, обитающих на участке реки Припять, составляет 0,32 мГр от ^{137}Cs и 0,16 мГр от ^{90}Sr , у видов рыб озера Семенца от радионуклидов ^{137}Cs составил 0,30 мГр, от радионуклидов ^{90}Sr – 0,31 мГр, и у рыб Николаевского Старика – 0,40 мГр от ^{137}Cs и 0,08 мГр от ^{90}Sr .

На рисунке 1 представлены результаты сравнительного анализа мощности доз облучения рыб, обитающей на участке реки Припять и двух водоемах, в зависимости от плотности загрязнения территории местообитания.

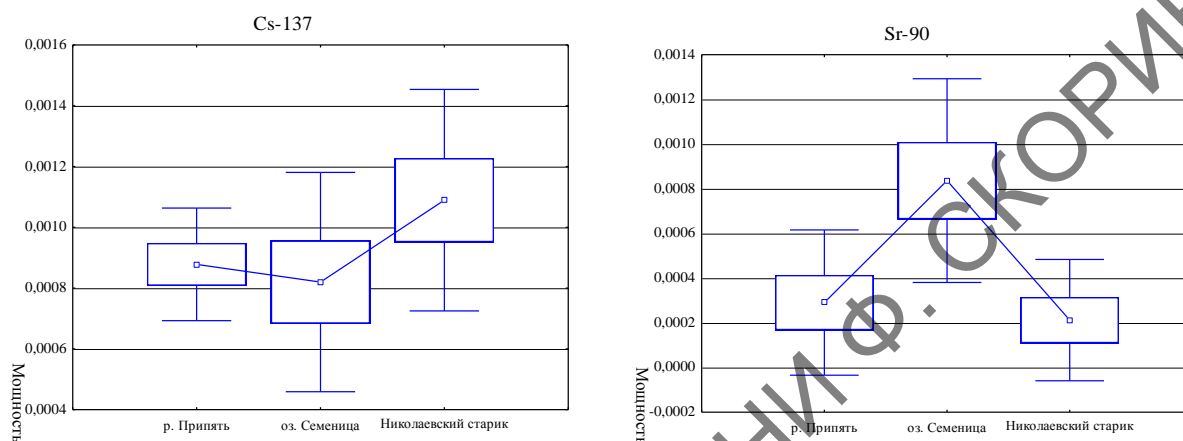


Рисунок 1 – Анализ мощности доз облучения от ^{137}Cs и ^{90}Sr рыб, реки Припять и модельных водоемов, мГр / сут

Сравнительный анализ мощности поглощенной дозы рыбами от радионуклидов ^{137}Cs в зависимости от плотности загрязнения почвы территории местообитания показал отсутствие достоверных различий ($p = 0,267$). Сравнение средних доз облучения от радионуклидов ^{90}Sr исследуемых видов рыб, обитающих в реке Припять и двух водоемах, находящихся в ее пойме с разными уровнями загрязнения территории, на которой они расположены, показал достоверное различие величины дозы, получаемой от ^{90}Sr . Достоверное различие установлено для уровня значимости $p < 0,01$.

Нами была определена суммарная мощность дозы облучения рыб, обитающих в реке Припять и водоемах от ^{137}Cs и ^{90}Sr (таблица 3).

Таблица 3 – Суммарная мощность дозы облучения рыб, обитающих в реке Припять и водоемах от ^{137}Cs и ^{90}Sr , мГр / сут

№	Вид	Река Припять	Озеро Семенца	Николаевский старик
1	Густера	7,68E-04	1,60E-03	7,26E-04
2	Жерех	1,49E-03	2,37E-03	2,08E-03
3	Карась сер.	6,83E-04	1,32E-03	9,12E-04
4	Лещ	9,66E-04	8,00E-04	7,68E-04
5	Линь	9,36E-04	1,23E-03	1,70E-03
6	Щука	1,25E-03	1,64E-03	1,56E-03
7	Окунь	2,09E-03	2,65E-03	1,36E-03

Данные таблицы 3 позволяют провести сравнительный анализ уровня дозовых нагрузок на рыб и влияние характера гидрологического режима водоема. Установлено, что средняя годовая мощность поглощенной дозы придонных и пелагических видов рыб на исследованном участке реки Припять составляет $0,43 \pm 0,18$ мГр, в полупроточном

водоеме озере Семеница дозовая нагрузка составила $0,61 \pm 0,24$ мГр, а на Николаевском старике $0,47 \pm 0,19$ мГр. Между исследованными водными объектами достоверное различие дозовых нагрузок у изучаемых видов рыб отсутствует. Вместе с тем суммарная мощность дозы облучения не выходит за нижний предел скрининговой величины и, по видимости, не влияет на увеличение частоты дозовых эффектов.

Таким образом, средняя годовая мощность поглощенной дозы от ^{137}Cs и ^{90}Sr придонных и пелагических видов рыб на исследованном участке реки Припять составляет $0,43 \pm 0,18$ мГр, в полупроточном водоеме озере Семеница дозовая нагрузка составила $0,61 \pm 0,24$ мГр, а на Николаевском старике – $0,47 \pm 0,19$ мГр.

Уровень годовой суммарной мощности дозы облучения от двух дозообразующих радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr для исследованной территории не выходит за нижний предел скрининговой величины и, по видимости, не влияет на увеличение частоты дозовых эффектов. Дозовые нагрузки в популяциях рыб разных видов, обитающих в загрязненном биогеоценозе, зависят не столько от плотности загрязнения территории местообитания, сколько от видовых особенностей экологии.

Литература

1 Рябов, И. Н. Радиоэкология рыб водоемов в зоне влияния аварии на Чернобыльской АЭС / И. Н. Рябов. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 215 с.

2 Ярмоненко, С. П. Радиобиология человека и животных / С. П. Ярмоненко, А. А. Вайнсон. – Москва : Высшая школа, 2004. – 549 с.

3 Гашев, С. Н. Методика комплексной оценки состояния сообществ и популяций доминирующих млекопитающих, амфибий и рыб / С. Н. Гашев, Н. А. Сазонова, А. Г. Селюков, О. А. Хританько, С. И. Шаповалов – Тюмень : ТюмГУ, 2005. – 94 с.

4 Жуков, П. И. Определитель рыб, обитающих в водоемах республики Беларусь / П. И. Жуков. – Минск : ПЧУП «Бизнесофсет», 2003. – 87 с.

УДК 549.25/.29:549.3

А. В. Камеников

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В МЯГКИХ ТКАНЯХ БРЮХОНОГИХ МОЛЛЮСКОВ

Статья посвящена изучению содержания тяжелых металлов в мягких тканях брюхоногих моллюсков. Брюхоногие моллюски являются достаточно удобным тест-объектом при изучении и анализе загрязнения окружающей среды, в том числе и водной. В статье отображена динамика накопления свинца, никеля, кобальта и хрома мягкими тканями брюхоногих моллюсков, установлены некоторые зависимости и сделаны выводы.

Тяжелые металлы представляют собой одну из приоритетных групп загрязнителей, являющихся факторами деградации окружающей среды.

Живые организмы постоянно присутствуют в окружающей среде и реагируют даже на кратковременные выбросы веществ-загрязнителей, которые не всегда возможно зарегистрировать при периодическом отборе проб для анализа изменений окружающей среды.

Брюхоногие моллюски как удобный инструмент биоиндикации уже долгое время применяются при анализе загрязнения окружающей среды. Основными их характеристиками как идеального тест-объекта являются большая численность и широкая распространенность в различных географических районах, легкость сбора и определения, короткий жизненный