

10 Кудин, М. В. Радиационная обстановка белорусского сектора зоны отчуждения Чернобыльской АЭС и её актуализация / М. В. Кудин, А. С. Казаков, О. В. Зубок // Радиозэкологические последствия радиационных аварий – к 35-ой годовщине аварии на ЧАЭС: сборник докладов международной научно-практической конференции, Обнинск, 22–23 апреля 2021 г. / под ред. чл. -корр. РАН Н. И. Санжаровой, д. т. н. В. М. Шершакова. – Обнинск : ФГБНУ ВНИИРАЭ, 2021. – С. 272–274.

11 Лакин, Г.Ф. Биометрия. / Г.Ф. Лакин. – Москва : Высшая школа, 1990. – 346 с.

12 Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб / И. Ф. Правдин – Москва : Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.

13 Радиоактивное загрязнение природных сред в зоне аварии на Чернобыльской АЭС / Ю. А. Израэль [и др.] // Метеорология и гидрология, 1987. – № 2. – С. 5–18.

14 Радиоактивное загрязнение территории Беларуси (в связи с аварией на ЧАЭС) / В. И. Парфенов [и др.] : под общ. ред. В. И. Парфенова и Б. И. Якушева. – Минск : Наука и техника, 1995. – 582 с.

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

D. N. Ivantsou ¹, A. V. Gulakov ², D. N. Drozdov ²

DEPENDENCE OF ¹³⁷Cs ACCUMULATION ON COMMERCIAL LENGTH OF PREDATORY FISH SPECIES

¹State Environmental Research Institution “Polesie State Radiation-Ecological Reserve”,
Khoyniki, Gomel Region, Republic of Belarus,
ivantsou@mail.ru

²Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
Gulakov@gsu.by, Drozdov@gsu.by

Abstract. The work presents the results of the analysis of the dependence of the accumulation of ¹³⁷Cs on the commercial length of predatory fish species living on the Pripjat River within the borders of the Polesky State Radiation-Ecological Reserve.

Keywords: ichthyofauna, radioactive contamination, ¹³⁷Cs, commercial length.

УДК 004. 65:577. 34:59

Д. Н. ИВАНЦОВ

БАЗА ДАННЫХ РАДИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЖИВОТНЫХ

Полесский государственный радиационно-экологический заповедник,
г. Хойники, Республика Беларусь,
ivantsou@mail.ru

В работе представлена структура и описание базы данных радиологических исследований животных, изъятых на территории белорусского сектора зоны отчуждения в период 1997-2020 гг. Всего в базу данных внесено более 23 000 записей удельной активности радионуклидов в биологических образцах органов и тканей 6387 особей 122 видов животных.

Ключевые слова: ионизирующее излучение, радиоактивное загрязнение, база данных, животные.

Катастрофа на Чернобыльской АЭС стала крупнейшей в истории ядерной энергетики и привела к масштабному загрязнению земель. Животные, обитающие на пострадавших территориях, подвергаются хроническому воздействию внешнего и внутреннего (инкорпорированного) облучения [1, 2, 4, 6, 7, 9, 10].

Объективная оценка радиоэкологической обстановки, выявление тенденции в ее изменении, оптимизация проведения реабилитационных мероприятий должны быть основаны на данных радиационного мониторинга.

Современная концепция устойчивого развития и оптимизации природопользования как базовую составляющую включает мониторинг состояния окружающей среды и предполагает накопление информации о состоянии природных компонентов в условиях глобального и локального антропогенного воздействия и ее детальный анализ. Для выполнения этой задачи на современном уровне в разных областях медицины, биологии и экологии все большее применение находят информационные технологии и компьютерные средства обработки данных, такие как системы управления базами данных, базы знаний, геоинформационные, информационно-справочные и экспертные системы и т. д. [8].

Информация, полученная в ходе радиологических исследований, должна быть обобщена в специализированных базах данных. Создание таких баз данных обеспечивает как получение информации за весь период после загрязнения территорий, так и возможность корректной статистической оценки доступной информации.

В настоящее время в научной части Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (ПГРЭЗ) накоплен огромный объем информации, касающейся территории заповедника – это результаты научно-исследовательских программ и проектов, выполненных различными организациями. Материалы исследований накапливались с 90-х годов и объем данных, продолжает увеличиваться. Уникальная особенность радиобиологических данных, накопленных в научной части ПГРЭЗ, – наличие долгосрочных радиоэкологических наблюдений в природных популяциях животных, обитающих на загрязненных территориях..

В результате многолетних наблюдений за радиоэкологическим состоянием зоны отчуждения накопился большой массив данных радиологических исследований животных, послуживший основой для разработки, электронной аннотированной базы данных.

В течении 2021 года произведен сбор доступных записей радиологических исследований животных за весь период проведения работ на территории ПГРЭЗ. Разработана структура электронной базы данных и внесены данные радиологических исследований животных, начиная с 1997 года.

Сбор радиологической информации производился с доступных бумажных и электронных носителей. Изъятие животных, подготовка биологических образцов и радиологические исследования проводились сотрудниками ПГРЭЗ. Объектами исследования являлись животные, изъятые из среды обитания на территории белорусской части зоны отчуждения в период 1997-2020 гг. Территория, на которой проводились работы, характеризуется высокими уровнями радионуклидного загрязнения [3].

Для радиологических исследований отбирались органы и ткани животных. Определение удельной активности радионуклидов в биологических пробах проводили гамма-спектрометрическим и радиохимическим методами [5].

В основу базы данных радиологических исследований животных положена система управления базами данных (СУБД) Microsoft Access, содержащая информацию по имеющимся результатам измерений.

Преимущество такой систематизации данных – низкая вероятность ошибочного внесения одинаковых кодировок, быстрый доступ к информации по имеющимся образцам, возможность формировать запросы по необходимой информации.

База данных представляет собой результаты радиологических исследований биологических проб животных. В основе базы данных лежит универсальная кодировка животных.

Сюда входит уникальный цифровой и буквенный код животного, позволяющие определить, когда и где оно было изъято, название вида животного, указание пола и возраста животного (если такие данные доступны), информация о типе пробы (мышечная, костная ткань, печень, почки), дата и место изъятия, также имеется примечание, где указывается дополнительная информация, что может быть значимым при проведении анализа и интерпретации результатов.

Для обеспечения безопасности данных на уровне информационной системы были реализованы авторизованный доступ под паролем к базе данных, ограничение доступа пользователей с указанных IP-адресов, защита от автоматического подбора пароля к базе данных с блокировкой атакующего IP, предоставление доступа к персональным данным, а также доступа к внесению и редактированию данных ограниченному кругу пользователей

Структура базы данных результатов радиологических исследований животных, обитающих на территории ПГРЭЗ, представлена на рисунке 1.

База данных включает в себя семь блоков информации, состоящих из основных таблиц. В первой таблице представлены сведения по содержанию радионуклидов в тканях и органах 45 видов млекопитающих животных. Вторая таблица содержит результаты измерений содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в организме 37 видов птиц.

Третья таблица включает данные удельной активности радионуклидов в биологических образцах 23 видов пресноводных рыб, обитающих в водных объектах на территории заповедника. В таблицах «Земноводные» и «Пресмыкающиеся» собраны данные радиологических исследований 9 и 8 видов животных соответственно.

В отдельную таблицу вынесены результаты измерения удельной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в теле дождевого червя («Мезофауна») и пресноводных моллюсков («Моллюски»).

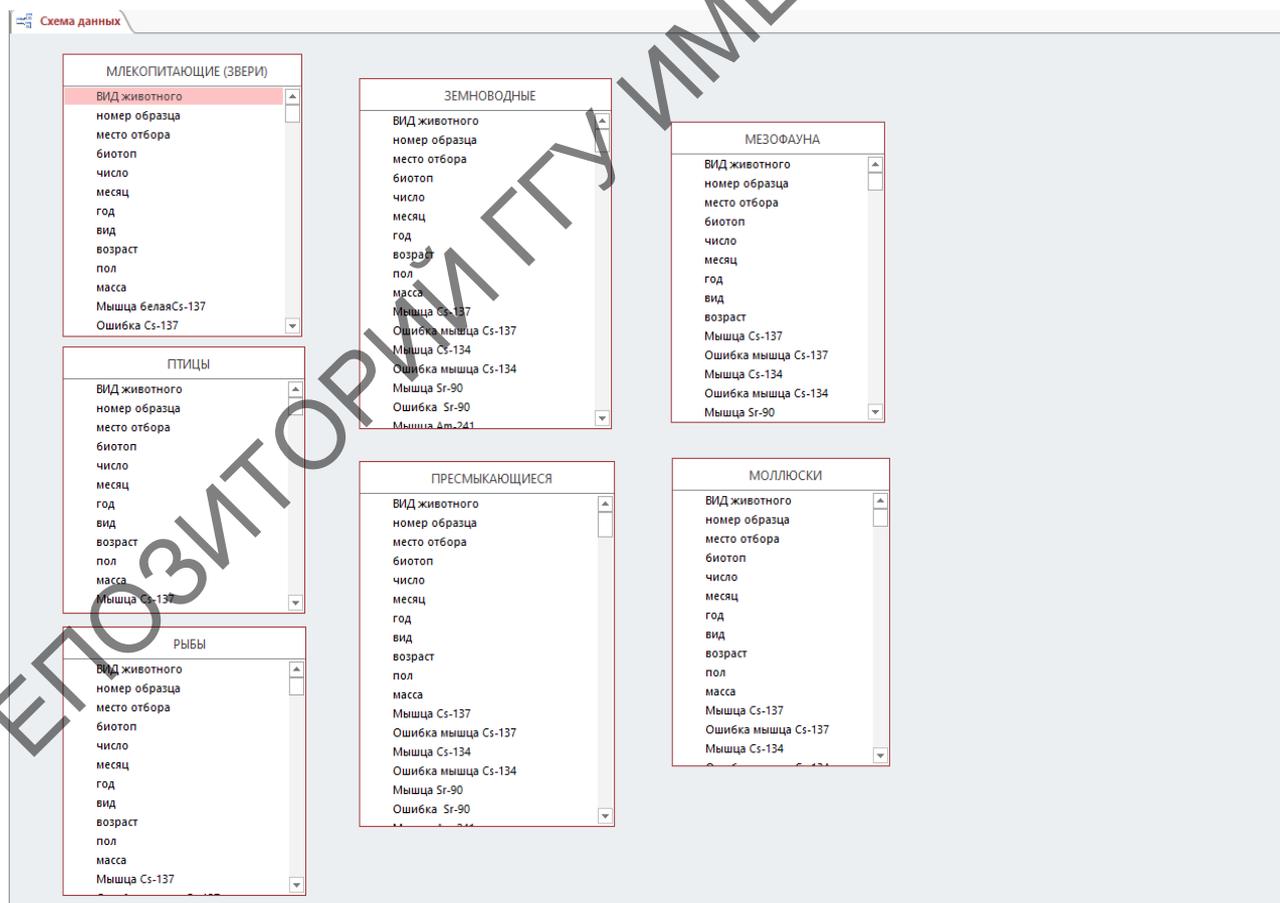


Рисунок 1 – Структура базы данных результатов радиологических исследований животных

Электронные таблицы содержат сведения о видовой принадлежности животного (код животного), информацию о возрасте, поле, месте и дате отлова, данные о типе пробы (мышечная, костная ткань, печень, почки и т. д.) и удельной активности радионуклидов в биологических образцах (рисунок 2).

Все таблицы составлены с учетом того, что в дальнейшем база будет пополняться новыми данными.. База данных является открытой и в ней предусмотрен ввод информации для всей территории заповедника. Классификаторы базы данных при необходимости могут быть дополнены – добавлены новые виды животных, биотопы, радионуклиды.

В будущем возможно добавление блоков информации с расчетными данными по дозам внешнего и внутреннего облучения животных, необходимыми при оценке и прогнозировании радиоэкологического состояния биоценозов с учетом мест их обитания. Также является перспективным добавление блока, содержащего картографическую информацию для конкретного участка с данными о радионуклидном составе и плотностях загрязнения мест обитания животных..

База данных может стать составной частью, разрабатываемой ГИС и применена в системе экологического мониторинга для оценки и прогнозирования радиоэкологического состояния биоценозов на территории ПГРЭЗ..

Перспективным является выполнение работ по созданию онлайн ресурса, предоставляющего доступ к базе данных радиоэкологических исследований, выполненных на территории ПГРЭЗ, с возможностью ее расширения путем добавления новых данных, справочной информации и перекрестных ссылок, а также возможностью общения специалистов радиобиологов.

ВИД животного	номер обр.	место отбо	биотоп	число	месяц	год	ВИД	возраст	пол	масса
Выдра	01-ВР-36-17	Ореховское л. Семенница		24	10	2017		4+	самка	
Выдра	01-ВР-37-17	Ореховское л. Семенница		30	10	2017		3+	самец	
Енотовидная собака	01-ЕС-04-17	Ореховское л. Семенница		25	8	2017		0+	самец	
Енотовидная собака	01-ЕС-08-17	Ореховское л. Семенница		31	8	2017		6+	самец	
Енотовидная собака	01-ЕС-09-17	Ореховское л. Семенница		31	8	2017		3+	самец	
Енотовидная собака	01-ЕС-10-17	Ореховское л. Семенница		31	8	2017		0+	самка	
Енотовидная собака	01-ЕС-14-16	Ореховское л. о.Семенница		29	9	2016			самка	
Енотовидная собака	01-ЕС-15-16	Ореховское л. о.Семенница		29	9	2016			самец	
Енотовидная собака	01-ЕС-17-16	Ореховское л. о.Семенница		19	10	2016			самец	
Енотовидная собака	01-ЕС-18-16	Ореховское л. о.Семенница		19	10	2016			самка	
Енотовидная собака	01-ЕС-22-16	Ореховское л. о.Семенница		31	10	2016			самец	
Енотовидная собака	01-ЕС-23-16	Ореховское л. о.Семенница		2	11	2016			самка	
Енотовидная собака	01-ЕС-24-16	Ореховское л. о.Семенница		2	11	2016			самец	
Енотовидная собака	01-ЕС-24-19	Ореховское л. о.Семенница		29	10	2019		3+	самец	
Енотовидная собака	01-ЕС-25-19	Ореховское л. о.Семенница		1	11	2019		0+	самец	
Енотовидная собака	01-ЕС-26-19	Ореховское л. о.Семенница		1	11	2019		0+	самка	
Енотовидная собака	01-ЕС-27-19	Ореховское л. о.Семенница		1	11	2019		2+	самец	
Енотовидная собака	01-ЕС-28-19	Ореховское л. о.Семенница		1	11	2019		3+	самец	
Енотовидная собака	01-ЕС-29-19	Ореховское л. о.Семенница		5	11	2019		2+	самец	
Енотовидная собака	01-ЕС-32-16	Ореховское л. о.Семенница		9	12	2016			самец	
Енотовидная собака	01-ЕС-38-17	Ореховское л. Семенница		30	10	2017		2+	самка	
Выдра	01-ВР-23-19	Ореховское л. Семенница		29	10	2019		3+	самка	
Посула	020-10	Радинское л-е		2	3	2010			самец	
Кабан	020-11	Радинское л-е		21	6	2011			самец	
Кабан	02-08	Радин		11	2	1998			самка	
Кабан	021-09	Радинское л-е		15	5	2009			самка	
Кабан	021-10	Радинское л-е		2	3	2010			самец	
Кабан	021-11	Радинское л-е		22	6	2011			самец	
Кабан	022-09	Радинское л-е		15	5	2009			самец	
Кабан	022-10	Радинское л-е		2	3	2010			самка	
Кабан	022-11	Радинское л-е		23	6	2011			самец	
Кабан	023-09	Богушевское л		9	6	2009			самец	
Кабан	023-10	Радинское л-е		3	3	2010			самка	
Кабан	023-11	Радинское л-е		24	6	2011			самец	
Кабан	024-09	Воротецкое л		12	6	2009			самка	
Кабан	024-11	Бабчинское л- Погонное		24	6	2011			самец	
Кабан	025-09	Радинское л-е		16	6	2009			самка	
Кабан	025-11	Радинское л-е		27	6	2011			самка	
Кабан	026-09	Радинское л-е		16	6	2009			самец	
Кабан	026-10	Воротецкое л		4	3	2010			самка	

Рисунок 2 – Внешний вид таблицы «Млекопитающие»

Накопление информации и использование современных методов ее обработки и интерпретации позволит установить более точные и дифференцированные оценки допустимых уровней радиационного воздействия на биоту и обосновать методические подходы к радиационной

защите окружающей среды, наметить перспективы дальнейшего развития исследований и разработок в области экологического нормирования радиационного воздействия для природных экосистем и агроценозов.

Таким образом, в базе данных, созданной с использованием СУБД Access, содержатся данные радиологических исследований органов и тканей 6387 особей 122 видов животных, изъятых на территории зоны отчуждения в период 1997-2020 гг. Всего в базу данных внесено более 23 000 записей по удельной активности радионуклидов в биологических образцах.

База данных включает семь электронных таблиц, содержащих сведения о видовой принадлежности животного (код животного), информацию о возрасте, поле, месте и дате отлова, данные о типе пробы (мышечная, костная ткань, печень, почки и т. д.) и удельной активности радионуклидов в биологических образцах.

Созданная база данных предназначена для получения, преобразования, накопления и хранения данных, получаемых в результате радиоэкологических исследований.

Список литературы

1 Ильенко, А. И., Экология животных в радиационном биогеоценозе / А. И. Ильенко, Т. П. Крапивко – М. : Наука, 1989. – 224 с.

2 Криволюцкий, Д. А. Действие ионизирующей радиации на биогеоценоз / Д. А. Криволюцкий, Ф. А. Тихомиров, Е. А. Федоров. – М. : Наука, 1988. – 240 с.

3 Кудин, М. В. Радиационная обстановка белорусского сектора зоны отчуждения Чернобыльской АЭС и её актуализация / М. В. Кудин, А. С. Казаков, О. В. Зубок // Радиоэкологические последствия радиационных аварий – к 35-ой годовщине аварии на ЧАЭС: Сборник докладов международной научно-практической конференции, Обнинск, 22–23 апреля 2021 г. / под ред. чл.-корр. РАН Н. И. Санжаровой, д. т. н. В. М. Шершакова. – Обнинск : ФГБНУ ВНИИРАЭ, 2021. – С. 272–274.

4 Кузьменко, М. І. Техногенні радіонукліди у прісноводних екосистемах / М. І. Кузьменко, Д. І. Гудков, С. І. Кіреєв. – Київ : Наукова думка, 2010. – 263 с.

5 Сборник нормативно-методических, организационно-распорядительных документов Республики Беларусь в области радиационного контроля и безопасности / Комитет по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС при СМ РБ, Гомельский филиал Государственного учреждения «Научно-исследовательский клинический институт радиационной медицины и эндокринологии» Министерства здравоохранения Республики Беларусь; под ред. В. Е. Шевчука. – 3-е изд. перераб. и доп. – Минск, 2002. – 372 с.

6 Сельскохозяйственная радиоэкология / Р. М. Алексахин [и др.] ; под ред. Р. М. Алексахина, Н. А. Корнеева. – М. : Экология, 1991. – 400 с.

7 Собо́тович, Э. В. Естественная защищенность природных вод от загрязнения техногенными радионуклидами Чернобыльского выброса / Э. В. Собо́тович // I Международная рабочая группа по тяжелым авариям и их последствиям, 30 октября – 3 ноября 1989 г., Дагомыс, Сочи. – М. : Наука, 1990. – С. 144–152.

8 Удалова, А. А. База данных по действию ионизирующих излучений на растения: опыт создания и перспективы использования / А. А. Удалова, С. А. Гераськин, М. А. Дубынина // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2012. – Т. 52, № 5. – С. 517–533.

9 Sazykina T. G. Lower thresholds for lifetime health effects in animals from high-LET radiation – comparison with chronic low-LET radiation. / T. G. Sazykina, A. I. Kryshev // J. Environ. Radioact., 2016, vol. 165, pp. 227–242.

10 Sazykina T. G. Population sensitivities of animals to chronic ionizing radiation – model predictions from mice to elephants. / T. G. Sazykina // J. Environ. Radioact., 2018, vol. 182, pp. 177–182.

D. N. Ivantsou

DATABASE OF RADIOLOGICAL STUDIES OF ANIMALS

¹State Environmental Research Institution «Polesie State Radiation-Ecological Reserve», Khoiniki,
Gomel Region, Republic of Belarus,
ivantsou@mail.ru

Abstract. The work presents the structure and description of the database of radiological studies of animals seized in the Belarusian sector of the exclusion zone in the period 1997-2020. In total, more than 23,000 records of the specific activity of radionuclides in biological samples of organs and tissues of 6387 individuals of 122 animal species were entered into the database.

Keywords: ionizing radiation, radioactive contamination, database, animals.

УДК 551. 48

Д. Л. ИВАНОВ, Е. А. ИВАШКО

СЕТЬ МОНИТОРИНГА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД БАССЕЙНА ДНЕПРА В СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ВОД В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь
geoivanov@mail.ru; ivashkoeqa@gmail.com

Рассматривается состояние сети мониторинга поверхностных вод в бассейне Днепра. Отражена динамика развития сети мониторинга, начиная с 1877 г. Отмечается чрезмерное сокращение пунктов наблюдения, начиная с 1990-х годов.

Ключевые слова: бассейн Днепра, сеть мониторинга, качество вод.

Сеть мониторинга за поверхностными водами на территории Республики Беларусь ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Минприроды РБ включает 256 пунктов наблюдений на реках и озерах. В этот состав входит 35 пунктов наблюдений на трансграничных участках водотоков, среди которых 8 находятся вблизи государственной границы Республики Беларусь с Российской Федерацией, 13 – с Польшей, 11 – с Украиной, 2 – с Литвой и 1 – с Латвией.

Количество пунктов мониторинга в бассейнах существенно различается: от 17 до 82 (таблица 1). Плотность постов наблюдения отличается почти в 3 раза и распределены они довольно неравномерно: максимальных величин показатели плотности достигают в бассейне Зап. Двины, а минимальные значения характерны для бассейна Припяти.

Начиная с 1990-х годов в стране ведется «оптимизация» сети наблюдений, в результате которой количество только *постов гидрологического мониторинга* на водотоках было сокращено почти вдвое, в бассейне Днепра их осталось всего 29 (рисунок 1), при этом не все они имеют достаточно продолжительные и репрезентативные ряды наблюдений. Таким образом, количество постов гидрологического мониторинга бассейне Днепра сократилось до уровня 1940-1945 гг, а в бассейне Западного Буга их стало на 20 % меньше, чем в годы Великой Отечественной войны [1].

С учетом указанной «оптимизации», только за последние 7 лет общее количество пунктов мониторинга поверхностных вод на территории страны сократилось с 301 в 2014 г. до 256 – в 2020. г. [2]. По итогам реализации мероприятий Госпрограммы развития Национальной системы мониторинга окружающей среды (НСМОС) в стране в 2006-2020 гг. в государственный реестр НСМОС включено 46 водоёмов (76 пунктов наблюдений) и 17 фоновых участков водотоков.