

УДК 614.876:637.56+574.5

**ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ РАДИОНУКЛИДАМИ ТКАНЕЙ РЫБЫ  
ИЗ ВОДОЕМОВ БЕЛОРУССКОГО СЕКТОРА ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧАЭС  
И ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК ОТ ЕЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ****Р. А. Ненашев<sup>1</sup>, М. А. Шабалева<sup>2</sup>, С. А. Калиниченко<sup>1</sup>,  
В. В. Головешкин<sup>1</sup>, Ю. Д. Марченко<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Учреждение**«Полесский государственный радиационно-экологический заповедник»****г. Хойники, Гомельская область, Республика Беларусь**<sup>2</sup>Учреждение образования**«Гомельский государственный медицинский университет»****г. Гомель, Республика Беларусь**

**Цель:** исследовать накопление  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в тканях разных видов рыб из различных типов водоемов белорусского сектора зоны отчуждения ЧАЭС и провести оценку потенциальных дозовых нагрузок на население при потреблении рыбы из загрязненных водоемов.

**Материалы и методы:** Объектами исследований были 11 видов типичных представителей ихтиофауны Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (ПГРЭЗ). Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  измерялась методом гамма-спектрометрии,  $^{90}\text{Sr}$  — инструментальным или радиохимическим методом.

**Результаты.** Исследовано накопление  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  тканями рыбы в водоемах ПГРЭЗ в зависимости от их типа. Установлены достоверные отличия между аккумуляцией  $^{137}\text{Cs}$  хищными и рыбами с другим типом питания. Выявлено, что удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в мышечной ткани рыбы в 1,4–1,6 раза превышает накопление радионуклида в костной и жировой ткани. Для  $^{90}\text{Sr}$  характерна наибольшая аккумуляция в костной ткани, где его удельная активность до 16 раз выше по сравнению с мышечной тканью. Оценка возможной дозы внутреннего облучения от употребления рыбы из загрязненных водоемов показала, что она составит от 0,01 до 0,07 мЗв/год и до 2 мЗв/год — из непроточных водоемов.

**Заключение:** Проведенные исследования подтвердили необходимость жесткого радиационного контроля пресноводной рыбы в районах, пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС.

**Ключевые слова:** доза, радионуклиды,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ , рыбы, пресноводные водоемы, внутреннее облучение.

**Objective:** to investigate the accumulation of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  in the tissues of various species of fish from different types of the water bodies within the Belarusian sector of the Chernobyl NPP Zone of Alienation and to assess the potential dose loads on the population consuming the fish from the contaminated water bodies.

**Material and methods:** 11 species of the typical representatives of the ichthyofauna of the Polesye State Radiation-Ecological Reserve (PSRER) were the objects of the research. The specific activity of  $^{137}\text{Cs}$  was measured by the method of gamma-ray spectrometry,  $^{90}\text{Sr}$  — by the instrumental or radiochemical method.

**Results:** The accumulation of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  in the tissues of the fish in the water bodies of the PSRER depending on their type has been studied. The study has found reliable differences between the accumulation of  $^{137}\text{Cs}$  by predatory fish and fish with other types of nutrition. It has been revealed that the specific activity of  $^{137}\text{Cs}$  in the muscle tissue of the fish is 1.4–1.6 times higher than the accumulation of the radionuclide in their bone and adipose tissues.  $^{90}\text{Sr}$  is characterized by its highest accumulation in the bone tissue, where its specific activity was as up to 16 times as high as that of the muscle tissue. The assessment of the possible dose of internal irradiation following the consumption of the fish from the polluted water bodies has showed that it will be from 0.01 to 0.07 mSv/year and up to 2 mSv/year from stagnant water bodies.

**Conclusion:** The studies have confirmed the necessity of strict radiation control of freshwater fish in the areas affected by the Chernobyl NPP Accident.

**Key words:** dose, radionuclides,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ , fish, freshwater bodies, internal exposure.

**R. A. Nenashev, M. A. Shabaleva, S. A. Kalinichenko, V. V. Goloveshkin, Yu. D. Marchenko**

**The Assessment of Radionuclide Contamination of the Tissues of Fish from the Water Bodies of the Belarusian Sector of the Chernobyl Nuclear Power Plant Zone of Alienation and Potential Dose Loads Associated with its Consumption**

**Problemy Zdorov'ya i Ekologii. 2019 Jul-Sep; Vol 61 (3): 92-97**

**Введение**

С точки зрения мониторинга радиоактивного загрязнения водных объектов наиболее важными являются данные по содержанию радионуклидов в организме промысловых видов рыб, входящих в рацион питания человека. В результате Чернобыльской аварии в 1986 г. значи-

тельная часть радиоактивных осадков выпала на водосборную территорию реки Припять. 70 км русла реки пролегает по территории белорусского сектора зоны отчуждения ЧАЭС с высокой плотностью радиоактивного загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  (200–4000 кБк/м<sup>2</sup> и 5,5–400 кБк/м<sup>2</sup> соответственно). Исследования накопления радио-

нуклидов в мышечной ткани рыб, обитающих в водоемах украинского и белорусского секторов зоны отчуждения ЧАЭС [1, 2], показали, что наиболее проблемными являются закрытые и полужакрытые водоемы остаточного типа (затоны, старицы), которые периодически соединяются с рекой. При этом возможна миграция рыб с высокими уровнями накопления радионуклидов в более чистые участки верховья р. Припять и даже за пределы зоны отчуждения. В соответствии с этим есть риск, что содержание  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в рыбе, выловленной даже в относительно чистых водоемах бассейна р. Припять за пределами зоны отчуждения, потенциально может превышать нормативные уровни. Поскольку рыба является важным и ценным продуктом питания человека, то для отдельных категорий населения, например, рыбаков, ее доля в рационе питания может быть очень существенной, при этом могут оказаться существенными дозовые нагрузки на организм, связанные с ее употреблением.

#### Цель исследования

Оценить риск радиоактивного загрязнения тканей различных видов рыб в водоемах, примыкающих к границе зоны отчуждения ЧАЭС, где разрешен лов рыбы, в зависимости от типа

водоема и потенциальные дозовые нагрузки на население в результате употребления рыбы из загрязненных водоемов.

#### Материал и методы

Накопление  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  изучалось в течение периода 2013–2018 гг. у особей 11 видов типичных представителей ихтиофауны Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (ПГРЭЗ): щуки (*Esox Lucius L.*), окуня (*Perca fluviatilis L.*), красноперки (*Scardinius erythrophthalmus L.*), карася (*Carassius carassius L.*), линя (*Tinca tinca L.*), леща (*Abramis brama L.*), плотвы (*Rutilus rutilus L.*), язя (*Leuciscus idus L.*), судака (*Sander lucioperca L.*), чехони (*Pelecus cultratus L.*), жереха (*Aspiolucius esocinus K.*). Лов рыбы проводился в водоемах Хойникского участка ПГРЭЗ, типичных для ландшафтов Полесского государственного радиационно-экологического заповедника: в русле реки Припять в районе б.н.п. Масаны, в озерах старичного комплекса (озеро Персток, Масановский старик), в каналах бывшей мелиоративной сети (Борщевское затопление). В таблице 1 приведены данные о радиоактивном загрязнении территории водосбора.

Таблица 1 — Радиоактивное загрязнение территории водосбора и воды

Водоем	Плотность радиоактивного загрязнения почвы водосбора, кБк/м <sup>2</sup>		Концентрация в воде, Бк/л	
	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$
Оз. Персток	2281 ± 439	564 ± 121	7,8 ± 0,8	17,4 ± 1,4
Борщевское затопление	2937 ± 208	581 ± 86	2,9 ± 0,5	8,7 ± 2,2
Масановский старик, русло р. Припять	2097 ± 334	968 ± 233	0,1–0,5	0,4–1,1

После пробоподготовки в пробах измерялась удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  методом гамма-спектрометрии,  $^{90}\text{Sr}$  — инструментальным или радиохимическим методом. Результаты измерений содержания радионуклидов в мышечной и костной ткани рыб приведены для сырой массы проб.

Расчет дозы внутреннего облучения за счет употребления речной рыбы населением осуществлялся по формуле (1):

$$H_{int} = C \cdot D_{int} \cdot e \quad (1),$$

где:  $C$  — удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  (Бк/кг),  
 $D_{int}$  — пересчетный коэффициент для потребления продукции взрослым населением ( $1,3 \times 10^{-5}$  мЗв/Бк для  $^{137}\text{Cs}$  и  $8,0 \times 10^{-5}$  мЗв/Бк для  $^{90}\text{Sr}$ ) [3],

$e$  — расчетный объем ежегодного употребления рыбы населением на основании статистических данных Продовольственной и сельскохозяйственной организации [4].

Согласно этим данным, годовое потребление пресноводной рыбы в 2013 году составляет в Беларуси 3,68 кг/год. Также рассматривалась критическая группа населения — рыбаки, у которых потребление рыбы достигает 36,5 кг/год [5].

Мерой риска отдаленных последствий облучения человека в диапазоне малых доз является эффективная доза. В соответствии с линейной беспороговой гипотезой для оценки риска для здоровья используется номинальный коэффициент ущерба, величина которого в НРБ99/2009 принята равной  $0,057 \text{ Зв}^{-1}$ . Умножая дозовые коэффициенты на величину номинального коэффициента ущерба, получим оценку риска отдаленных последствий на 1 Бк поступления радионуклида в организм:  $7,4 \times 10^{-10}$  для  $^{137}\text{Cs}$  и  $4,6 \times 10^{-9}$  для  $^{90}\text{Sr}$  [6].

В соответствии с представленной схемой оценку риска за счет потребления рыбы с повышенным уровнем радиоактивного загрязнения можно произвести с помощью следующего выражения:

$$R = m \times (A^{137}\text{Cs} \times r^{137}\text{Cs} + A^{90}\text{Sr} \times r^{90}\text{Sr}) \quad (2),$$

где:  $m$  — масса годового потребления рыбы, кг;

$A^{137}\text{Cs}$  и  $A^{90}\text{Sr}$  — удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  соответственно, Бк/кг;

$r^{137}\text{Cs}$  и  $r^{90}\text{Sr}$  — коэффициенты риска на 1 Бк поступления для  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  соответственно, Бк<sup>-1</sup>.

В ходе анализа данных установлено, что распределение согласно критерию Шапиро-Уилка достоверно отличается от нормального ( $p < 0,01$ ), поэтому обработка результатов велась с использованием методов непараметрической статистики с помощью программы «Statistica», 10,0.

### Результаты и обсуждение

В результате проведенных исследований получены данные относительно содержания радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в тканях рыбы из

обследованных водоемов (таблица 2). Наибольшими уровнями накопления  $^{137}\text{Cs}$  в мышцах отличаются рыбы в замкнутом озере Персток, где зарегистрированы абсолютные максимумы содержания  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в мышцах рыб (6–7 кБк/кг у окуня и щуки). Все без исключения пробы мышечной ткани рыбы из этого водоема не соответствуют нормативным требованиям РДУ-99 (не более 370 Бк/кг). Самые низкие показатели загрязненности отмечены в мышечной ткани рыбы в р. Припять (0,04–0,07 кБк/кг у леща, язя и плотвы). Эта закономерность может быть обусловлена, прежде всего, водным режимом обследованных водоемов, так как с увеличением степени проточности количество радионуклида закономерно снижается во всех звеньях трофической цепи рыб [1, 2].

Таблица 2 — Содержание  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в мышечной ткани различных видов рыб в водоемах Полесского государственного радиационно-экологического заповедника, кБк/кг (н.м.а. — ниже минимально детектируемой активности)

Вид	$^{137}\text{Cs}$				$^{90}\text{Sr}$			
	N	Медиана	25 %	75 %	N	Медиана	25 %	75 %
р. Припять								
Плотва	2	0,07	0,05	0,10	н.м.а.	н.м.а.	н.м.а.	н.м.а.
Щука	4	0,23	0,18	0,27	н.м.а.	н.м.а.	н.м.а.	н.м.а.
Карась	1	0,11	—	—	н.м.а.	н.м.а.	н.м.а.	н.м.а.
Линь	1	0,08	0,08	0,08	н.м.а.	н.м.а.	н.м.а.	н.м.а.
Окунь	5	0,13	0,08	0,16	н.м.а.	н.м.а.	н.м.а.	н.м.а.
Язь	2	0,07	0,06	0,07	н.м.а.	н.м.а.	н.м.а.	н.м.а.
Чехонь	1	0,26	—	—	н.м.а.	н.м.а.	н.м.а.	н.м.а.
Лещ	1	0,04	—	—	н.м.а.	н.м.а.	н.м.а.	н.м.а.
оз. Персток								
Плотва	18	2,98	2,85	3,52	17	0,186	0,155	0,296
Щука	30	5,65	4,97	9,10	27	0,216	0,100	0,320
Карась	17	4,11	3,98	4,48	12	0,077	0,061	0,091
Линь	19	2,77	2,31	3,11	16	0,02	0,020	0,118
Окунь	5	7,47	7,06	9,39	4	0,147	0,100	0,193
Красноперка	3	2,80	2,70	3,36	3	0,188	0,135	0,195
Борщевское затопление								
Карась	9	1,00	0,80	1,40	3	0,1	0,100	0,113
Масановский старик								
Щука	1	0,33	—	—	н.м.а.	н.м.а.	н.м.а.	н.м.а.
Окунь	5	0,33	0,18	0,42	н.м.а.	н.м.а.	н.м.а.	н.м.а.
Чехонь	2	0,22	0,21	0,24	н.м.а.	н.м.а.	н.м.а.	н.м.а.
Судак	1	0,40	—	—	1	0,020	—	—
Жерех	5	0,19	0,16	0,31	1	0,061	—	—

Межвидовые различия рыб (на примере оз. Персток) по способности накапливать  $^{137}\text{Cs}$  в мышечной ткани проявляются в следующем ряду: линь < красноперка < плотва < карась < щука < окунь. В группу рыб с низкой степенью накопления входят зообентофаг линь, перифитофаг красноперка, перифито-зообентофаг плотва, а также бентофаг карась. Наиболее высоким уровнем содержания

$^{137}\text{Cs}$  в мышцах обладают хищные виды рыб: окунь и щука, удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  у них достоверно (в 1,7 раза) выше по сравнению с другими видами ( $p < 0,01$ ). В то же время для  $^{90}\text{Sr}$  столь однозначной закономерности выявлено не было. Здесь ряд накопления в порядке возрастания выглядит следующим образом: линь < карась < окунь < плотва < красноперка < щука.

Анализ характера распределения  $^{137}\text{Cs}$  в различных тканях рыбы (рисунок 1) показал максимальное накопление радионуклида в мышечной ткани у всех обследованных видов, за исключением карася. В частности, удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в мышечной ткани достоверно ( $p < 0,01$  и  $p < 0,05$ ) превышает его содержание в костной ткани и

икре (в 1,6 и 1,4 раза соответственно). Концентрирование  $^{137}\text{Cs}$  в мышечных тканях подтверждает, что потребление загрязненной рыбы может быть важным путем воздействия радиации на человека [6].

У всех изученных видов костная ткань в целом характеризуется наименьшим уровнем накопления  $^{137}\text{Cs}$ .

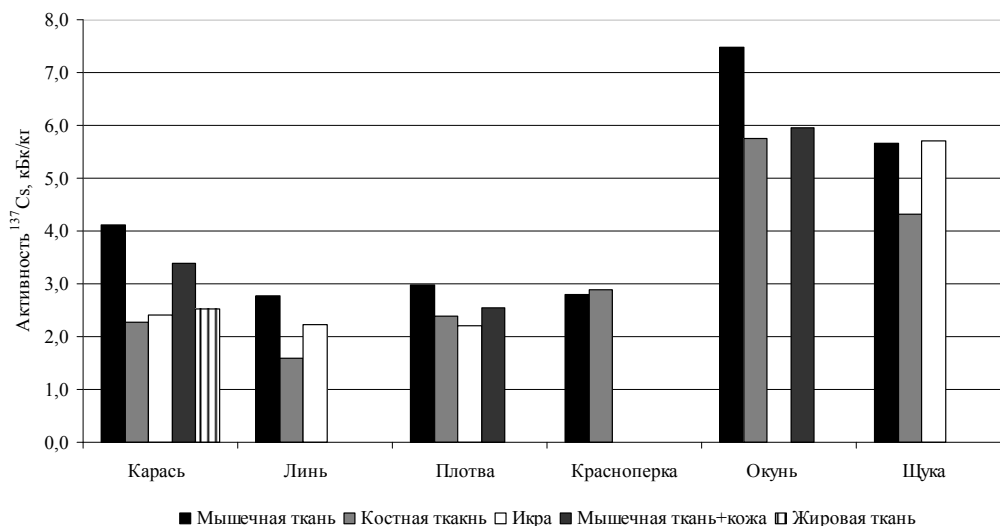


Рисунок 1 — Сравнительный анализ удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в различных тканях рыбы на примере оз. Персток

Аккумуляция  $^{90}\text{Sr}$ , наоборот, происходит главным образом в скелете и костно-хрящевой ткани (рисунок 2), причем наблюдаются очень существенные отличия от показателей других тканей. Так, удельная активность  $^{90}\text{Sr}$  в костях почти в 16 раз (достоверно при  $p < 0,001$ ) превышает загрязнение мышечной ткани.

Интересно, что в отличие от мышечной ткани в костной и плавниках имеется тенденция к более интенсивному накоплению  $^{90}\text{Sr}$  у «мирных» видов рыб по сравнению с хищными. Так, в скелете карася, линя, плотвы, красноперки в среднем содержится  $^{90}\text{Sr}$  в 1,7 раз больше, чем у окуня и щуки.

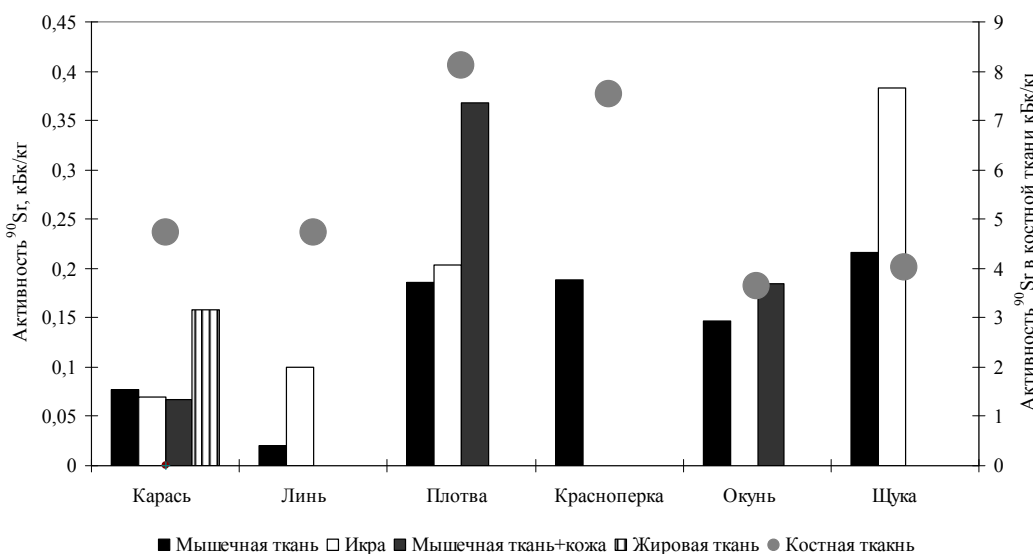


Рисунок 2 — Сравнительный анализ удельной активности  $^{90}\text{Sr}$  в различных тканях рыбы на примере оз. Персток

Изучение соотношения  $^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr}$  в различных тканях рыбы показало, что удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в большинстве тканей значительно выше, чем  $^{90}\text{Sr}$ . Наибольшие различия (в 54–138 раз) определены для мышечной ткани, наименьшие (в 7–11 раз) — для кожи и икры. Исключение составляет костная ткань, в которой содержание  $^{137}\text{Cs}$  либо весьма незначительно превышало активность  $^{90}\text{Sr}$  (в 1,1–1,6 раза у хищных рыб), либо в 2,1–3,4 раза было ниже. Среди изученных видов рыб самые существенные различия в накоплении обоих радионуклидов тканями определены для карася и линя.

Хотя в настоящее время любительский лов рыбы на водоемах в зоне отчуждения ЧАЭС запрещен, представляет определенный интерес изучение потенциальной дозы внутреннего облучения населения за счет ее возможного употребления. Это важно в связи с периодически пресекаемыми случаями браконьерства на водных объектах заповедника, а также дает возможность оценить максимальный отрицательный эффект и риски от использования продукции при проживании на загрязненных радионуклидами территориях. Полученные результаты для взрослого населения приведены в таблице 3.

Таблица 3 — Расчетные значения потенциальной среднегодовой дозы облучения населения и риски от потребления рыбы

Место отбора	Среднегодовая доза облучения населения ( $\times 10^{-2}$ , мЗв/год)						Суммарные риски для населения	
	$^{137}\text{Cs}$		$^{90}\text{Sr}$		Сумма			
	население	рыбаки	население	рыбаки	население	рыбаки	население	рыбаки
Р. Припять в районе б.н.п. Масаны	0,51	5,08	—	—	0,51	5,08	$2,92 \times 10^{-7}$	$2,89 \times 10^{-6}$
Оз. Персток	19,72	195,6	4,53	7,31	24,26	202,9	$1,38 \times 10^{-5}$	$1,37 \times 10^{-4}$
Борщевское затопление	4,76	47,26	2,94	4,75	7,71	52,01	$4,39 \times 10^{-6}$	$4,36 \times 10^{-5}$
Масановский старик	1,32	13,05	1,19	1,92	2,51	14,97	$1,43 \times 10^{-6}$	$1,42 \times 10^{-5}$

Как видно из данных таблицы 3, возможные дозы внутреннего облучения населения от употребления рыбы из большинства водоемов варьируют от 0,01 до 0,07 мЗв/год. Однако в случае потребления рыбы из оз. Персток потенциальная доза достигнет 0,2 мЗв/год, а если рассматривать критическую группу (рыбаков), то 2 мЗв/год, что доказывает особую опасность лова рыбы в закрытых непроточных водоемах.

В соответствии с градацией уровней риска, предложенной Всемирной организацией здравоохранения в 2000 г., уровень пренебрежимого риска составляет  $10^{-6}$  [7], и он оказался превышенным для всех обследованных водоемов. Однако в большинстве случаев он является низким и допустимым ( $10^{-4}$ – $10^{-6}$ ) и только в оз. Персток для критической группы населения при употреблении рыбы возможны средние уровни риска ( $10^{-3}$ – $10^{-4}$ ). Данные результаты подтверждают абсолютную обоснованность запрета на отлов рыбы на радиоактивно загрязненных территориях и необходимость жесткого радиационного контроля пресноводной рыбы, выловленной в водоемах районов, пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС.

#### Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что максимальным уровнем загрязнения отличается рыба в непроточных за-

мкнутых водоемах (оз. Персток) — до 7 кБк/кг, наименьшая удельная активность отмечена в реке Припять — 0,04 кБк/кг. Хищные рыбы характеризуются достоверно более высоким уровнем накопления  $^{137}\text{Cs}$  (удельная активность различается в 1,7 раза,  $p < 0,01$ ) по сравнению с «мирными». Для  $^{90}\text{Sr}$  однозначных зависимостей не определено.

Максимальным уровнем накопления  $^{137}\text{Cs}$  характеризуется мышечная ткань, ее удельная активность превышает показатели костной и жировой ткани в 1,6 и 1,4 раза соответственно.  $^{90}\text{Sr}$  в наибольшей степени накапливается в костной ткани, его удельная активность превышает показатели мышц в 16 раз. Соотношение  $^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr}$  было максимальным (до 138 раз) в мышечной ткани карася и линя.

Рассчитанные потенциальные дозы от употребления рыбы из загрязненных водоемов варьируют в пределах 0,01–0,2 мЗв/год, а для критической группы (рыбаков) могут достигать 2 мЗв/год при употреблении рыбы из замкнутых водоемов. Оценка рисков показала пренебрежимые, низкие и допустимые уровни, для критической группы они могут быть средними.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Хомутигин ЮВ, Кашпаров ВА, Кузьменко АВ. Зависимость коэффициентов накопления  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  рыбой от содержания калия и кальция в воде пресноводного водоема. *Радиационная Биология. Радиоэкология*. 2011;51(3):374–84.

2. Ненашев Р.А., Калиниченко С.А., Чуудинов А.Н., Гулаков А.В. Накопление  $^{137}\text{Cs}$  иттиофауной различных водоемов Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. В кн: Экосистемы и радиация: аспекты существования и развития. Минск, Беларусь: РНИУП "Институт радиологии"; 2013. с. 93-104.

3. Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation. *ICRP Publication 74. Ann. ICRP*. 1996;(3-4):220.

4. FAOSTAT. Food and agriculture organization of the United Nations. [Electronic resource]. 2013. [дата обращения: 2019 Май 30]. Available from: <http://faostat.fao.org/de-fault.aspx?alias=faostatclassic>.

5. Каткова М.Н. Дозы и риски от водопользования, получаемые населением юго-западных районов Брянской области. *Радиация и Риск*. 2008;17(1):23-33.

6. Arai T. Radioactive cesium accumulation in freshwater fishes after the Fukushima nuclear accident. *Springerplus*. 2014;(3):479. doi: <https://dx.doi.org/10.1186/2193-1801-3-479>.

7. Онищенко Г.Т., Репин В.С., Романович И.К. Оценка радиационных рисков вследствие потребления дальневосточной промысловой рыбы после аварии на АЭС «Фукусима-1». *Радиационная гигиена*. 2015;8(1):5-15.

#### REFERENCES

1. Homutinina YUV, Kashparov VA, Kuz'menko AV. Zavisimost' koeffitsientov nakopleniya  $^{137}\text{Cs}$  i  $^{90}\text{Sr}$  ryboj ot sodержaniya kaliya i kal'ciya v vode pre-snovodnogo vodoema. *Radiac Biologiya. Radioekologiya*. 2011;51(3):374-84. (in Russ.).

2. Nenashev RA, Kalinichenko SA, CHudinov AN, Gulakov AV. Nakoplenie  $^{137}\text{Cs}$  iттиофауной различных водоемов Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. В кн: Экосистемы и радиация: аспекты существования и развития. Минск, Беларусь: РНИУП "Институт радиологии"; 2013. p. 93-104. (in Russ.).

3. Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation. *ICRP Publication 74. Ann. ICRP*. 1996;(3-4):220.

4. FAOSTAT. Food and agriculture organization of the United Nations. [Electronic resource]. 2013. [data obrashcheniya: 2019 Maj 30]. Available from: <http://faostat.fao.org/de-fault.aspx?alias=faostatclassic>.

5. Katkova MN. Dozy i riski ot vodopol'zovaniya, poluchаемые населением юго-западных районов Брянской области. *Радиация и Риск*. 2008;17(1):23-33. (in Russ.).

6. Arai T. Radioactive cesium accumulation in freshwater fishes after the Fukushima nuclear accident. *Springerplus*. 2014;(3):479. doi: <https://dx.doi.org/10.1186/2193-1801-3-479>.

7. Onishchenko GG, Repin VS, Romanovich IK. Ocenka radiacionnyh riskov vsledstvie potrebleniya dal'nevostochnoj promyslovoj ryby posle avarii na AES «Fukusima-1». *Radiac Gigiena*. 2015;8(1):5-15. (in Russ.).

#### Адрес для корреспонденции

247618, Республика Беларусь, Гомельская область, г. Хойники, ул. Терешковой, 7, ГПНИУ «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник», отдел радиационно-экологического мониторинга, Тел. моб.: +375 29 3314809, e-mail: [rm@tut.by](mailto:rm@tut.by) Ненашев Роман Алексеевич.

#### Сведения об авторах

Ненашев Р.А., с.н.с. отдела радиационно-экологического мониторинга ГПНИУ «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник».

Шабалева М.А., к.б.н., доцент кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии УО «Гомельский государственный медицинский университет».

Калиниченко С.А., к.б.н., в.н.с. отдела радиационно-экологического мониторинга ГПНИУ «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник».

Головешкин В.В., н. с. отдела радиационно-экологического мониторинга ГПНИУ «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник».

Марченко Ю.Д., зав. отдела радиационно-экологического мониторинга ГПНИУ «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник».

#### Address for correspondence

247618, The Republic of Belarus, Gomel region, Choiniki, Tereshkova Str., 7, SERI «Polesye state radiation-ecological reserve», Scientific Department of Radiation-Ecological Monitoring, Mob.tel.: +375 29 3314809, e-mail: [rm@tut.by](mailto:rm@tut.by) Nenashev Roman Alekseevich

#### Information about of the authors

Nenashev R.A., Senior Researcher, Scientific Department of Radiation-Ecological Monitoring SERI «Polesye state radiation-ecological reserve».

Shabaleva M.A., PhD, Ass. Professor, Department of histology, cytology and embryology, EE «Gomel State Medical University».

Kalinichenko S.A., PhD, Leading Researcher, Scientific Department of Radiation-Ecological Monitoring SERI «Polesye state radiation-ecological reserve».

Goloveshkin V.V., Researcher, Scientific Department of Radiation-Ecological Monitoring SERI «Polesye state radiation-ecological reserve».

Marchenko Yu.D., Head of the Scientific Department of Radiation-Ecological Monitoring SERI «Polesye state radiation-ecological reserve».

Поступила 10.06.2019

## СЛУЧАЙ ИЗ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ

УДК 616.428-08

МУЛЬТИЦЕНТРИЧЕСКИЙ ВАРИАНТ БОЛЕЗНИ КАСТЛЕМАНА

Е. Н. Щербакова<sup>1</sup>, Е. Г. Малаева<sup>1</sup>, Е.В. Остапова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Учреждение образования

«Гомельский государственный медицинский университет»

г. Гомель, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Государственное учреждение здравоохранения

«Гомельская городская клиническая больница № 4»

г. Гомель, Республика Беларусь

Статья посвящена обсуждению особенностей течения болезни Кастлемана, клинического случая мультицентрического варианта заболевания. Анализируются анамнез пациента, клинические данные, результаты лабораторных и инструментальных методов исследования.

**Ключевые слова:** болезнь Кастлемана, мультицентрическая болезнь Кастлемана, лимфопролиферативное заболевание.