

УДК 504.5:628.4.047:539.16.04(282.247.322)(476.2)

РАДИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКА РЕКИ ПРИПЯТЬ НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛЕССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Иванцов Д.Н.^{1 а}, Гулаков А.В.^{2 б}

¹ ГПНИУ «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник»
247618 Гомельская область, г. Хойники, ул. Терешковой, 7, Республика Беларусь

² УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»
246019, г. Гомель, ул. Советская 104, Республика Беларусь

e-mail: ivantsov@mail.ru^а, gulakov.andr@yandex.by^б

В работе представлены данные о содержании ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в организме наиболее распространенных видов рыб, обитающих на загрязненном радионуклидами участке реки Припять в пределах границ Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. Приведены результаты загрязнения ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr почвы, донных отложений и воды участка реки.

Ключевые слова: ихтиофауна, река Припять, накопление ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, почва, донные отложения, вода, плотность загрязнения

На водосборных территориях Припяти вследствие Чернобыльской катастрофы сформировалась обширная зона радиоактивного загрязнения, что привело к поступлению радионуклидов во многие водоемы, находящиеся на пострадавших территориях [1]. Источниками радиоактивного загрязнения рек после аварии на ЧАЭС 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.

Главная водная артерия, пересекающая территорию Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (ПГРЭЗ) – река Припять. Протяженность в пределах заповедника 72 км, средняя глубина 2 м, средняя ширина 150 м, площадь участка водотока 1504 га [2].

В течение 2019–2020 годов проведены исследования на реке Припять в пределах границ ПГРЭЗ. Участки реки, на которых проводились исследования, характеризуются различными уровнями радиоактивного загрязнения территорий, на которых они расположены [3]. Отлов рыб осуществлялся на пяти станциях, расположенных в районе г. Наровля, н.п. Конотоп, бывших населенных пунктов (б.н.п.) Оревичи, Красноселье и Белая Сорока.

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.) [4].

Исследовано 694 особи рыб 13 видов возрастом от 2 до 12 лет. Хищных рыб: щука обыкновенная (*Esox lucius* L.) (n=67), жерех (*Aspius aspius* L.) (n=26), судак обыкновенный (*Stizostedion lucioperca* L.) (n=8), окунь обыкновенный (*Perca fluviatilis* L.) (n=86), сом европейский (*Silurus glanis* L.) (n=3) и чехонь (*Pelecus cultratus* L.) (n=11). Среди «мирных» видов рыб: зоопланктофаги – синец (*Abramis ballerus* L.) (n=103);

бентофаги – серебряный карась (*Carassius auratus gibelio* Bloch) (n=12), густера обыкновенная (*Blicca bjoerkna* L.) (n=102), линь (*Tinca tinca* L.) (n=22), плотва (*Rutilus rutilus* L.) (n=163), язь (*Leuciscus idus* L.) (n=6) и лещ (*Abramis brama* L.) (n=85). Классификация рыб по преимущественному типу питания приведена по [5].

Для радиологических исследований у рыб отбирались мышцы и кости. Отбор проб воды проводился параллельно с изъятием рыбы по сезонам года.

При исследовании плотности загрязнения территории водосбора проводился отбор смешанных образцов почвы стандартным пробоотборником диаметром 4 см на глубину 20 см. Донные отложения отбирались с помощью трубчатого штангового дночерпателя диаметром 8 см на глубину 20 см [6].

Определение удельной активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в пробах проводили гамма-спектрометрическим и радиохимическим методами, в лаборатории спектрометрии и радиохимии ПГРЭЗ с использованием гамма-бета спектрометра МКС-АТ1315 и гамма-спектрометра «Canberra». Относительная погрешность измерения удельной активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в образцах не превышала 30 %.

Основными средами для аккумуляции ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs в пресноводных экосистемах служит вода, донные отложения и почвы водосборных территорий.

Плотность загрязнения ¹³⁷Cs прилегающей территории участка реки Припять на территории ПГРЭЗ находилась в пределах от 184,6 кБк/м² до 709,4 кБк/м², ⁹⁰Sr – 18,3 кБк/м² – 75,9 кБк/м² (табл. 1).

Участки реки Припять в пределах заповедника имели плотность радиоактивного загрязнения ¹³⁷Cs донных отложений в пределах от 5,9 кБк/м² в районе населенного пункта Конотоп, до 12,3 кБк/м² в районе б.н.п. Белая сорока. Плотность загрязнения ⁹⁰Sr донных отложений находилась в пределах от 12,0 кБк/м² до 34,8 кБк/м² (табл. 2).

Таблица 1. Плотность радиоактивного загрязнения почвы прилегающих территорий, участка реки Припять на территории ПГРЭЗ, кБк/м²

Водоток	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
Река Припять (в районе города Наровля)	216,1±146,9	18,3±17,6
Река Припять (в районе н.п. Конотоп)	184,6±179,0	30,5±25,0
Река Припять (в районе б.н.п. Оревичи)	355,5±299,0	32,9±17,0
Река Припять (в районе б.н.п. Красноселье)	196,7±173,0	46,5±28,0
Река Припять (в районе б.н.п. Белая сорока)	709,4±488,0	75,9±55,0

Таблица 2. Плотность радиоактивного загрязнения донных отложений участка реки Припять на территории ПГРЭЗ, кБк/м²

Водоток	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
Река Припять (в районе н.п. Конотоп)	5,9±4,3	12,0±11,1
Река Припять (в районе б.н.п. Оревичи)	9,8±5,9	25,2±15,7
Река Припять (в районе б.н.п. Белая сорока)	12,3±8,5	34,8±19,1

Плотность загрязнения донных отложений ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr участка реки Припять на территории ПГРЭЗ уменьшается по мере удаления от источника выброса. Прилегающая территория в большей степени загрязнена ¹³⁷Cs. В донных отложениях отмечаются более высокие уровни содержания ⁹⁰Sr.

Содержание ¹³⁷Cs в воде участка реки Припять находилось в пределах от 0,10 до 0,71 Бк/л, ⁹⁰Sr – 0,10 Бк/л – 0,39 Бк/л. Средние уровни объемной активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в воде реки Припять составили (0,28±0,19) Бк/л и (0,18±0,16) Бк/л соответственно.

Максимальные уровни удельной активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в воде отмечаются в весенний период, когда на загрязненность компонентов водоемов существенное влияние оказывает поверхностный сток, интенсивно происходящий во время снеготаяния.

К факторам, определяющим количественное содержание ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs в гидробионтах, относят: уровень и состав радионуклидного загрязнения водных объектов и их водосборных территорий, гидрологический и гидрохимический режимы водоемов, а также физиологические особенности накопления радионуклида в организме гидробионтов [7].

Удельная активность ¹³⁷Cs в мышечной ткани наиболее распространенных промысловых видов

рыб, выловленных на участке реки Припять, регистрировалась в пределах 10–1199 Бк/кг (табл. 3).

Наименьшая удельная активность ¹³⁷Cs отмечалась у «мирных» видов рыб, обитающих в реке Припять: карась, линь, синец, лещ, густера и составляла 32–74 Бк/кг. Среди исследованных «мирных» видов лидирующее положение по уровням накопления ¹³⁷Cs занимала плотва (114±103) Бк/кг. Сравнительно низкие уровни средней удельной активности ¹³⁷Cs отмечаются у синца, леща и густеры.

Высокие значения содержания ¹³⁷Cs отмечались у хищников: окуня, щуки, судака, жереха и чехони и составляли 108–151 Бк/кг. Наибольшие средние уровни удельной активности ¹³⁷Cs в мышечной ткани исследованных видов рыб отмечены для окуня. Высокая удельная активность ¹³⁷Cs регистрировалась в жерехе и щуке. Щука и окунь являются одними из наиболее распространенных хищных видов на территории ПГРЭЗ.

Зарегистрировано более низкое содержание ⁹⁰Sr в мышечной ткани рыб по сравнению с ¹³⁷Cs. Наибольшая удельная активность ⁹⁰Sr в большинстве случаев наблюдается в мышцах «мирных» рыб, колебалась в пределах 0,5–18,0 Бк/кг.

Таблица 3. Удельная активность ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в рыбах, выловленных на участке реки Припять, Бк/кг

Вид	Мышечная ткань				Костная ткань	
	¹³⁷ Cs		⁹⁰ Sr		⁹⁰ Sr	
	$\bar{x} \pm \sigma$	Min-max	$\bar{x} \pm \sigma$	Min-max	$\bar{x} \pm \sigma$	Min-max
Карась сер.	32±25	13–95	1,5±0,7	0,6–2,1	55±42	11–80
Линь	74±39	25–181	2,3±1,9	1,0–3,6	191±139	55–468
Густера	40±28	11–157	1,0±0,3	0,4–1,2	99±36	30–129
Лещ	40±38	11–321	3,4±3,2	0,7–10	75±44	17–121
Окунь	151±122	16–699	1,0±0,7	0,5–2,5	73±42	30–124
Плотва	114±103	14–1199	6,0±5,0	1,0–18,0	102±33	78–151
Синец	54±35	10–192	1,0±0,7	0,5–1,5	113±27	100–124
Щука	136±113	35–631	2,4±1,5	0,8–5,2	61±35	6–103
Жерех	146±105	28–384	1,7±1,1	0,9–2,4	89±63	20–207
Судак	108±101	26–292	1,0±0,7	0,5–1,5	–	–
Сом	114±63	72–186	–	–	111±49	55–144
Чехонь	122±64	48–220	0,6±0,4	0,5–1,2	–	–
Язь	39±13	23–59	–	–	53±35	23–59

У хищных видов удельная активность ^{90}Sr в мышцах находилась в пределах от 1,0 Бк/кг до 5,2 Бк/кг. Наибольшая средняя удельная активность ^{90}Sr наблюдалась в мышечной ткани плотвы – $(6,0 \pm 5,0)$ Бк/кг, находясь в пределах от 1,0 Бк/кг до 18,0 Бк/кг. Все остальные исследованные виды рыб, накапливали в мышцах радиоактивный ^{90}Sr в среднем в 2–4 раза меньше.

^{90}Sr накапливался в основном в костной ткани исследуемых рыб в пределах 11–468 Бк/кг. Более высокие уровни накопления ^{90}Sr в костной ткани установлены для «мирных» видов рыб по отношению к хищным.

Таким образом плотность загрязнения донных отложений ^{137}Cs и ^{90}Sr участка реки Припять на территории ПГРЭЗ в среднем на один порядок ниже, чем почв территории водосборов и уменьшается по мере удаления от источника выброса (Чернобыльской АЭС). Прилегающая территория к участку реки Припять в большей степени загрязнена ^{137}Cs . В донных отложениях реки отмечаются более высокие уровни содержания ^{90}Sr .

Удельная активность ^{137}Cs в мышечной ткани «мирных» видов рыб находилась в пределах 10–1199 Бк/кг, у хищных видов – 16–699 Бк/кг. Наибольшая удельная активность ^{90}Sr в большинстве случаев наблюдалась в мышцах «мирных» рыб.

На участке реки Припять по мере уменьшения содержания в мышечной ткани ^{137}Cs рыб можно разместить в следующей последовательности: окунь > жерех > щука > чехонь > сом > плотва > судак > линь > синец > лещ > густера > язь > карась. По мере уменьшения содержания в мышечной ткани ^{90}Sr рыб можно разместить в последовательности: плотва > лещ > щука > линь > жерех > карась > синец > густера > судак > окунь > чехонь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузьменко М.И., Гудков Д.И., Киреев С.И. Техногенні радіонукліди у прісноводних екосистемах. К.: Наукова думка, 2010. 263 с.
2. Проект организации и ведения лесного хозяйства Полесского государственного радиационно-экологического заповедника на 2013–2022 гг.
3. Атлас современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси (АСПА Россия–Беларусь) / под ред. Ю.А. Израэля, И.М. Богдевича. Москва: Фонд «Инфосфера» – НИА-Природа; Минск: Белкартография, 2009. 140 с: ил., карт.
4. Гашев С.Н., Сазонова Н.А., Селюков А.Г. и др. Методика комплексной оценки состояния сообществ и популяций доминирующих млекопитающих, амфибий и рыб. Тюмень: ТюмГУ, 2005. 94 с.
5. Жуков П.И. Справочник по экологии пресноводных. Мн.: Наука и техника, 1988. 310 с.
6. Технический кодекс установившейся практики «Порядок отбора и подготовки проб донных отложений для определения содержания гамма-излучающих радионуклидов и стронция-90» ТКП 17.13-23-2018 (33140) утвержден и введен в действие постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 12.09.2018 № 3-Т
7. Рябов И.Н. Радиоэкология рыб водоемов в зоне влияния аварии на Чернобыльской АЭС. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. 215 с.

RADIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF A SECTION OF THE PRIPYAT RIVER IN THE TERRITORY OF THE POLESYE STATE RADIATION-ECOLOGICAL RESERVE

Ivantsou D.N.¹, Gulakov A.V.²

¹ Polesye State Radiation-Ecological Reserve
247618 Tereshkova str. 7, Khoiniki, Gomel region, Republic of Belarus

² Francisk Skorina Gomel State University
246019 Sovetskaya Str. 104., Gomel, Republic of Belarus

The paper presents data on the content of ^{137}Cs and ^{90}Sr in the body of the most common fish species inhabiting the area of the Pripjat River contaminated with radionuclides within the boundaries of the Polesye State Radiation-Ecological Reserve. The results on ^{137}Cs and ^{90}Sr contamination of soil, bottom sediments and water of the river section are presented.

Keywords: ichthyofauna, Pripjat River, accumulation of ^{137}Cs , ^{90}Sr , soil, bottom sediments, water, pollution density