



Рисунок 1 – Структура документированных процедур интегрированной системы менеджмента

ЛИТЕРАТУРА

1. Система менеджмента качества. Требования: ISO 9001-2015. – Введен 2015 г. – 28 с.
2. Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению: ISO 14001-2015. – Введен 2015 г. – 38 с.
3. Система менеджмента охраны здоровья и обеспечения безопасности труда. Требования и руководство по их применению: ISO 45001-2018. – Введен 2018 г. – 62 с.
4. Системы энергетического менеджмента. Требования с руководством по применению: ISO 50001-2018. Введен 2018 г. – 50 с.
5. URL: https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/archive/pdf/en/documented_information.pdf

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СОХРАНЕНИЯ И УСТОЙЧИВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХТИОФАУНЫ ПРИРОДНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ПРИПЯТСКИЙ»

SCIENTIFIC BASIS FOR THE CONSERVATION AND SUSTAINABLE USE OF FISH FAUNA OF NATURAL-TERRITORIAL COMPLEX OF THE NATIONAL PARK "PRIPYATSKI"

М. В. Пашук¹, А. И. Чухольский² Д. В. Лукьянова²

M. Pashuk¹, A. Chuholskiy², D. Lukyanova²

¹Национальный парк «Припятский»,
Петриковский район, Гомельская область, Республика Беларусь
martochka369@mail.ru

²Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь
chuholskiy96@mail.ru

¹National Park "Pripyat", Petrikov district, Gomel region, Republic of Belarus

²Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

Показано снижение удельной активности цезия-137 с течением времени для большинства видов рыб, обитающих в водоемах Национального парка «Припятский». В 2016 г. в органах окуня наблюдалось незначительное увеличение средней удельной активности радионуклида. Увеличение накопления цезия-137 обнаружено в 2017 г. в органах язя. Мониторинг ихтиофауны в 2018 г. показал снижение средней удельной активности ¹³⁷Cs у всех исследованных видов рыб.

The specific activity of cesium-137 decreased over time for the majority of fish species living in the waters of the national Park Pripyat. In 2016, perch organs showed a slight increase in the average specific activity of radionuclide.

An increase in the accumulation of cesium-137 was detected in 2017 by the organs of the some fish. 2018 year fish monitoring showed decrease in the average specific activity of ^{137}Cs in all studied fish species.

Ключевые слова: биота, водоем, ядерное оружие, радионуклиды, водные экосистемы.

Keywords: biota, reservoir, nuclear weapons, radionuclides, aquatic ecosystems.

Водные экосистемы характеризуются большой динамичностью круговорота радионуклидов. Это определяется очень сильным накоплением радионуклидов водной растительностью, фито-, зоопланктоном, большой скоростью переноса растворенных форм радионуклидов в воде. При попадании в водные экосистемы радиоизотопы избирательно накапливаются отдельными компонентами водоёма, тем самым, создавая различные радиационные условия для каждой из экологических групп.

Динамика поведения разных радионуклидов в водных экосистемах различна, поэтому возникает необходимость оценки времени максимального загрязнения водных экосистем и периода их самоочищения.

Многочисленные исследования показали, что процессы естественного самоочищения замкнутых водоемов зоны отчуждения Чернобыльской АЭС протекают крайне медленно, вследствие чего экосистемы большинства озер, стариц и затонов характеризуются высоким уровнем радионуклидного загрязнения всех компонентов. Основное количество радионуклидов в аквальных ландшафтах зоны отчуждения депонировано в донных отложениях замкнутых водоемов, при этом распределение радиоактивных веществ в биотических и абиотических компонентах гидробиоценозов определяется биогеохимическими закономерностями и процессами трансформации радиоактивных веществ в донных отложениях водоемов и почвах прилегающих территорий. По удельной активности в абиотической среде исследуемых водных объектов важными являются ^{137}Cs и ^{90}Sr , однако нельзя преуменьшать вклад трансурановых элементов в общую дозовую нагрузку на водоемы, гидробионты и человека, так как эти элементы имеют весьма длительный период полураспада, и их содержание в водных системах непрерывно растет за счет смыва с прилегающих территорий. В связи с этим целесообразно проводить исследования, посвященные вопросам горизонтального переноса долгоживущих радионуклидов на загрязненных территориях, с учетом таких основных факторов среды, как гидрометеорологические (скорость ветра в приземных слоях атмосферы, количество и интенсивность выпадения атмосферных осадков), физико-географические особенности исследуемого района (рельеф местности, растительность), физико-химическая форма радиоактивных веществ, прочность их фиксации растительностью и почвой, водный режим почвы и других факторов. Актуальность радиоэкологических исследований замкнутых водоемов сохраняется и в настоящее время.

Много работ отечественных и зарубежных ученых посвящено изучению загрязнения радиоактивными веществами водных объектов и населяющих их гидробионтов [1; 2]. Особое внимание в работах исследователей уделяется ихтиофауне, обитающей в водоемах различного типа [3; 4]. При исследовании содержание ^{137}Cs в гидробионтах замкнутых и проточных водоемов Гомельской обл. было отмечено, что по уровням радиоактивного загрязнения рыбу можно разделить на две группы:

- 1) обитающую в проточных водоемах (р. Припять),
- 2) обитающую в слабопроточных или замкнутых водоемах.

Для рыбы из Припяти наблюдается четкая зависимость от места изъятия. Хищные рыбы, особенно щука, накапливают ^{137}Cs в мышечных тканях значительно больше, чем рыбы, использующие для питания донные организмы (плотва, лещ, карась, линь) даже в проточных водоемах уровень загрязнения ихтиофауны превышает в 1,5–6 раз норматив, установленный РДУ-99.

Мониторинг, проведенный в 2018 г., в Национальном парке «Припятский», позволил установить межвидовые различия накопления ^{137}Cs в органах рыб, обитающих в реке Припять и в прилегающих старичных озерах (таб. 1). Согласно полученным данным, удельная активность радионуклида варьировала в узком диапазоне, при этом уровень загрязнения всех видов соответствовал нормативам РДУ– 370 Бк/кг.

Таблица 1 – Статистические показатели удельной активности ^{137}Cs в рыбе

Статистические показатели	Вид рыбы						
	лещ	щука	сазан	сом	жерех	густера	линь
n	100	13	13	10	3	95	25
min	4,3	8,97	4,90	10,16	13,26	6,60	7,65
max	15,4	13,27	11,23	17,07	15,64	19,80	16,43
M	8,0	10,8	7,4	12,3	14,1	11,1	11,8
±m	0,2	0,4	0,5	0,6	0,8	0,2	0,5
σ	2,1	1,4	1,9	2,0	1,3	2,0	2,3
V	26,5	13,0	26,0	16,2	9,5	17,7	19,5
P	2,7	3,6	7,2	5,1	5,5	1,8	3,9
	карась	язь	синец	красноперка	толстолобик	плотва	окунь
n	6	26	100	81	6	70	64
min	9,72	6,58	4,0	7,50	6,51	6,30	10,1
max	18,18	12,81	11,9	15,20	10,73	14,60	17,5

Статистические показатели	Вид рыбы						
	карась	язь	синец	красноперка	толстолобик	плотва	окунь
M	12,0	10,0	6,7	11,0	8,8	9,9	13,3
±m	1,3	0,3	0,1	0,2	0,6	0,2	0,2
σ	3,2	1,6	1,3	1,6	1,4	1,9	1,9
V	26,4	16,1	19,8	14,3	16,1	18,9	14,2
P	10,8	3,1	2,0	1,6	6,6	2,3	1,8

Максимальные абсолютные показатели загрязнения ^{137}Cs обнаружены в пробах карася и густеры, минимальные – у леща, сазана и синца. Это позволило построить убывающий ряд видов речной рыбы по средней удельной активности ^{137}Cs : жерех > окунь > сом > карась > линь > густера > красноперка > щука > язь > плотва > толстолобик > лещ > сазан > синец. Следует отметить статистические показатели удельной активности ^{137}Cs хищных видов, которые выше по сравнению с рыбами смешанного питания и фитофагами.

В представленных в табл. 2 результатах, можно отметить максимально высокий абсолютный показатель загрязнения ^{137}Cs голов сома – 8,17 Бк/кг.

Таблица 2 – Статистические показатели удельной активности ^{137}Cs в головах рыбы

Статистические показатели	Вид рыбы						
	щука	лещ	окунь	язь	плотва	густера	синец
n	3	15	4	5	4	6	6
min	0	0	0	0	0	0	0
max	4,15	6,72	4,28	4,14	3,17	4,21	5,32
M	1,6	2,2	1,8	1,9	1,8	2,0	1,4
±m	1,3	0,5	1,1	0,8	0,7	0,6	0,9
σ	2,2	2,1	2,2	1,7	1,4	1,5	2,2
V	137,4	93,6	118,4	91,7	77,3	71,6	166,0
P	79,3	24,2	59,2	41,0	38,6	29,2	67,7
	красноперка	линь	сом	жерех	сазан	карась	толстолобик
n	6	4	8	2	4	1	4
min	0	0	0	0	0	3,44	0
max	3,48	4,75	8,17	0,99	4,71	3,44	2,21
M	1,6	3,2	5,3	0,5	2,8	3,4	1,4
±m	0,7	1,1	0,9	0,5	1,0	–	0,5
σ	1,8	2,2	2,5	0,7	2,1	–	1,0
V	110,8	69,3	47,7	141,4	73,7	–	68,7
P	45,2	34,7	16,9	100,0	36,8	–	34,3

На основании полученных данных, построен убывающий ряд видов рыб по показателю удельной радиоактивности голов рыб: сом > карась > сазан, линь > лещ > густера > язь > окунь, плотва > щука, красноперка > синец, толстолобик > жерех.

Данные, представленные в табл. 3 позволили определить убывающий ряд видов рыб по радиоактивной загрязненности радиоцезием их внутренних органов: окунь > карась > язь > линь > сазан > красноперка > сом > толстолобик > лещ > щука, плотва > густера, синец > жерех.

Таблица 3 – Статистические показатели удельной активности ^{137}Cs внутренних органов рыбы

Статистические показатели	Вид рыбы						
	щука	лещ	окунь	язь	плотва	густера	синец
n	2	8	2	3	3	4	3
min	0	0	7,33	2,27	0	0	0
max	3,42	5,56	7,73	6,52	3,18	2,76	1,81
M	1,7	2,0	7,5	4,9	1,7	1,0	1,0
±m	1,7	0,7	0,2	1,3	0,9	0,6	0,5
σ	2,4	2,0	0,3	2,3	1,6	1,2	0,9
V	141,4	100,7	3,8	46,8	93,8	116,1	94,3
P	100,0	35,6	2,7	27,0	54,1	58,0	54,4
	красноперка	линь	сом	жерех	сазан	карась	толстолобик
n	4	2	8	1	2	1	3
min	0	3,37	0	0	1,41	5,6	0
max	6,23	6,11	4,83	0	4,36	5,6	3,46

Статистические показатели	Вид рыбы						
	красноперка	линь	сом	жерех	сазан	карась	толстолобик
M	2,7	4,7	2,5	0	2,9	5,6	2,1
±m	1,6	1,4	0,7	–	1,5	–	1,1
σ	3,2	1,9	1,9	–	2,1	–	1,8
V	118,4	40,9	77,6	–	72,3	–	88,4
P	59,2	28,9	27,4	–	51,1	–	51,0

Таблица 4 – Удельная активность ^{137}Cs в икре, молоках рыбы

Вид рыбы	Количество проб в образце	Удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг
1	2	3
Икра леща	8шт	0±6,36
Икра окуня	20шт	0±6,04
Икра плотвы	16шт	1,63±3,51
Икра густеры	24шт	0,27±5,78
Икра красноперки	24шт	1,28±2,49
Икра синца	21шт	2,51±3,08
Икра линя	11шт	0±9,84
Молоки леща	15шт	8,97±15,03

Результаты, представленные в табл. 4 свидетельствуют о том, что максимально цезий-137 концентрируется в молоках леща, а минимально – в икре леща и окуня. Согласно полученным данным, показатели удельной активности радиоцезия в икре, молоках убывают в ряду видов: лещ (молоки) > синец > плотва > красноперка > линь, окунь, лещ (икра). В табл. 5 отражена удельная радиоактивность 8 видов рыб. Максимально загрязнены ^{137}Cs внутренние органы. Однако, встречаются исключения, так, у синца максимальная удельная активность обнаружена в икре, а у леща – в молоках.

Таблица 5 – Средние показатели удельной активности ^{137}Cs в рыбе (2018 г.)

Вид рыбы	Средняя удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг		
	голова	внутренние органы	икра (молоки)
Щука	1,6	1,7	–
Лещ	2,2	2,0	0 (8,97)
Окунь	1,8	7,5	0
Язь	1,9	4,9	–
Плотва	1,8	1,7	1,63
Густера	2,0	1,0	0,27
Синец	1,4	1,0	2,51
Красноперка	1,6	2,7	1,28
Линь	3,2	4,7	0
Сом	5,3	2,5	–
Жерех	0,5	0	–
Сазан	2,8	2,9	–
Карась	3,4	5,6	–
Толстолобик	1,4	2,1	–

Таблица 6 – Средние показатели удельной активности ^{137}Cs в рыбе (2013–2018)

Год	Окунь	Щука	Язь	Лещ
2013	29,2	27,7	27,1	19,6
2014	21,5	23,3	16,3	28,4
2015	17,6	14,2	12,1	20,5
2016	22,8	–	8,9	9,6
2017	18,7	14,2	12,5	8,9
2018	13,3	10,8	10,0	8,0

В табл. 6 представлена динамика накопления цезия-137 (Бк/кг) в рыбе с 2013 по 2018 г.

Для большинства видов рыб характерно снижение удельной активности цезия-137 с течением времени. В 2016 г. в органах окуня наблюдалось незначительное увеличение средней удельной активности радионуклида. Увеличение накопления цезия-137 наблюдали в 2017 г. органах язя. Мониторинг ихтиофауны в 2018 г. показал снижение средней удельной активности ^{137}Cs у всех исследованных видов рыб.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Рябов, И. Н.* Оценка воздействия радиоактивного загрязнения на гидробионтов 30-километровой зоны контроля аварии на Чернобыльской АЭС / И. Н. Рябов // Радиобиология. – 1992. – Т.32, вып. 5. – С. 662–666.
2. *Travnikova, I. G.* Lake fish as the main contributor of internal dose to lake shore residents in the Chernobyl contaminated area. / A. Bazjukin, L. Skuterub // Journal of Environmental Radioactivity. – 2004. – Vol. 77. – P. 63–75.
3. *Кохненко, О. С.* Гаметогенез щуки (*Esox lucius*) в условиях радиоактивного загрязнения водоемов Беларуси. // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 2000. – № 1. – С. 113–116.
4. *Раздорских, А. В.* Содержание ¹³⁷Cs у рыб типичных водоемов Полесского ГРЭС в 2003–2005 гг. / А. В. Раздорских // 20 лет чернобыльской катастрофы: сб. науч. тр. / сост. Ю. И. Бондарь, Ю. И. Марченко и др. – Гомель: РНИУП «Институт радиологии», 2006. – С. 53–55.

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ СВИНЦА В ПОЧВАХ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ БЕЛОРУССКОЙ АТОМНОЙ СТАНЦИИ

LEAD ASSESSMENT IN SOILS AND BOTTOM SEDIMENTS IN THE IMPACT AREA OF BELARUSIAN NUCLEAR POWER PLANT

А. И. Позднякова, М. Г. Герменчук

A. Pozdnyakova, M. Germenchuk

Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,

г. Минск, Республика Беларусь

anastacia.pozdnyakova@gmail.com

Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

Представлены результаты исследований образцов почв и донных отложений по содержанию свинца, которые будут являться исходными данными для анализа возможного химического воздействия АЭС на окружающую среду. Проанализирована способность растительности к накоплению свинца.

Research results of lead containing in the soils and bottom sediments represented which will be consider as background concentrations for the analysis of the possible chemical effects of Belarusian nuclear power plant on the environment are presented. The ability of vegetation to lead accumulation was analyzed.

Ключевые слова: фоновый мониторинг, свинец, почва, донные отложения, АЭС.

Keywords: background monitoring, lead, soil, bottom sediments, NPP.

Тяжелые металлы входят в перечень наиболее опасных загрязнителей. Их миграция и перераспределение в компонентах экосистемы является важной научной задачей предотвращения негативного воздействия на здоровье населения. Поведение тяжелых металлов в окружающей среде зависит от целого комплекса природных факторов, а также от интенсивности и характера производственной деятельности человека.

По данным ВОЗ, свинец является наиболее распространенным металлом из десяти химических веществ, представляющих угрозу для здоровья населения. Наиболее опасной мигрирующей формой свинца является оксид свинца, который может переноситься на большие расстояния с воздухом и водой. Из атмосферы свинец попадает в почву и воду, а из почвы металл поглощается растениями. Из атмосферы свинец попадает в экосистемы и в результате усваивается живыми организмами. Ежегодная эмиссия составляет свыше 2,5 млн т свинца. Человек поглощает свинец с водой, из воздуха и особенно через пищу. Как и другие металлы, свинец не разлагается в окружающей среде, а меняет только формы миграции. Свинец оказывает влияние на человека, может привести к анемии и расстройству нервной системы, а также может негативно воздействовать на кровь, почки и костный мозг.

Свинец является тяжелым металлом 1-го класса опасности, однако согласно ГН 2.1.7.11-12-5-2004, его предельно-допустимая концентрация в почвах довольно высока – 32 мг/кг. Этот элемент определен ВОЗ к контролю за состоянием почв, входит в перечень элементов, определяемых при локальном мониторинге в Республике Беларусь.

Для того чтобы достоверно оценивать состояние и загрязнение окружающей среды вокруг БелАЭС в период эксплуатации, необходимо понимать, что из гипотетически полученных данных является загрязнением, а что не превышает фоновые значения с учетом миграции стабильного свинца в окружающую среду. С этой целью проводится фоновый мониторинг окружающей среды, в рамках которого выполнялась данная работа.

Пробы почв были отобраны, согласно ГОСТ 17.4.4.02-84, в 12,9-километровой зоне наблюдения БелАЭС, которая утверждена постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям от 30 июня 2016 года № 29. Всего было отобрано 25 проб почв и донных отложений.

Измерения свинца выполнялись на базе РУП «Научно-практический центр гигиены» в лаборатории аналитического и спектрального анализа. Все почвы были высушены до воздушно-сухого состояния согласно ГОСТ