МІНІСТЕРСТВО ЕКОЛОГІЇ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНЕ АГЕНТСТВО УКРАЇНИ З УПРАВЛІННЯ ЗОНОЮ ВІДЧУЖЕННЯ

ПРОБЛЕМИ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ

PROBLEMS OF CHERNOBYL EXCLUSION ZONE

НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЗБІРНИК

Засновано у 1994 році

Випуск 18

Славутич
2018

ISSN 2311-2069

Збірник містить результати наукових досліджень і дослідно-конструкторських робіт у зоні відчуження ЧАЕС, спрямованих на розроблення технологій, устаткування та приладів для поводження з радіоактивними відходами й ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС, вивчення складу й будови твердофазних носіїв активності ґрунту зони відчуження, трансформації форм продуктів розподілу радіонуклідного складу паливних випадань у ближній зоні ЧАЕС, просторового розподілу радіонуклідів та на вирішення інших проблем радіоекології. Велику увагу приділено медико-біологічним аспектам впливу наслідків аварії на флору, фауну та здоров'я людини, умовам праці й стану захворюваності працівників зони відчуження.
Для науковців, які працюють у галузях екології, радіоекології, атомної енергетики, радіології, радіохімії та радіобіології, а також аспірантів і студентів.
Збірник видано за підтримки Глобального екологічного фонду (GEF).

The collection comprises the results of researches and design activity in the ChNPP exclusion zone, aimed at the development of technologies, equipment and devices for radioactive waste management and ChNPP accident clean-up, at studying the composition and structure of the Exclusion zone soil activity solid bearers, form transformation of the fission products of fuel fallout radionuclide composition in the ChNPP near zone, the spatial distribution of radionuclides and other radioecological issues. Much attention is paid to medical and biological aspects of the accident influence on the flora, fauna and human health, labour conditions and incidence of the workers of the Exclusion zone.
The collection is for scientists, postgraduates and students ingaged in ecology, radioecology, atomic engineering, radiology, radiochemistry and radiobiology.
The collection is published with the support of the Global Environment Facility (GEF).

Редакційна колегія:

В. В. Петрук (головний редактор), В. М. Шестопалов (заступник головного редактора),
М. Д. Бондарьков (відповідальний секретар), Д. А. Базика, В. Г. Бар'яхтар, О. І. Бондар,
С. П. Гащак, Ю. О. Іванов, С. І. Кірєєв, Г. Д. Коваленко, Ю. О. Кутлахмедов,
Г. В. Лисиченко, Б. Я. Осколков, А. І. Савін, М. М. Талерко, Ю. О. Шибецький

Адреса редколегії:
вул. 77-ї Гвардійської дивізії, 11, м. Славутич, Київська обл., Україна, 07101
ДНДУ «Чорнобильський центр з проблем ядерної безпеки,
радіоактивних відходів та радіоекології»
Тел. (04579) 2-30-16, факс (04579) 2-81-44

© ДНДУ «Чорнобильський центр
з проблем ядерної безпеки, радіоактивних
відходів та радіоекології», 2018

ЗМІСТ

Передмова
В. В. Петрук …….4

Позвоночные животные Чернобыльской зоны (Чернобыльского радиационно-экологического биосферного заповедника), включенные в Красную книгу Украины (2009 год)
С. П. Гащак……5

Міжнародний семінар «Водоймище-охолоджувач Чорнобильської АЕС на стадії виведення з експлуатації: екосистемні та радіаційні дослідження»
Д. І. Гудков, Ф. В. Ланських, В. О. Сейда……55

Вынос радинуклидов из водоема-охладителя ЧАЭС с подземными водами в реку Припять: ретроспективный анализ и прогноз после снятия с эксплуатации
Д. А. Бугай, А. С. Скальский..……...60

Динамика показателей качества водной среды и радионуклидного загрязнения компонентов экосистемы водоема-охладителя Чернобыльской АЭС
Д. И. Гудков, В. И. Щербак, А. А. Протасов, А. А. Силаева, О. В. Пашкова, Н. Е. Семенюк, А. Е. Каглян, М. И. Линчук, А. М. Задорожная, В. В. Беляев, Л. П. Юрчук, Т. И. Степанова……67

Різноманіття фітопланктону та фітоперифітону водоймища-охолоджувача ЧАЕС на стадії спрацювання рівнів води
В. І. Щербак, Н. Є. Семенюк, Г. М. Задорожна..……..75

Основные этапы макросукцессии контурной (зооперифитон и зообентос) подсистемы водоема-охладителя Чернобыльской АЭС
А. А. Силаева, А. А. Протасов, Т. И. Степанова……81

Влияние выведения пруда-охладителя из эксплуатации на радиоэкологические условия грунтовых вод промплощадки ЧАЭС
Н. И. Панасюк, И. А. Литвин, Е. И. Петросенко……87

Прогнозна оцінка динаміки фізико-хімічних форм радіонуклідів у донних відкладеннях водоймища-охолоджувача ЧАЕС після осушення його
В. П. Процак, О. О. Одинцов, М. А. Журба, Н. М. Прокопчук, В. О. Кашпаров……..…92

Характеристика рослинного покриву й тваринного населення на ділянках осушеного дна водоймища-охолоджувача ЧАЕС
С. А. Паскевич, Д. В. Городецький…….……99

Динамика радиоэкологических характеристик водоема-охладителя Чернобыльской АЭС в процессе спуска воды и после него: начало и планирование исследований по проекту SATREPS в 2017-2021 годах
С. Юмацу, И. М. М. Рахман, А. Сакагучи, С. Ямасаки, Н. Шибасаки, Т. Вада, К. Нанба, М. Железняк……103

ПЕРЕДМОВА

Збірник, який Ви наразі читаєте, присвячено діяльності за проектом Глобального екологічного фонду (GEF) Програми ООН з навколишнього середовища (UNEP) **«Збереження, оптимізація й управління запасами вуглецю та біологічним різноманіттям у Чорнобильській зоні відчуження»**.

Метою проекту UNEP-GEF є сприяння Україні в створенні системи природоохоронної діяльності в межах і навколо Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ) для збереження цінних природних комплексів Полісся, які неможливо використовувати за традиційними господарськими напрямками, а також на підтримку природних процесів кругообігу вуглецю.

Важливим завданням проекту є допомога Україні в налагодженні роботи Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника, зокрема розроблення програм та напрямків природоохоронної діяльності, отримання наукової інформації щодо реальної цінності тих чи інших ділянок заповідника, чисельності та розподілу рідкісних видів рослин і тварин, проблем та перспектив збереження їх, можливих ризиків тощо. Така інформація стане основою для розроблення плану функціонального зонування заповідника та обґрунтування програми його діяльності.

Проект передбачає створення на базі заповідника Науково-дослідного природоохоронного центру, який має об'єднати наукові та моніторингові організації ЧЗВ та України. Центр сприятиме формуванню інформаційної бази та координації робіт у зоні відчуження, оптимізації досліджень, що проводяться на її території, та застосуванню отриманих результатів для розв'язання існуючих проблем, а також збереженню та сталому розвитку лісових та водно-болотних угідь і біорізноманіття ЧЗВ.

Проект стосується природоохоронної діяльності на місцевому, національному та міжнародному рівнях, сприятиме розробленню та розширенню мережі природоохоронних територій у ЧЗВ та навколо неї, а також розширенню використання зони відчуження в інтересах усіх зацікавлених сторін.

Основними партнерами проекту з боку України є Міністерство екології та природних ресурсів України та Державне агентство України з управління зоною відчуження. До реалізації проекту залучено науковців у галузі охорони природи та дослідження екологічних наслідків аварії на Чорнобильській АЕС, спеціалістів з лісоведення та захисту лісових насаджень від пожеж та інших фахівців.

Роботи за проектом розпочалися в 2016 р. За цей час зібрано та проаналізовано великий масив інформації щодо статусу та розвитку біорізноманіття та ландшафтів ЧЗВ, систем планового та наукового радіологічного моніторингу наземних і водних екосистем зони відчуження, розподілу радіонуклідів та впливу промислових об'єктів на стан ЧЗВ. Виконано низку необхідних організаційних заходів.

Публікацію матеріалів за проектом відкриває стаття кандидата біологічних наук Сергія Гащака, заступника директора Міжнародної радіоекологічної лабораторії Чорнобильського центру з науки. Стаття містить результати наукових досліджень та огляд існуючих даних щодо червонокнижних видів хребетних тварин ЧЗВ, автор дає оцінку можливості збереження кожного виду в зооценозах цього регіону.

Повну інформацію щодо проекту Ви можете отримати, завітавши на електронний ресурс http://chornobyl-gef.com

В. В. Петрук,
Голова Державного агентства України
з управління зоною відчуження

УДК [597/598/599+502.05(477)]:502.74

ПОЗВОНОЧНЫЕ ЖИВОТНЫЕ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ ЗОНЫ (ЧЕРНОБЫЛЬСКОГО РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА), ВКЛЮЧЕННЫЕ В КРАСНУЮ КНИГУ УКРАИНЫ (2009 ГОД)

С. П. Гащак

ГНИУ «Чернобыльский центр по проблемам ядерной безопасности, радиоактивных отходов и радиоэкологии», г. Славутич

По результатам собственных исследований и обзора литературных данных представлена сводка известной информации о позвоночных животных, имеющих охранную категорию в соответствии с Красной книгой Украины (2009 г.) и отмеченных в Чернобыльской зоне отчуждения в 1986–2018 годах. Всего таких видов 62, включая 8 рыб, 1 рептилию, 31 птицу и 22 млекопитающих. Десять видов, зарегистрированных в зоне отчуждения, имеют высокий международный охранный статус (IUCN): *Anser erythropus* (VU), *Aquila clanga* (VU), *Aquila heliaca* (VU), *Falco cherrug* (EN), *Myotis dasycneme* (NT), *Barbastella barbastellus* (NT), *Nyctalus lasiopterus* (VU), *Lutra lutra* (NT), *Equus ferus* (EN), *Bison bonasus* (VU). Кроме описания находок, дана оценка перспектив сохранения каждого вида в зооценозах региона с учетом природных условий и уровня антропогенного пресса.
Ключевые слова: Чернобыльская зона отчуждения, Красная книга Украины, редкие виды, позвоночные животные

Введение

Одна из целей создания Чернобыльского радиационно-экологического биосферного заповедника (далее − ЧБЗ) предусматривала сохранение наиболее типичных природных комплексов Полесья [1]. Помимо ландшафтов, гидрологических, почвенных и растительных условий, они включают и фауну. При этом традиционно особое внимание уделяется видам, внесенным в Красную книгу Украины [2], и местам их обитания. Собственно, наличие большого количества редких и охраняемых видов и та роль, которую играют данные угодья в их жизни, являются весомым основанием для заповедания территории во всем мире. То, что краснокнижные животные обитают в зоне отчуждения и зоне безусловного (обязательного) отселения (далее − ЗО) стало известно практически с самого начала [3–8], а в последующем подкреплено многочисленными исследованиями [9–23]. Тем не менее и сейчас наши представления о численности, распространении, экологических и биологических особенностях краснокнижных видов неполны, а для многих ограничиваются лишь констатацией факта их наличия. Целью данной работы является сведение воедино доступной на сегодня информации и представление ее в виде аннотированных очерков по каждому краснокнижному виду, зарегистрированному в ЗО после 1986 г. Эта информация является крайне важной при проведении функционального зонирования ЧБЗ, для разработки природоохранных мероприятий и планирования научных исследований.

© С. П. Гащак, 2018

В работе рассматриваются только позвоночные животные. Виды, присутствие которых в ЗО не доказано, но они отмечены на сопредельных территориях или их видовой ареал может включать ЗО, а также виды, факт присутствия которых на данной территории отмечен лишь в прошлом (до 1986 г.), представлены кратко в конце статьи.
В настоящей статье приняты следующие сокращения охранных категорий: 1) Международный союз охраны природы [24] − EN (исчезающий), VU (уязвимый), NT (близкий к угрожающему), LC (наименьшие риски), NE (риски не оценены); 2) Бернская конвенция об охране дикой флоры и фауны [25] − Берн-2 (приложение № 2 «Виды фауны, подлежащие строгой охране»), Берн-3 (приложение № 3 «Виды фауны, подлежащие охране»).
По совокупности полевых наблюдений и литературной информации в ЗО отмечено 339 видов позвоночных, включая 59 рыбообразных, 12 амфибий, 7 рептилий, 201 птицу и 57 млекопитающих [13, 15]. Из них 62 вида имеют ту или иную охранную категорию [2].

Аннотированные очерки

1. **Минога украинская** (Мінога українська, Ukrainian brook lamprey) − *Eudontomyzon mariae* (Berg, 1931). Отряд Круглоротые (Petromyzontiformes), семейство Миноговые (Petromyzontidae).
Охранные категории: исчезающий [2]; LC [24]; Берн-3 [25].
Сведения о виде в ЗО. Впервые в регионе миногу отметили по экземплярам, пойманным в р. Тетерев [26]. В 1959–1961 годах ее ловили в ближайших реках Беларуси [27], а в 1984 г. − на р. Уж возле с. Черевач (16 экземпляров находятся в коллекции Зоологического музея Национального научно-природоведческого музея НАН Украины, категория № 2360 [28]). В 1997 г. взрослую особь поймали на р. Тетерев возле с. Ораное, а в 1998 г. − личинку в водоеме-охладителе ЧАЭС [21] (рис. 1). Автор последней монографии констатировал снижение численности вида, связывая это с повышенной радиочувствительностью, хотя каких-либо доказательств не приводилось. Наличие миноги в ЗО, скорее всего, зависит от ее присутствия на ближайших участках рр. Припять и Днепр. Так, по литературным данным [26], она нуждается в чистых проточных водоемах с участками илистого дна, что частично соответствует характеристикам местных водоемов. Не исключено, что относительно низкая численность вида связана со слабым и нестабильным водообеспечением местных рек и каналов, их периодическим обмелением и относительно низким содержанием кислорода. Тем не менее благоприятным обстоятельством, повышающим шансы на сохранение вида, является почти полное отсутствие предприятий, оказывающих химическое загрязнение рек и ручьев, равно как и рыбоводческих хозяйств. Минога не должна испытывать пресса со стороны человека, а условия ЗО можно рассматривать как благоприятные. В целом же статус присутствия миноги пока еще неопределенный, что обусловлено недостатком данных. Их отсутствие, в свою очередь, связано с отсутствием целенаправленных исследований.

2. **Быстрянка** (Бистрянка звичайна, Spirlin) — *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782). Отряд Карпообразные (Cypriniformes), семейство Карповые (Cyprinidae).
Охранные категории: исчезающий [2]; LC [24]; Берн-3 [25].
Сведения о виде в ЗО. Детальная информации о быстрянке отсутствует. Однако сообщалось, что после 1986 г. ее добывали в рр. Тетерев [21] и Припять [13] (рис. 2). Учитывая небольшие размеры рыбы и недостаточное количество исследований, при

которых ее могли бы поймать, в настоящее время трудно судить о численности и распространении быстрянки в ЗО. Она нуждается в проточных чистых водоемах с достаточно высоким содержанием кислорода [29]. Таких рек и ручьев в ЗО мало. Тем не менее р. Тетерев является местом ее периодической регистрации уже многие десятилетия, есть она и в р. Припять [13, 21]. Отсутствие промыслового значения рыбы, гидротехнических сооружений и техногенного загрязнения водоемов, невысокий пресс со стороны человека создают низкие риски для быстрянки, а потому тут имеются благоприятные условия для ее сохранения и приумножения.

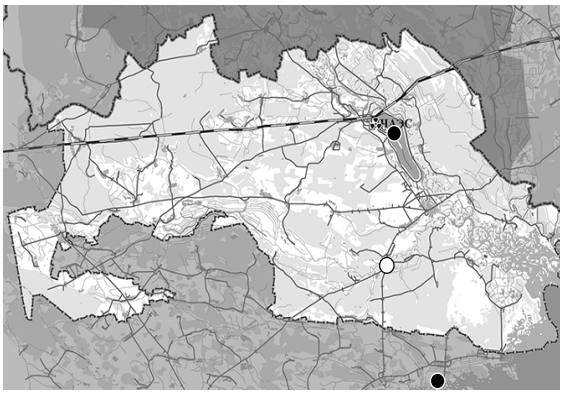


Рис. 1. Места регистрации миноги украинской в зоне отчуждения после 1986 г.

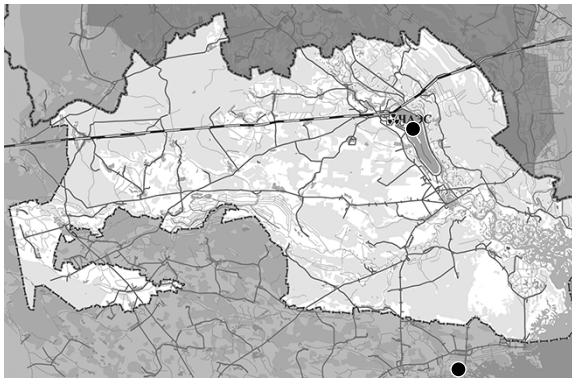


Рис. 2. Места регистрации быстрянки в зоне отчуждения после 1986 г.

3. **Усач днепровский** (Марена дніпровська, Dnieper barbel) − *Barbus borysthenicus* (Dybowski, 1862). Отряд Карпообразные (Cypriniformes), семейство Карповые (Cyprinidae).
Охранные категории: исчезающий [2]; NE (риски не оценены) [24].
Сведения о виде в ЗО. Детальной информации об усаче нет. Известно только, что в 2003 г. его добыли в р. Тетерев [21] (рис. 3). Ранее отмечали в р. Случ (бассейн р. Припять, 1984 г.) и р. Тетерев (бассейн р. Днепр, 1964 г.) в соседней Житомирской области [28]. Этот вид отдает предпочтение проточным водоемам с относительно быстрым течением и хорошим насыщением кислородом [30]. Строительство гидроэлектростанций и изменение гидрологического режима в реках Украины привели к повсеместному сокращению его численности. Тем не менее его изредка отлавливают в р. Тетерев, что, по-видимому, связано с сохранением благоприятных для этого вида условий в верхнем течении реки (за пределами ЗО). Подобные условия существуют и в ряде рек-притоков Припятского бассейна. В связи с этим усач может и в дальнейшем периодически регистрироваться в рр. Тетерев и Припять, однако это будут лишь заплывающие туда немногочисленные особи.

4. **Карась золотой** (Карась звичайний, Crucian carp) − *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758). Отряд Карпообразные (Cypriniformes), семейство Карповые (Cyprinidae).
Охранные категории: уязвимый [2]; LC [24].
Сведения о виде в ЗО. Несмотря на охранный статус, карась золотой является обычным видом для многих водоемов ЗО [13, 21] (рис. 4). В некоторых озерах поймы р. Припять он один из самых многочисленных видов [13], однако уже в районе Чернобыля, низовьях Припяти и Киевском водохранилище встречается гораздо реже. Внесение его в Красную книгу Украины (2009 г.) определялось резким сокращением численности, вызванным изменениями гидрологического режима и загрязнением рек, а также переловом [2]. На нижнем участке р. Припять это отразилось в падении доли карася в уловах по мере

продвижения к Киевскому водохранилищу, где рыбный промысел не прекращался [13]. В то же время при отсутствии промысла он остается самым многочисленным даже в очень «грязных» в радиационном отношении озерах. Как вид, устойчивый к заиленным водоемам с низким содержанием кислорода, которые наиболее характерны для данного региона, карась золотой имеет широкий выбор местообитаний. Отсутствие какого-либо техногенного и антропогенного воздействия на большей части ЗО также является фактором, благоприятным для поддержания устойчивой популяции вида. Тем не менее реальное его состояние можно установить только в результате проведения дополнительных исследований.

Рис. 3. Места регистрации усача днепровского в зоне отчуждения после 1986 г.

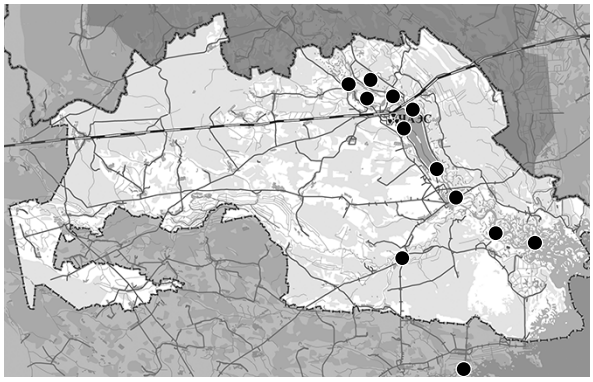


Рис. 4. Места регистрации карася золотого в зоне отчуждения после 1986 г.

5. **Елец** (Ялець звичайний, Common dace) − *Leuciscus leuciscus* (Linnaeus, 1758). Отряд Карпообразные (Cypriniformes), семейство Карповые (Cyprinidae).
Охранные категории: уязвимый [2]; LC [24].
Сведения о виде в ЗО. По результатам исследований прошлых лет [13, 21], елец является обычной, но малочисленной рыбой водоемов ЗО. Его ловили в рр. Припять и Тетерев, в водоеме-охладителе ЧАЭС (рис. 5). Более детальные данные отсутствуют. Охранный статус определяется резким сокращением численности ельца из-за изменения гидрологического режима и загрязнения рек, а также переловом [**2**]. Отсутствие какого-либо техногенного и антропогенного воздействия на большей части территории ЗО благоприятствует его сохранению в рр. Припять, Уж и Тетерев. В то же время выведение водоема-охладителя ЧАЭС из эксплуатации и превращение его в систему заболоченных стариц, скорее всего, приведет к исчезновению там ельца. Для более точных оценок статуса этого вида в ЗО необходимо проведение специальных исследований.

6. **Гольян озерный** (Мересниця озерна, Lake minnow) − *Rhynchocypris percnurus* (Pallas, 1814). Отряд Карпообразные (Cypriniformes), семейство Карповые (Cyprinidae).
Охранные категории: исчезающий [2]; LC [24].
Сведения о виде в ЗО. Детальная информация о гольяне озерном отсутствует. Известно лишь, что после аварии на ЧАЭС его ловили в бассейне р. Припять без указания конкретных водоемов [13]. В прошлом он регистрировался в слабопроточных и закрытых водоемах бассейнов р. Тетерев (Киевская область) и в верхних притоках Припяти [30]. Гольян является мелкой рыбкой, не имеющей промыслового значения, живущей в малопроточных и стоячих водоемах с илистым дном и устойчивой к дефициту кислорода [30]. В связи с этим условия ЗО полностью отвечают его

потребностям и благоприятны для сохранения вида. Имеющийся дефицит данных, возможно, является лишь следствием отсутствия соответствующих исследований.

7. **Налим** (Минь річковий, Burbot) − *Lota lota* (Oken, 1817). Отряд Трескообразные (Gadiformes), семейство Налимовые (Lotidae).
Охранные категории: уязвимый [2]; LC [24].
Сведения о виде в ЗО. Детальной информации о численности и распространении налима в ЗО нет. Его добывали в Припяти, в Тетереве и в Киевском водохранилище [13, 21] (рис. 6). По нашим данным, налим также является обычным объектом зимней рыбалки и на сопредельных участках р. Днепр (от пгт Любеч до Киевского водохранилища). По своей биологии налим не очень требователен к типам водоемов [31], но является холодолюбивым видом, а потому отдает предпочтение более глубоким местообитаниям, в мелкие участки водоемов заходит лишь в прохладные сезоны года. Поскольку он регулярно ловится в ЗО и окрестностях, можно считать, что данный регион отвечает его биологическим потребностям и благоприятен для сохранения вида. Этому же способствует и относительно низкий пресс человека на территории ЗО. Наиболее благоприятные местообитания находятся в русле р. Припять и на нижних участках рр. Уж и Тетерев.

Рис. 5. Места регистрации ельца
в зоне отчуждения после 1986 г.

Рис. 6. Места регистрации налима
в зоне отчуждения после 1986 г.

8. **Ерш-носарь** (Носар, Donets ruffe) − *Gymnocephalus acerina* (Güldenstädt, 1774). Отряд Окунеобразные (Perciformes), семейство Окуневые (Percidae).
Охранные категории: исчезающий [2]; LC [24].
Сведения о виде в ЗО. Детальной информации о численности и распространении ерша-носаря нет. В период после 1986 г. его периодически добывали в рр. Припять, Тетерев, в Киевском водохранилище и водоеме-охладителе ЧАЭС [13, 21] (рис. 7). Во всех случаях указывается, что это малочисленный, изредка попадающийся вид. Ерш-носарь считается оседлым [32]. Поскольку он периодически попадает в улов, то можно считать, что местные условия отвечают его потребностям, а потому благоприятны для сохранения вида. Этому же способствует и относительно низкий пресс со стороны человека на территории ЗО. В то же время известно, что ерш-носарь отдает предпочтение рекам с относительно быстрым течением, песчаным или каменистым дном, а также – с достаточно прохладной и насыщенной кислородом водой. Такие местообитания находятся в русле р. Припять и нижних участках рр. Уж и Тетерев.

Рис. 7. Места регистрации ерша-носаря в зоне отчуждения после 1986 г.

Рис. 8. Места регистрации ерша дунайского в зоне отчуждения после 1986 г.

9. **Ерш дунайский** (Йорж дунайський, Danube ruffe) − *Gymnocephalus baloni* (Holcík & Hensel, 1974 г.). Отряд Окунеобразные (Perciformes), семейство Окуневые (Percidae).
Охранные категории: неоцененный [2]; LC [24].
Сведения о виде в ЗО. Детальной информации о численности и распространении ерша дунайского в ЗО нет. В период после 1986 г. его периодически добывали в рр. Припять, Тетерев и Киевском водохранилище [13, 21] (рис. 8). Во всех случаях его оценивали как малочисленный вид. Помимо отловов в ЗО, ерша дунайского отмечали и на ближайших участках среднего течения Днепра [2, 32]. В связи с этим можно считать, что местные условия отвечают потребностям вида, а потому благоприятны для его сохранения. Этому также способствует и относительно низкий пресс со стороны человека на территории ЗО. Поскольку ерш дунайский отдает предпочтение глубоким участкам водоемов с насыщенной кислородом водой, то наиболее оптимальные местообитания расположены в русле р. Припять и на нижних участках рр. Уж и Тетерев.

10. **Медянка обыкновенная** (Мідянка звичайна, Smooth snake) − *Coronella austriaca* (Laurenti, 1768). Отряд Чешуйчатые (Squamata), семейство Ужеобразные (Colubridae).
Охранные категории: уязвимый [2]; LC [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. Детальной информации о численности и распространении медянки в ЗО нет. В период после 1986 г. мы ее отмечали дважды (рис. 9): 1) 31.07.2008 г. на берегу р. Уж в районе заброшенного лагеря отдыха «Сказочный» (E 030,042047°, N 51,195194°), одна особь; 2) 16–21.07.2013 г. возле разрушенного моста через р. Илья в районе заброшенной базы Яковецкого лесничества (E 029,615500°, N 51,394740°), две особи. Еще об одной находке позднее сообщил И. В. Чижевский (ГСП «Экоцентр»): 7.10.2017 г. на обочине дороги между с. Кривая Гора и Зимовище (E 030,204480°, N 51,397325°), одна особь (находка подтверждена фотографией). В первых двух случаях места находок располагались у проточных водоемов, возле участков старых широколиственных и смешанных лесов; в последнем – на окраине молодых сосново-березовых посадок в 200 м от ближайшего канала и сырого ольшаника. Несмотря на то, что медянка обнаружена лишь в 3 пунктах, эти точки очень удалены друг от друга и отличаются по природным характеристикам, что дает основания предполагать широкое распространение змеи. Дефицит данных, скорее всего, является следствием отсутствия целенаправленных поисков. Значительная часть ЗО покрыта хвойными, смешанными и лиственными лесами, что соответствует потребностям вида [33, 34]. Большая часть территории не затронута хозяйственной деятельностью, человека

тут практически нет, потому условия ЗО можно считать благоприятными для сохранения этого вида.

11. **Аист черный** (Лелека чорний, Black Stork) − *Ciconia nigra* (Linnaeus, 1758). Отряд Аистообразные (Ciconiiformes), семейство Аистовые (Ciconiidae).
Охранные категории: редкий [2]; LC [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. Черный аист является обычным немногочисленным гнездящимся видом ЗО. В середине XX века о нем знали мало [7, 35], однако в 80-х годах тут уже выявили 14 жилых гнезд и до 12 возможных гнездовых участков [36, 37]. После аварии на ЧАЭС жилые гнезда, потенциальные гнездовые участки и выводки молодых птиц неоднократно встречали во многих местах ЗО [11, 13] (рис. 10). По нашим данным, в благоприятных условиях плотность гнездовых участков составляет до 1 на 1000 га леса. Тем не менее полного учета гнездящихся птиц никто не проводил. По осторожным оценкам на середину нулевых годов XXI века [13] их было от 20 до 40 пар, что сопоставимо с оценками гнездящейся популяции на территории соседнего Полесского государственного радиационно-экологического заповедника Республики Беларусь [38]. ЗО отличается широким выбором подходящих угодий. Не менее 40 000 га лесов находится в возрасте 60–120 и более лет [39], что нравится крупной птице. В большинстве случаев такие леса окружены благоприятными кормовыми угодьями (водно-болотными, сырыми лугами, сырыми лесами). В то же время гнездование в ЗО сопряжено и с некоторыми рисками. Во-первых, проводимая в ЗО лесохозяйственная деятельность сокращает площадь спелых лесов. Во-вторых, в последние 15 лет наблюдается рост пресса хищников, о чем говорят останки взрослых и молодых птиц, разоренные и брошенные гнезда [13]. Только в одном гнезде орлана-белохвоста найдены останки 8 черных аистов [17]. Разорение части гнезд и гибель птенцов, по-видимому, связаны и с ростом численности рыси. Несмотря на это, еще рано говорить о перспективах вида. Для выяснения состояния гнездовой группировки необходимы целенаправленные исследования.

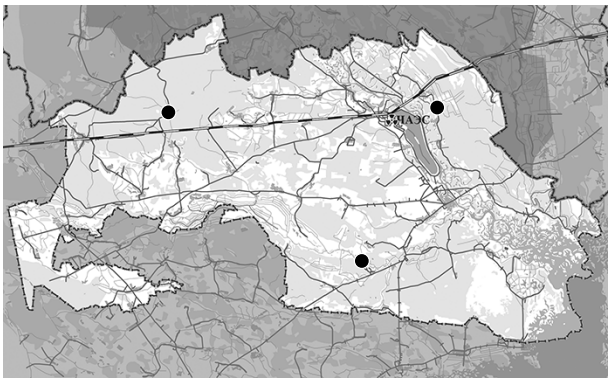


Рис. 9. Места регистрации медянки обыкновенной в зоне отчуждения после 1986 г.

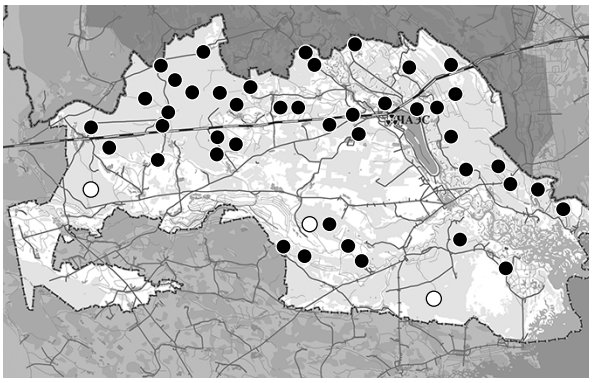


Рис. 10. Места регистрации черного аиста в зоне отчуждения после 1986 г.

12. **Пискулька** (Гуска мала, Lesser White-fronted Goose) − *Anser erythropus* (Linnaeus, 1758). Отряд Гусеобразные (Anseriformes), семейство Утиные (Anatidae).
Охранные категории: уязвимый [2]; VU (уязвимый) [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. Гусь пискулька отмечался в ЗО только изредка и только в период весенних миграций [13]. Это самый малочисленный гусь из отмеченных нами на пролетах. Как известно, данный регион лежит на пересечении двух магистральных путей сезонной миграции птиц − вдоль рр. Припять и Днепр, поэтому, как и в прошлом, он и

далее будет играть важную роль в поддержке пролетных птиц. Гнездование пискульки в ЗО маловероятно, поскольку она гнездиться в зоне тундры на севере Евразии. Однако низкий уровень антропогенного пресса в ЗО является благоприятным фактором и способствует поддержанию вида в период миграций.

13. **Утка серая** (Нерозень, Gadwall) − *Anas strepera* (Linnaeus, 1758). Отряд Гусеобразные (Anseriformes), семейство Утиные (Anatidae).
Охранные категории: редкий [2]; LC [24]; Берн-3 [25].
Сведения о виде в ЗО. Сведений об этом виде немного. Гнездо серой утки мы находили только один раз в 1998 г. на водоеме-охладителе ЧАЭС в смешанной колонии серебристой чайки и большого баклана (рис. 11). В тоже время, по наблюдениям в период сезонных миграций (август 2001 г.), численность серой утки может быть сопоставимой с численностью кряквы (наиболее обычного представителя этого отряда) [13]. Таким образом, можно считать, что это – малочисленный гнездовой вид ЗО, но он чаще наблюдается в периоды сезонных миграций. В целом условия ЗО отвечают потребностям вида. Отсутствие регистраций, скорее всего, является следствием отсутствия целенаправленных поисков в совокупности с тотальным падением численности этого вида в Европе. Вместе с тем следует отметить, что водно-болотные угодья ЗО не отличаются высокой продуктивностью и имеют относительно низкую плотность гнездящейся водно-болотной птицы. К тому же тут высок и пресс хищников. Вследствие этого численность гнездовой группировки серой утки будет и далее оставаться низкой, однако отсутствие человека является благоприятным фактором и способствует сохранению вида.

14. **Гоголь обыкновенный** (Гоголь, Goldeneye) − *Bucephala clangula* (Linnaeus, 1758). Отряд Гусеобразные (Anseriformes), семейство Утиные (Anatidae).
Охранные категории: редкий [2]; LC [24]; Берн-3 [25].
Сведения о виде в ЗО. Гоголя в ЗО наблюдали только в периоды сезонных миграций (например, в марте и апреле 1997 г. возле г. Припять) [13] (рис. 12). Видели мы его и на зимовке в декабре 2000 г. возле г. Чернобыль. Однако гнездование гоголя также не исключается. В 1985 г. гоголь загнездился в искусственном гнездовье возле с. Буда-Варовичи [6], а в 2008 г. − на территории соседнего Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (Беларусь, возле с. Красноселье) [38]. В целом пока еще трудно сказать, гнездится гоголь в ЗО или нет, поскольку целенаправленные поиски в этом направлении не проводились. Так как птица гнездится в дуплах старых деревьев, то сочетание дуплистых древостоев и водоемов является ключевым для поддержания гнездовой группировки. В ЗО такие участки находятся в пойме рр. Припять, Уж, Илья и в ряде других мест, хотя в целом их относительно немного. В нынешней ситуации принципиально изменить положение могут только строительство искусственных гнездовий и развешивание их в подходящих местообитаниях. До этого гоголь будет оставаться птицей, пребывающей в регионе преимущественно в период миграций и зимних кочевок.

Рис. 11. Места регистрации серой утки в зоне отчуждения после 1986 г.

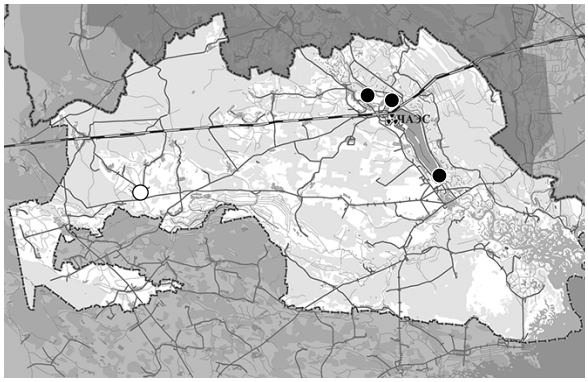


Рис. 12. Места регистрации гоголя обыкновенного в зоне отчуждения после 1986 г.

15. **Скопа** (Скопа, Osprey) − *Pandion haliaetus* (Linnaeus, 1758). Отряд Ястребообразные (Accipitriformes), семейство Скопиные (Pandionidae).
Охранные категории: исчезающий [2]; LC [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. По нашим данным [13], скопа лишь изредка появляется в ЗО − прежде всего в период осенней миграции (16.09.1997 г., 27.08.1999 г., 6.09.1999 г., 10.09.2014 г., 4.09.2016 г.) и лишь однажды ее отметили в гнездовой период (10.06.1995 г. и 7.07.1995 г.). Во всех случаях это были одинокие птицы, и они держались поймы р. Припять или мест, расположенных недалеко от нее (рис. 13). Аналогичные наблюдения делались и на территории соседнего Полесского государственного радиационно-экологического заповедника [38]. Случаев гнездования скопы не было. Это рыбоядный хищник, и в ЗО большой выбор кормовых угодий, однако перспективы гнездования невелики. В последнее столетие скопа почти перестала гнездиться в Украине [40]. Ближайшие известные на сегодня гнезда расположены в Волынской обл. [2] и на севере Беларуси [41]. Кроме того, гнездованию скопы может мешать и пищевая конкуренция с орланом-белохвостом, которого в ЗО сравнительно много. В то же время есть все основания ожидать, что скопа и далее будет появляться в регионе в период сезонных миграций.

16. **Коршун черный** (Шуліка чорний, Black Kite) − *Milvus migrans* (Boddaert, 1783). Отряд Ястребообразные (Accipitriformes), семейство Ястребиные (Accipitridae).
Охранные категории: уязвимый [2]; LC [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. На территории ЗО это редкий залетный и, возможно, гнездовой вид. В далеком прошлом он здесь гнездился, однако стал исчезать еще в середине XX века [35, 40]. В ЗО его наблюдали только однажды − летом 1991 г. в окрестностях с. Копачи [42] (рис. 14). В 90-х годах черного коршуна считали редким видом, возможно гнездящимся в соседнем Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике (Беларусь) [43]. Там же в гнездовой период 2005 года его отмечали на двух участках [38], а позже число гнездящихся птиц уже оценивалось в 1–3 пары [44]. С учетом того, что черный коршун в прошлом обитал на данной территории [40], а ближайшая большая гнездовая группировка находится в Черниговской обл. вдоль р. Десны [45], и также факт появления гнездовых птиц на соседней территории Беларуси [44], перспективы восстановления вида в ЗО существуют. Отсутствие регулярного населения и низкий пресс со стороны человека могут также способствовать этому.

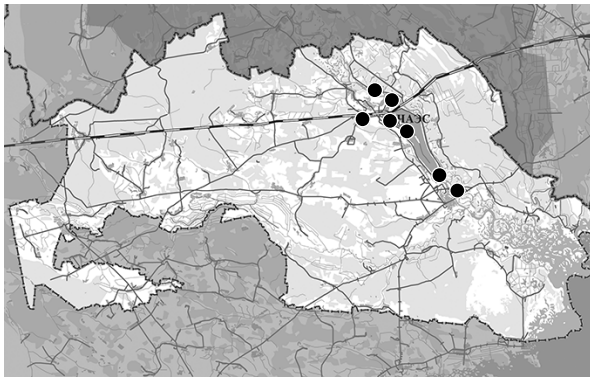


Рис. 13. Места регистрации скопы
в зоне отчуждения после 1986 г.

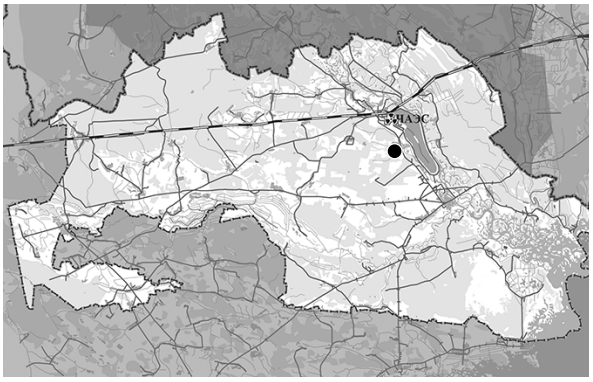


Рис. 14. Места регистрации коршуна черного
в зоне отчуждения после 1986 г.

17. **Лунь полевой** (Лунь польовий, Hen Harrier) − *Circus cyaneus* (Linnaeus, 1766). Отряд Ястребообразные (Accipitriformes), семейство Ястребиные (Accipitridae).
Охранные категории: редкий [2]; LC [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. В данном регионе полевой лунь хотя и редко, но встречается во время осенних миграций [38, 44]. Бывает он и в гнездовой период. Так, две разные самки были отмечены в двух удаленных точках возле с. Ильинцы 9.06.2010 г. [17] (рис. 15). И хотя характер пребывания птиц установить не удалось, гнездование не исключалось. Вместе с тем в соседнем Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике (Беларусь) численность гнездящихся птиц оценивали в 0–10 пар [44]. По всей видимости, в ЗО полевой лунь является редким пролетным и эпизодически гнездящимся видом. Этому способствуют наличие открытых ландшафтов и отсутствие людей. В то же время продолжающееся залесение лугов неуклонно сокращает количество подходящих местообитаний, поэтому перспективы региона в сохранении этой птицы небольшие.

18. **Лунь луговой** (Лунь лучний, Montagu`s Harrier) − *Circus pygargus* (Linnaeus, 1758). Отряд Ястребообразные (Accipitriformes), семейство Ястребиные (Accipitridae).
Охранные категории: уязвимый [2]; LC [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. Луговой лунь является редким гнездящимся видом ЗО. Гнездо с птенцами найдено только один раз, в июне 1995 г. недалеко от атомной станции [13] (рис. 16). Но охотящихся взрослых птиц видели неоднократно. Только в последние несколько лет их отмечали возле с. Ильинцы (территориальный самец, 5.07.2010 г.), в 4 км западнее Чернобыля (гнездовая пара, 6.07.2010 г.), и позднее там же, возле Чернобыля (взрослый самец, 24.05.2012 г.) [17] (рис. 16). Численность гнездящихся птиц в этот период могла достигать 10 пар, но точные данные отсутствуют из-за недостаточности проводимых исследований. В прошлом луговой лунь являлся обычной гнездящейся и пролетной птицей региона [40], хотя численность его стала сокращаться еще в середине XX века. Он тяготеет к луговым ландшафтам с хорошим увлажнением, которых в ЗО еще достаточно много. Отсутствие людей также благоприятствует гнездованию. Однако постепенное залесение лугов и бывших агроценозов неуклонно сокращает количество подходящих стаций. Не исключено, что в будущем этот лунь станет еще более редким видом.

Рис. 15. Места регистрации луня полевого в зоне отчуждения после 1986 г.

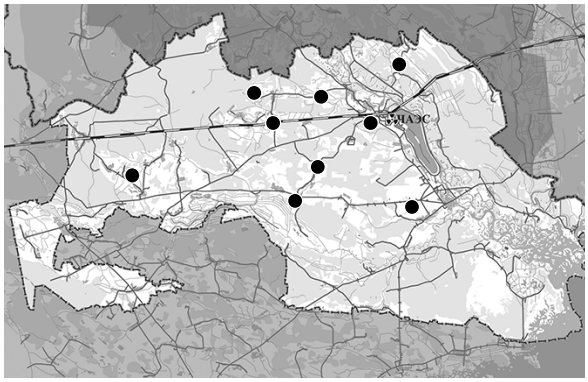


Рис. 16. Места регистрации луня лугового в зоне отчуждения после 1986 г.

19. **Змееяд** (Змієїд, Short-toed Eagle) − *Circaetus gallicus* (Gmelin, 1788). Отряд Ястребообразные (Accipitriformes), семейство Ястребиные (Accipitridae).
Охранные категории: уязвимый [2]; LC [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. Змееяд − немногочисленный гнездящийся вид ЗО. Гнезда и гнездовые территории находили и до 1986 г. [35, 46]. После аварии на ЧАЭС территориальных (гнездящихся?) птиц (иногда парами) отмечали на многих участках ЗО [13, 17 и неопубликованные данные] (рис. 17): район с. Рудьки (26.07.2014 г.); между Старой Красницей и Толстым Лесом (24.11.2006 г., 23.05.2012 г., 14.06.2012 г.); южнее с. Старые Шепеличи (29.04.2013 г.); район между заброшенной усадьбой Новошепеличского лесничества и ЧАЭС (8.07.2002 г., 28.05.2004 г., 29.05.2004 г., 15.06.2004 г., 7.08.2005 г., 9.08.2005 г., 6.06.2013 г., 26.07.2014 г.); район между Корогодом, Новоселками и Глинкой (23.06.1998 г., 5.07.2010 г., 25.05.2012 г.); район между Зимовищем, Красным и Машево (1.07.1998 г., 3.08.1999 г., 8.06.2010 г.); район с. Парышев (1.08.1999 г., 13.06.2003 г., 17.07.2003 г., 9.06.2010 г.); район с. Городище (июль 2010 г.); район сс. Мартыновичи и Рудня-Ильинецкая (июль 2010 г.). Предполагается, что в последние годы здесь гнездится до 15 пар [17]. Бывают они и в периоды сезонных миграций. Змееяд всегда являлся обычной гнездящейся и пролетной хищной птицей данной территории [40]. Он нуждается в старых лесах и чувствителен к беспокойству, поэтому условия ЗО ему благоприятствуют. Современные оценки численности и распространения змееяда в регионе базируются на эпизодических наблюдениях, а потому явно неполные. Вполне возможно, что здесь гнездится больше этих птиц.

20. **Подорлик большой** (Підорлик великий, Spotted Eagle) − *Aquila clanga* (Pallas, 1811). Отряд Ястребообразные (Accipitriformes), семейство Ястребиные (Accipitridae).
Охранные категории: редкий [2]; VU (уязвимый) [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. Подорлик большой в прошлом обычный, а ныне крайне редкий орел фауны Украины [2, 40]. Его визуальное определение в полевых условиях (а именно различие с малым подорликом) сопряжено с определенными трудностями и, как правило, ненадежно. Поэтому убедительных доказательств присутствия этой птицы в ЗО долгое время не было. Наиболее близкие по внешнему виду птицы (со светлым надхвостьем) отмечены дважды [13] (рис. 18): 12.07.2000 г. – слетела с дороги перед машиной в районе с. Зимовище; 18.04.2002 г. – слетела с гнезда в 3 км севернее с. Старые Шепеличи (при дальнейших проверках гнездо оказалось брошенным). Наконец в 2012 г. при обследовании лесных массивов Лубянского лесничества (квартал 280) было обнаружено большое гнездо в 3-х км севернее с. Бовище [17]. При повторной проверке

22.05.2012 г. оттуда слетела самка большого подорлика. Пара оказалась гибридной: самец относился к малому подорлику (*A. pomarina*). При очередной проверке (26.07.2012 г.) обнаружили птенца в предвылетном состоянии со смешанным типом окраски оперения. Еще одну пару больших подорликов видели 25.06.15 г. в районе с. Старые Шепеличи (устное сообщение Домашевского С. В.), что совпадает с гнездовым участком птиц, наблюдавшихся в 2002 г. Наконец в январе 2018 г., при обследовании угодий в юго-восточной части ЗО выявлены 3–4 гнезда, которые по внешним характеристикам (крупные размеры, на высоте 7–15 м, с обилием веток с листьями, вблизи крупных болот) могли бы принадлежать большому подорлику (рис. 18). По литературным данным, на территории соседнего Полесского государственного радиационно-экологического заповедника гнездится не менее 3–5 пар больших подорликов [44]. Как известно, для гнездования большой подорлик выбирает леса в окружении либо поблизости крупных болот или водоемов [40]. В случае гнезд, выявленных в ЗО, это были именно такие местообитания. ЗО имеет несколько участков с подобными характеристиками: 1) лесные и болотные массивы на северо-западной окраине ЗО; 2) между сс. Речица, Старые Шепеличи и Буряковка; 3) между сс. Усов, Машево, Красное; 4) между сс. Зимовище, Городчан; 5) лесные массивы на юго-востоке ЗО (рис. 18). Дальнейшее обследование этих территорий может существенно дополнить информацию о численности птицы в гнездовой период. Большой подорлик посещает ЗО и во время сезонных миграций. Отсутствие человека и лесохозяйственной деятельности в ЗО играет положительную роль в сохранении этого вида.

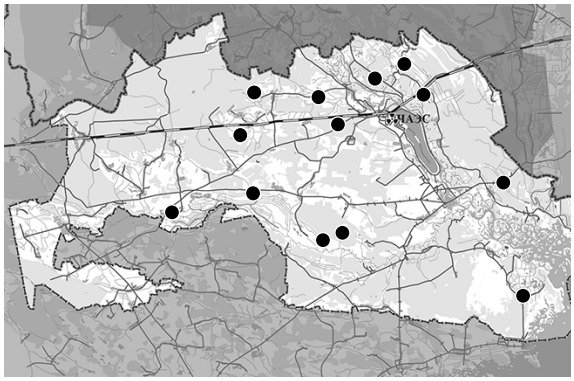


Рис. 17. Места регистрации змееяда в зоне отчуждения после 1986 г.

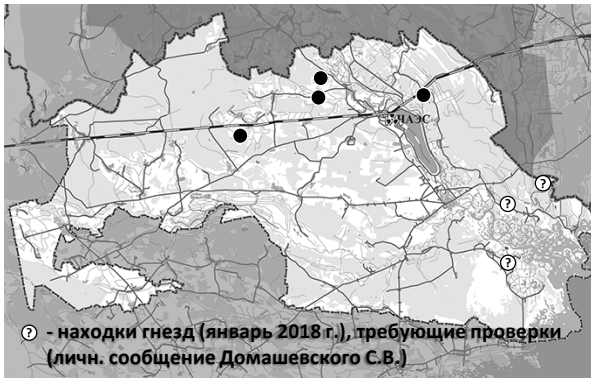


Рис. 18. Места регистрации подорлика большого в зоне отчуждения после 1986 г.

21. **Подорлик малый** (Підорлик малий, Lesser Spotted Eagle) − *Aquila pomarina* (C. L. Brehm, 1831). Отряд Ястребообразные (Accipitriformes), семейство Ястребиные (Accipitridae).

Охранные категории: редкий [2]; LC [24]; Берн-2 [25].

Сведения о виде в ЗО. Малый подорлик — обычный малочисленный вид ЗО. Определение его в полевых условиях (различие с большим подорликом) не очень надежно. Однако, поскольку он более многочислен в Украине [2], большую часть наблюдений «подорликов» в ЗО, по-видимому, следует относить именно к этому виду (рис. 19). За все время наблюдений выявлено только два жилых гнезда: 1) 1,5 км к северу от с. Бовище (8.05.2006 г.), 2) в 2 км южнее с. Ивановка (9.06.2010 г.) [13, 17]. Остальные ранее обнаруженные гнезда (10–15 шт.), которые по характеристикам могли принадлежать малому подорлику, либо при проверке оказывались пустыми, либо не проверялись. В то же время отдельных птиц или их пары, держащиеся на определенных территориях в гнездовой период, отмечали на многих участках [13, 17 и

неопубликованные собственные данные] (рис. 19): 1) район сс. Кривая Гора и Староселье (18.05.1997 г., 2.07.1998 г.); 2) восточнее с. Парышев (23.04.02, 3.06.04, 6.06.10); 3) участок между КПП «Парышев-2» и с. Кошевка (12.06.1997 г., 21.05.1998 г., 26.06.1998 г., 23.05.1999 г.); 4) с. Рудьки (22.05.1999 г.); 5) район сс. Речица и Новая Красница (25.04.2009 г., 17.04.2012 г., 24.05.2012 г., 11.04.2013 г., 30.04.2013 г., 21.06.2013 г.); 6) западнее с. Старая Красница (22.04.00, 24.04.13); 7) окрестности с. Старые Шепеличи (21.04.2002 г., 3.08.2005 г., 16.04.2014 г.); 8) район заброшенной усадьбы Новошепеличского лесничества (16.05.2008 г., 25.05.2014 г.); 9) севернее с. Глинка (27.05.2012 г.); 10) район с. Новоселки (24.04.2012 г., 15.06.2012 г.); 11) район с. Красное (13.07.2015 г.); 12) район с. Рудня-Ильинецкая (9.06.2010 г.); 13) район с. Куповатое (5.07.2012 г.); 14) район с. Заполье (12.07.2010 г., 29.05.2013 г., 24.04.2015 г.). По предварительным оценкам, в ЗО может гнездиться не менее 20 пар малых подорликов [17]. Эта птица является обычной и в период сезонных миграций. Поскольку малый подорлик отдает предпочтение сырым лесам, граничащими с открытыми ландшафтами [2], то в ЗО он имеет богатый выбор подходящих местообитаний. Отсутствие человека и лесохозяйственной деятельности также положительно сказывается на этом виде. Его перспективы в ЗО хорошие, не исключено и дальнейшее возрастание численности. Однако имеющиеся на сегодня оценки численности гнездовых пар и представления об их распределении по региону явно неполные, для исправления ситуации необходимы более глубокие исследования.

22. **Могильник** (Могильник, Imperial Eagle) − *Aquila heliaca* (Savigny, 1809). Отряд Ястребообразные (Accipitriformes), семейство Ястребиные (Accipitridae).
Охранные категории: редкий [2]; VU (уязвимый) [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. Этот орел на данной территории отмечен лишь однажды: по данным радиослежения, неполовозрелая птица по кличке Panni, помеченная спутниковым передатчиком в Венгрии в 2011 г., долетала до юго-западной окраины ЗО (Котовское лесничество, район с. Новая Марковка) в первой декаде мая 2012 г. (http://www.satellitetracking.eu/inds/showtable) [17] (рис. 20). Поскольку известный гнездовой ареал могильника располагается значительно южнее ЗО, на границе лесной и лесостепной зон Украины [40], то факт его появления в регионе можно считать случайным. Такие появления не исключены и далее, однако территория ЗО не может играть существенной роли в сохранении вида.

23. **Беркут** (Беркут, Golden Eagle) − *Aquila chrysaetos* (Linnaeus, 1758). Отряд Ястребообразные (Accipitriformes), семейство Ястребиные (Accipitridae).
Охранные категории: уязвимый [2]; LC [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. По результатам полевых наблюдений, беркут появляется в ЗО крайне редко и исключительно в период сезонных миграций [17]. Так, его наблюдали 31.03.2010 г. в пойме р. Уж, 7.04.2012 г. – у с. Бовище, 31.10.2015 г. – в 4 км к югу от с. Корогод (рис. 21). На территории соседнего Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (Беларусь) в феврале 1998 г., было отмечено 5–10 особей [47]. В летний период беркута никогда не наблюдали, а поступавшие ранее сообщения считаем сомнительными, скорее всего, это – результат ошибочного определения орлана белохвостого, которого в этом регионе сравнительно много. В настоящее время ближайшие к ЗО места гнездования беркута расположены в Карпатах [2], и вероятность его гнездования в ЗО (или даже пребывания в летний период) крайне низкая. Но залеты этих птиц в период сезонных миграций не исключены. И хотя ЗО не может иметь существенного значения в сохранении вида, отсутствие беспокоящих

факторов со стороны человека и хорошая кормовая база могут играть положительную роль в поддержании мигрирующих птиц.

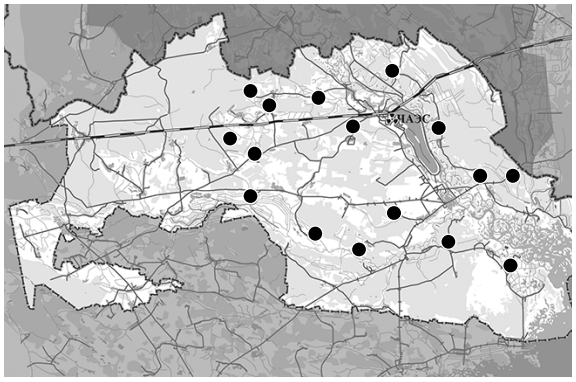


Рис. 19. Места регистрации подорлика малого в зоне отчуждения после 1986 г.

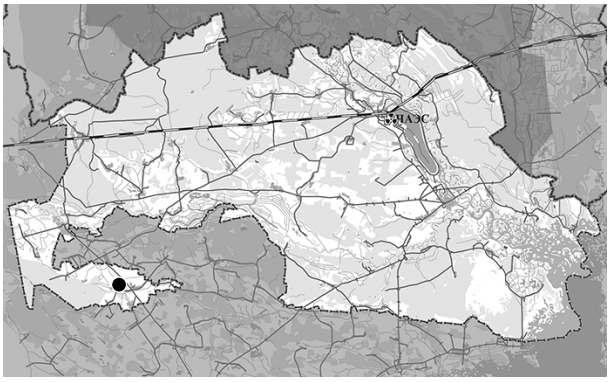


Рис. 20. Места регистрации могильника в зоне отчуждения после 1986 г.

24. **Орлан-белохвост** (Орлан-білохвіст, White-tailed Eagle) − *Haliaeetus albicilla* (Linnaeus, 1758). Отряд Ястребообразные (Accipitriformes), семейство Ястребиные (Accipitridae).

Охранные категории: редкий [2]; LC [24]; Берн-2 [25].

Сведения о виде в ЗО. Орлан-белохвост − обычная из немногочисленных хищных птиц региона. Регулярно регистрируется как в гнездовой период, так и во время сезонных кочевок. В середине XX века был редок, сведений о гнездовании не имелось [35]. В 80-х годах появилась тенденция к увеличению его численности в районе Киевского водохранилища [48]. Уже в 1987–1989 гг. на территории ЗО предполагалось гнездование от 4 до 6 пар орланов [8]. Предположения о 5–8 гнездовых парах высказывались и позже [13, 20]. По последним оценкам [17], здесь гнездится не менее 10 пар. Из-за недостаточности исследований к настоящему времени известны только 5 участков с гнездами (рис. 22): 1) в 3 км на север от с. Куповатое (квартал 99 Опачичского лесничества) на дубе на островном участке леса посреди болот, используется, как минимум, с 2003 г. (по результатам проверки в январе 2018 г. гнездо обрушилось, личное сообщение С. В. Домашевского); 2) в 3 км к западу от ЧАЭС, ур. Ступниковое (квартал 22 Корогодского лессового отделения (ЛО)) на окраине старого соснового леса, используется, как минимум, с 2003 г.; 3) в 2,5 км западнее с. Новоселки на сосне в старом дубово-грабовом лесу (квартал 324 Корогодского ЛО), используется, как минимум, с 2012 г.; 4) в 3 км на северо-запад от с. Старые Шепеличи на дубе на окраине ольшаника (квартал 129 Лубянского лесничества), используется, как минимум, с 2014 г.; 5) в 4,5 км на северо-восток от с. Парышев (квартал 278 Парышевского ЛО), на «островке» старого смешанного леса на сосне посреди сырых заболоченных лиственных лесов, обнаружено в январе 2018 г. (личное сообщение С. В. Домашевского). Также ранее сообщалось о находке в 1992 г. еще одного гнезда в районе с. Кошевка [49], но позднее оно не было обнаружено. Несмотря на большие размеры гнезд, их поиск сопряжен с многочисленными трудностями. Не все из них расположены вблизи опушек (гнездо возле с. Новоселки находится в глубине лесного массива), птицы нередко имеют несколько гнезд на одном участке, а гнездятся не каждый год. Поэтому только дальнейшие исследования могут прояснить ситуацию с численностью и распределением гнездящихся пар. В то же время орланы-белохвосты довольно многочисленны в период сезонных миграций и зимних кочевок. Существует немало сообщений о скоплении от 40 до 100 птиц только в одном месте (как правило, возле полыньи на водоемах) [13, 38, 50].

Верхнее Поднепровье − наиболее населенный орланами регион Украины [2]. Здесь они держатся на протяжении всего года, что обеспечивается наличием лесов, водоемов и богатыми рыбными ресурсами. Кроме того, поскольку орлан не является облигатным ихтиофагом, а охотится также на птиц и зверей и никогда не отказывается от падали, это существенно расширяет кормовую базу в условиях ЗО. Спуск водоема-охладителя ЧАЭС, где орланы часто концентрировались в прошлом, вряд ли будет иметь серьезные последствия. Богатство наземной фауны и отсутствие человека содействуют их процветанию по всей территории. Однако пока еще сложно говорить, насколько численность орлана достигла пределов насыщения и зависит ли их благополучие только от ресурсов ЗО. Для этого нужны дополнительные исследования.

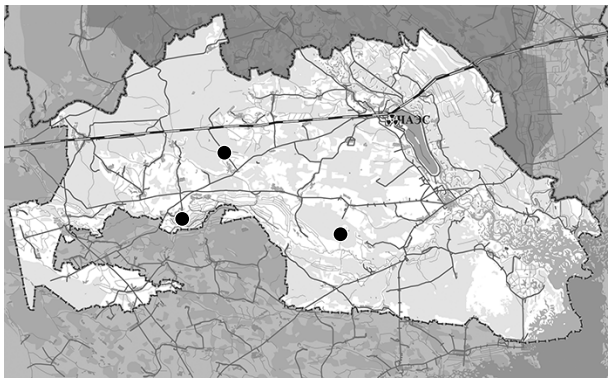


Рис. 21. Места регистрации беркута в зоне отчуждения после 1986 г.

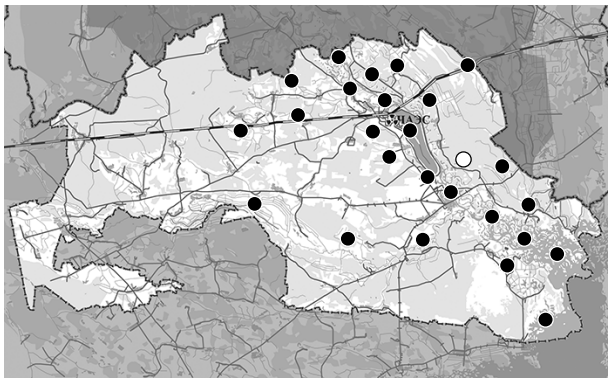


Рис. 22. Места регистрации орлана белохвостого в зоне отчуждения после 1986 г.

25. **Балабан** (Балабан, Saker) − *Falco cherrug* (Gray, 1834). Отряд Соколообразные (Falconiformes), семейство Соколиные (Falconidae).
Охранные категории: уязвимый [2]; EN [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. В настоящее время балабан − редкий, залетный вид, но в прошлом гнездовую пару птиц находили в устьевой части р. Уж [40]. После аварии на ЧАЭС в мае 1988 г., гнездо балабана с птенцами было обнаружено в старом вороньем гнезде на ЛЭП в долине р. Уж возле с. Мартыновичи (сообщение С. П. Прокопенко [17]) (рис. 23). С той поры балабанов в ЗО не наблюдали. Однако, по данным радиослежения, самку балабана, помеченную спутниковым передатчиком в Венгрии, обнаружили на западных окраинах ЗО в июле 2008 г. (http://www.satellitetracking.eu/inds/showtable) [17]. По данным этого же источника, и другие особи, за которыми осуществлялось спутниковое слежение, также пролетали недалеко от данного региона. В настоящее время гнездовой ареал балабана находится преимущественно в степной зоне Украины в сотнях километров к югу [2], поэтому вероятность его гнездования в ЗО крайне низка. Но залеты кочующих птиц не исключены. И хотя территория ЗО не может играть существенной роли в сохранении вида, отсутствие беспокоящих факторов со стороны человека и хорошая кормовая база могут играть положительную роль в поддержании мигрирующих птиц.

26. **Сапсан** (Сапсан, Peregrine) − *Falco peregrinus* (Tunstall, 1771). Отряд Соколообразные (Falconiformes), семейство Соколиные (Falconidae).
Охранные категории: редкий [2]; LC [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. Ранее этот вид наблюдали на севере Киевской обл. только на пролете или зимой [35]. Последние известные случаи были в апреле 1988 г. (рис. 24): в окрестностях с. Теремцы и непосредственно на ЧАЭС (сообщение С. П. Прокопенко [17]). В последующие годы сапсана отмечали только на пролете на прилегающей

территории Черниговской обл. у с. Сорокошичи 8.10.1998 г. и 7.10.2011 г. [17]. Поскольку ЗО находится вдалеке от всех гнездовых ареалов [2], появление здесь сапсана возможно исключительно на пролете и во время кочевок. И хотя территория ЗО не может иметь существенного значения в сохранении вида, отсутствие беспокоящих факторов со стороны человека и хорошая кормовая база могут играть положительную роль в поддержании мигрирующих птиц.

Рис. 23. Места регистрации балабана в зоне отчуждения после 1986 г.

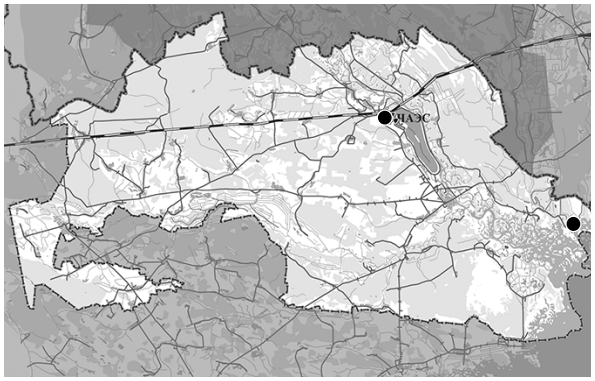


Рис. 24. Места регистрации сапсана в зоне отчуждения после 1986 г.

27. **Тетерев** (Тетерук, Black Grouse) − *Lyrurus tetrix* (Linnaeus, 1758). Отряд Курообразные (Galliformes), семейство Фазановые (Phasianidae).
Охранные категории: исчезающий [2]; LC [24]; Берн-3 [25].
Сведения о виде в ЗО. Тетерев является обычным оседлым видом региона. Его часто отмечали до 1986 г. [35], но затем численность заметно возросла. Благодаря отсутствию человека и прекращению сельскохозяйственной деятельности птицы распространились по всем бывшим агроценозам и мелиоративным системам ЗО [13] (рис. 25). Точные оценки их численности отсутствуют, но, по нашим данным, в благоприятных стациях весной насчитывается до 0,6 токовищ на 1 км^2. С учетом площади подходящих местообитаний общая численность тетерева в ЗО может достигать нескольких тысяч птиц. В настоящее время местные условия не просто соответствуют потребностям вида, но и наиболее благоприятны. Тетерев – птица полуоткрытых стаций − лугов в сочетании с разреженной древесно-кустарниковой растительностью. Такие условия характерны для 50% общей площади. Человека здесь практически нет, и на тетерева никто не охотится. Однако будущее не так однозначно. Сукцессия агроценозов, начавшаяся в результате прекращения хозяйственной деятельности, привела к почти двукратному сокращению площади открытых ландшафтов и замене их на лесные угодья. Если лесовосстановление продолжится такими темпами, численность тетерева и его распространение также снизятся. И все же тетерев является автохтонным видом Полесья и, несомненно, останется в наиболее устойчивых к залесению луговых системах.

28. **Рябчик** (Орябок, Hazel Grouse) − *Tetrastes bonasia* (Linnaeus, 1758). Отряд Курообразные (Galliformes), семейство Фазановые (Phasianidae).
Охранные категории: уязвимый [2]; LC [24]; Берн-3 [25].
Сведения о виде в ЗО. Рябчик всегда рассматривался как обычный оседлый вид региона [35, 51]. После аварии его регулярно регистрировали на многих участках ЗО [13] (рис. 26), и, хотя учета численности никто не проводил, в целом, создается впечатление, что рябчиков стало больше. Чаще всего они попадаются в лиственных и смешанных лесах с хорошим увлажнением и развитым подлеском. В других типах леса они редки.

Это автохтонный вид региона, и, хотя ЗО находится на южной границе его современного ареала, здесь много возможностей и хорошие перспективы. Лесовосстановление, которое продолжается по всей территории зоны, лишь увеличивает количество потенциально пригодных стаций. Принимая во внимание то, что рябчик всегда рассматривается как объект охоты человека, ЗО предоставляет огромные возможности для его защиты и сохранения.

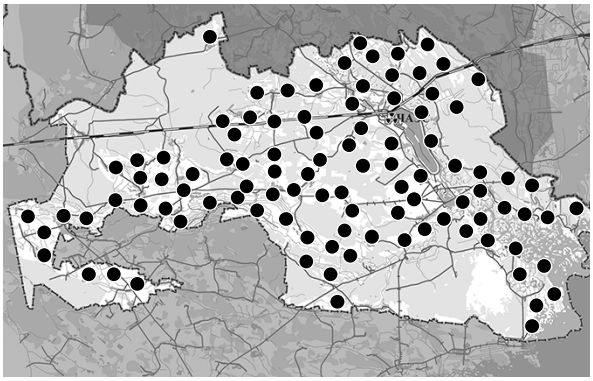


Рис. 25. Места регистрации тетерева в зоне отчуждения после 1986 г.

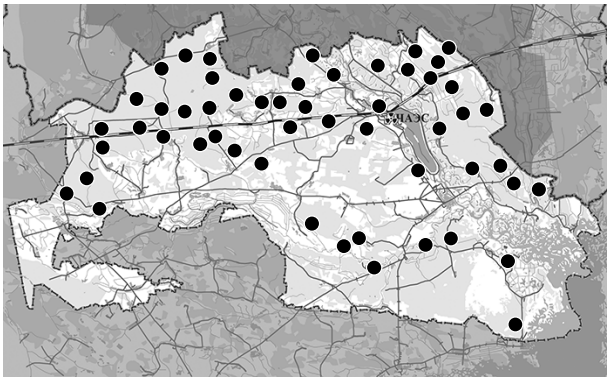


Рис. 26. Места регистрации рябчика в зоне отчуждения после 1986 г.

29. **Журавль серый** (Журавель сірий, Crane) − *Grus grus* (Linnaeus, 1758). Отряд Журавлеобразные (Gruiformes), семейство Журавлиные (Gruidae).

Охранные категории: редкий [2]; LC [24]; Берн-2 [25].

Сведения о виде в ЗО. Журавль был обычной гнездящейся птицей данного региона, но интенсивное осушение заболоченных земель привело к сокращению гнездовой группировки и исчезновению птиц с ряда участков [5, 35]. После аварии частота их регистрации и количество гнездовых территорий явно возросли, хотя точного учета никто не проводил [13]. По нашим наблюдениям, журавли регулярно гнездятся практически на всех мелиоративных системах и болотах ЗО (рис. 27). В мае−июле их чаще всего отмечали на таких участках, как: 1) мелиоративные системы между сс. Усов и Машево; 2) урочище Гало к востоку от с. Красное; 3) урочище Болото Топило к востоку от с. Зимовище; 4) заболоченные леса на границе ЗО между сс. Парышев и Гдень; 5) мелиоративная система возле с. Новоселки; 6) урочище Корогодский круг в 3 км на запад от с. Новоселки; 7) возле с. Глинка; 8) мелиоративные системы южнее с. Ильинцы; 9) пойма р. Илья в районе с. Ольшанка; 10) заболоченные луга возле с. Лубянка; 11) лесное болото севернее с. Бовище; 12) мелиоративные системы между сс. Бовище, Толстый Лес и Старая Красница; 13) болота в 2 км к западу от сс. Буда и Красное; 14) мелиоративные системы между сс. Буда и Рудьки; 15) мелиоративные системы и болота возле сс. Новый Мир, Буда-Варовичи, Кливин; 16) лесные болота в 2 км к западу от заброшенной усадьбы Яковецкого лесничества; 17) урочище Акулино Гало в 7 км к западу от с. Денисовичи; 18) старое торфовище и урочище Черный Мох возле с. Рудьки; 19) заболоченные участки луга вдоль р. Рудявка у с. Новая Красница; 20) заболоченные участки вдоль р. Рудявка к востоку от с. Речица; 21) сырые луга, болота и мелиоративные системы к северу от с. Буряковка; 22) мелиоративные системы и болота в 2−3 км к западу от с. Старые Шепеличи; 23) торфовище в 2 км на юго-запад от с. Старые Шепеличи; 24) мелиоративные системы и болота между сс. Старые и Новые Шепеличи; 25) урочище Ступниково и Борщи между сс. Чистогаловка и Копачи. Такими же обитаемыми могут быть и аналогичные стации в районе пгт Полесское к югу от р. Уж и к северо-востоку от с. Ладыжичи. Из-за скрытности птиц и явной недостаточности исследований гнезда

журавлей найдены только на болотах к северу от с. Буряковка (май 1995 г.) и в ур. Корогодский круг (12.05.2015 г.). Взрослых птиц с подрастающими птенцами отмечали: в с. Речица (14.06.2012 г.); к северу от с. Буряковка (6.06.2013 г., 17.06.2013 г., 17.07.2013 г.); на мелиоративных системах возле с. Глинка (25.07.2015 г.; 13.08.2015 г., 15.08.2015 г.); в урочище Черный Мох (4.07.2015 г.). В настоящее время трудно говорить, образуют ли журавли гнездовые скопления, явных свидетельств этого нет, обычно регистрируются 1–3 птицы. Но, принимая во внимание количество обследованных участков и количество потенциальных необследованных местообитаний, можно предположить, что гнездовая группировка журавлей в ЗО составляет не менее 40–50 пар, это близко к оценкам на сопредельной территории Полесского государственного радиоэкологического заповедника (Беларусь) [38]. Сколько здесь держится нерепродуктивных птиц, неизвестно. В периоды сезонных миграций (март–апрель и сентябрь−октябрь) количество пролетных журавлей намного больше. Условия ЗО полностью соответствуют биологическим потребностям птицы. Деградация мелиоративных систем и постепенное повторное заболачивание угодий только улучшают ситуацию. Отсутствие беспокоящих факторов со стороны человека также благоприятно сказывается на птицах. ЗО – территория, имеющая большое значение в жизни журавлей как в период размножения, так и в период сезонных миграций.

30. **Авдотка** (Лежень, Stone Curlew) − *Burhinus oedicnemus* (Linnaeus, 1758). Отряд Ржанкообразные (Charadriiformes), семейство Авдотки (Burhinidae).
Охранные категории: неоцененный [2]; LC [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. В прошлом авдотка периодически регистрировалась в этом регионе [41, 52–54], но, по всей видимости, была крайне редкой. Впервые мы ее отметили 29.07.2004 на левобережной песчаной дамбе, намытой вдоль Припяти, в районе оз. Глубокое [13] (рис. 28). Повторно ее видели почти там же три года спустя (8.08.2007 г.). Наконец в июне 2009 г. на дороге в с. Копачи был найден труп авдотки, сбитой автомобилем. По всей видимости, авдотка является немногочисленным скрытным видом, гнездящимся по песчаным дамбам и другим сходным местообитаниям вдоль р. Припяти с бедной кустарниковой и травянистой растительностью. Хотя эта птица отличается сравнительно крупными размерами и громким голосом, обнаружить ее сложно из-за преимущественно ночного образа жизни. Наверное, именно с этим связано и такое небольшое количество наблюдений. Согласно современным представлениям, гнездовой ареал авдотки в Украине в основном приходится на степные участки вдоль Азовского и Черного морей [2]. На остальной территории авдотка обитает вдоль больших рек на наименее заросших песчаных или каменистых участках и везде малочисленна. Подобные песчаные дамбы и насыпи, созданные человеком в центральной части ЗО вдоль р. Припять, как нельзя лучше соответствуют требованиям авдотки, с чем, собственно, и связаны все находки относительно нее. В последнее время выбор подходящих местообитаний существенно расширился за счет песчаных и ракушечных участков дна водоема-охладителя ЧАЭС, обнажившихся после спуска воды в 2014–2017 годах. Отсутствие человека и сельскохозяйственных животных в ЗО также являются благоприятными обстоятельствами. В связи с этим предпосылки для сохранения авдотки в фауне ЗО очень хорошие, но реальную ситуацию можно прояснить только после проведения целенаправленных исследований.

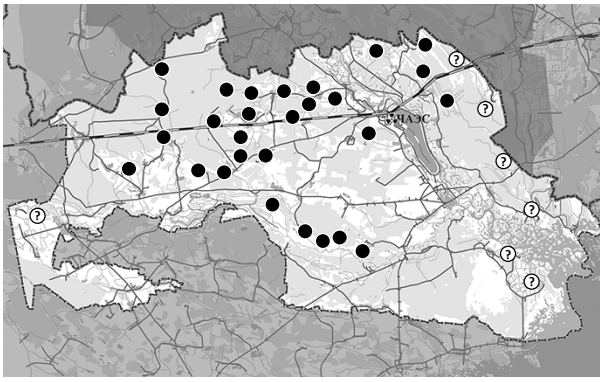


Рис. 27. Места регистрации журавля серого
в зоне отчуждения после 1986 г.

Рис. 28. Места регистрации авдотки
в зоне отчуждения после 1986 г.

31. **Кулик-сорока** (Кулик-сорока, Oystercatcher) − *Haematopus ostralegus* (Linnaeus, 1758). Отряд Ржанкообразные (Charadriiformes), семейство Кулики-сороки (Haematopodidae).
Охранные категории: уязвимый [2]; LC [24]; Берн-3 [25].
Сведения о виде в ЗО. Кулик-сорока − перелетный и малочисленный гнездящийся вид ЗО. Обитает исключительно вдоль р. Припять. Чаще всего его наблюдали в центральной части ЗО (рис. 29). Так, гнезда были обнаружены 26.05.1998 г. на песчаном острове посреди водоема-охладителя ЧАЭС, в целом тогда там держалось до пяти пар птиц на площади около 3–4 га [13]. Гнездовые пары, беспокоящиеся при появлении человека, также отмечены на песчаном плато возле г. Припять (11.06.1997 г.), на дамбе между р. Припять и водоемом-охладителем ЧАЭС (15.06.07), возле железнодорожного моста через Припять (28.04.2009 г.). Хотя, по предыдущим оценкам [13], в ЗО ожидалось гнездование нескольких десятков пар, отсутствие частых наблюдений столь яркой, крупной и громкой птицы указывает на то, что их все-таки мало. В соседнем Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике, по данным учета 2007 г., обнаружено только 12 пар [38]. По современным представлениям [2], кулик-сорока гнездится преимущественно вдоль морского побережья Украины, а также рр. Днепр, Десна и Припять. Это подтверждается и нашими наблюдениями в ЗО. Подходящих стаций здесь много, а беспокоящие факторы − минимальны. Перспективы для сохранения кулика-сороки очень хорошие, но реальную ситуацию можно прояснить только после проведения целенаправленных исследований.

32. **Крачка малая** (Крячок малий, Little Tern) − *Sterna albifrons* (Pallas, 1764). Отряд Ржанкообразные (Charadriiformes), семейство Чайковые (Laridae).
Охранные категории: редкий [2]; LC [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. По литературным данным [55], колонии малых крачек были известны в 80-х годах XX века на островах верховья Киевского водохранилища. Позднее (23.06.2007 г.) мы отмечали гнездование малой крачки в смешанной колонии с речной крачкой на р. Припять в районе железнодорожного моста (рис. 30). По данным белорусских коллег [38], в 2007 г. на временных островах возле украинской границы было 3 колонии малых крачек общей численностью до 50 пар. Отсутствие другого учета не позволяет судить о реальной численности и распределении этих птиц в ЗО. Поскольку численность малой крачки в Украине падает из-за антропогенной деградации мест гнездования и беспокоящих факторов со стороны человека [2], условия ЗО представляются весьма благоприятными. На р. Припять практически нет судоходства, русло не расчищается, людей мало. Перспективы сохранения вида в фауне ЗО хорошие,

но реальную ситуацию можно прояснить только после проведения целенаправленных исследований.

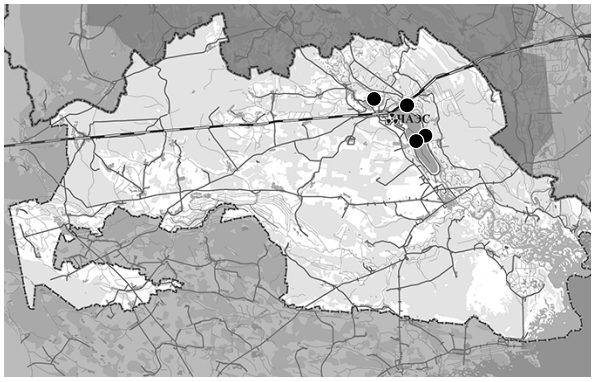


Рис. 29. Места регистрации кулика-сороки в зоне отчуждения после 1986 г.

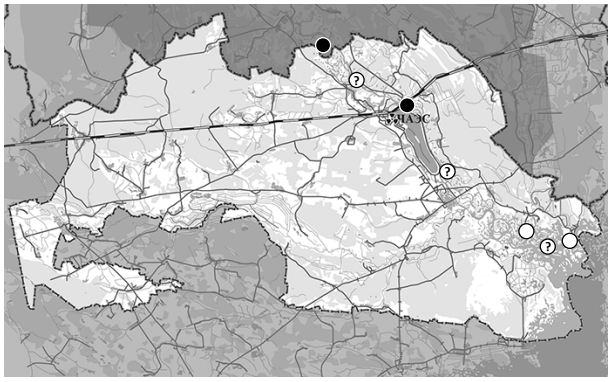


Рис. 30. Места регистрации крачки малой в зоне отчуждения после 1986 г.

33. **Клинтух** (Голуб-синяк, Stock Dove) − *Columba oenas* (Linnaeus, 1758). Отряд Голубеобразные (Columbiformes), семейство Голубиные (Columbidae).
Охранные категории: уязвимый [2]; LC [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. В прошлом клинтух был обычной и местами сравнительно многочисленной птицей региона [35]. Мы его отмечали и после аварии [13] (рис. 31) прежде всего в лесах с наличием старых дуплистых деревьев (урочище Медин Лес к северу от с. Беневки; лесной массив к востоку от с. Речица; широколиственные леса в районе заброшенной усадьбы Толстолесского лесничества). Но это были единичные находки. В 2012–2013 гг. в ходе нашего обследования широколиственных лесов к западу от с. Новоселки, к востоку от с. Речица и к западу от с. Буда не было выявлено ни одного клинтуха. На территории соседнего Полесского государственного радиационно-экологического заповедника гнездование клинтуха также не установлено [38]. Поскольку клинтух отдает предпочтение старым лесам с большим количеством дуплистых деревьев, омоложением лесов привело к повсеместному сокращению его численности в Украине [2]. В то же время, именно таких лесов в ЗО немало. Более того, в этом регионе очень много бортей, оставленных человеком, которые клинтух также часто заселяет (например урочище Медин Лес). Одной из возможных причин малого количества данных является пресс хищников (куницы, ястреба), численность которых в ЗО довольно высока. Но более очевидной причиной отсутствия данных является недостаток целенаправленных поисков. Леса ЗО обладают широким выбором подходящих местообитаний и могут играть важную роль в его сохранении клинтуха, но для понимания текущей ситуации и перспектив необходимы дополнительные исследования.

34. **Филин** (Пугач, Eagle Owl) − *Bubo bubo* (Linnaeus, 1758). Отряд Совообразные (Strigiformes), семейство Совиные (Strigidae).
Охранные категории: редкий [2]; LC [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. Филин всегда обитал на данной территории. В прошлом его отмечали в Яковецком лесничестве и на соседней территории Днепровско-Тетеревского охотничьего хозяйства [35], а также в лесном массиве южнее с. Корогод [7]. Находки филина после аварии на ЧАЭС приходятся на нулевые годы XX века и имели место практически по всей территории (рис. 32). Впервые филина нашли в квартале 196 Парышевского лесничества: 27.03.2001 г. его вспугнули из канавы возле заброшенных

построек [13]. Причем лесники встречали филина в этом же месте и в 1997 г. Затем филина обнаружили уже возле ЧАЭС: 5.06.2002 г. работники атомной станции поймали двухмесячного птенца, сидевшего на экскаваторе всего в 800 м от энергоблока (птенец передан в Киевский зоопарк). Через год (13.06.2003 г.) взрослую птицу спугнули в 2 км на юго-запад от ЧАЭС (участок Рыжего леса, сидела на земле). В феврале 2009 г. филина спугнули в ольшанике у с. Варовичи (личное сообщение А. В. Ястремского) [17]. Дважды мы встречали филина в Денисовичском лесничестве в районе заброшенной усадьбы Яковецкого лесничества в квартале 109 (24.07.2010 г.) и квартале 42 (17.07.2013 г.). Еще один раз это имело место в районе с. Коцюбинское (26.06.2016 г.), в Парышевском ЛО в квартале 72. Наконец в апреле 2012 г. гнездо филина обнаружили на чердаке небольшой баньки в с. Бовище [17]. При повторной проверке в мае там было 3 птенца. Судя по состоянию подстилки, это убежище использовалось, как минимум, второй год. Тем не менее при проверке в 2013 г. оно было пустое, хотя взрослую птицу мы наблюдали 10.04.2013 г. в 1,5 км южнее возле с. Лубянка. Скрытность птицы, ее ночной образ жизни, труднодоступность местообитаний и дефицит соответствующих исследований не позволяют судить о размере местной группировки. Предполагается, что здесь может обитать до 10–15 пар [17]. Филин − автохтонный вид данного региона, а Полесье − один из регионов, где он еще есть в Украине [2]. Условия, сложившиеся в ЗО за последние 30 лет, существенно повысили привлекательность угодий. Обилие старых лесов с завалами деревьев, брошенные постройки, отсутствие человека и обширные кормовые угодья – все это способствует формированию устойчивой гнездовой группировки. В то же время рост численности может сдерживаться высокими рисками гибели нелетных птенцов: оказываясь на земле, они не защищены от нападения хищников. В целом же ЗО может играть важную роль в сохранении этого вида. Реальная численность филина и его распределение по ЗО требуют проведения дополнительных целенаправленных исследований.

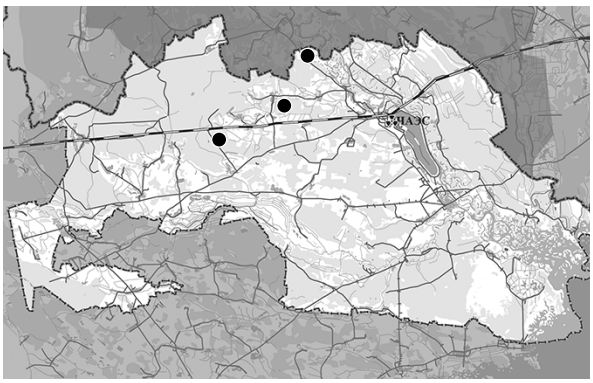


Рис. 31. Места регистрации клинтуха в зоне отчуждения после 1986 г.

Рис. 32. Места регистрации филина в зоне отчуждения после 1986 г.

35. **Сова болотная** (Сова болотяна, Short-eared Owl) − *Asio flammeus* (Pontoppidan, 1763). Отряд Совообразные (Strigiformes), семейство Совиные (Strigidae).

Охранные категории: редкий [2]; LC [24]; Берн-2 [25].

Сведения о виде в ЗО. Болотную сову, по-видимому, можно считать обычным малочисленным гнездящимся и зимокочующим видом ЗО. Обитает на лугах и мелиоративных системах (рис. 33). Ее отмечали в начале 90-х годов на луге возле с. Копачи, 23.06.1997 г. у с. Лелев, 26.03.2003 г. на участке Рыжего леса, недалеко от ЧАЭС [13]. Позднее токующих самцов отмечали и в других местах: у сс. Замошня и Глинка (2.04.2012 г.) и в 4 км на запад от г. Чернобыль (4.04.2012 г.) [17], а также возле

с. Рудьки (10.04.2013 г.) и в 2 км юго-восточнее с. Глинка (26.06.15). Учитывая сложность оценки численности совы и количество потенциальных пригодных местообитаний, можно допустить, что она распространена значительно шире. По данным белорусских ученых [56], численность болотной совы в соседнем Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике подвержена резким изменениям и в благоприятных местообитаниях может достигать 1,1 пары на 1км^2. В пределах Украины болотная сова чаще регистрируется в соседних Черниговской и Сумской областях [2]. Снижение ее численности связывают с сельскохозяйственной деятельностью, выпасным животноводством и выжиганием сухой травы. В связи с этим условия, сложившиеся в ЗО, представляются более благоприятными и могут способствовать сохранению данного вида.

36. **Сыч мохноногий** (Сич волохатий, Tengmalm`s Owl) − *Aegolius funereus* (Linnaeus, 1758). Отряд Совообразные (Strigiformes), семейство Совиные (Strigidae).
Охранные категории: редкий [2]; LC [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. Статус присутствия этого вида в ЗО остается неопределенным. Включение мохноного сыча в список краснокнижных видов ЗО основано лишь на единственном устном сообщении А. В. Ястремского: сыча наблюдали возле пгт Вильчи в середине нулевых годов XX века [17] (рис. 34). Тем не менее гнездование мохноного сыча в ЗО вполне возможно. Его неоднократно отмечали на сопредельных территориях: в Овручском районе Житомирской области [57], в Припятском НПП (Беларусь) [58], в Репкинском районе Черниговской области [59]. Автор последней работы указывает на частое использованием сычом дупел желны, одного из самых обычных дятлов ЗО. Кроме того, сыч неоднократно отмечался в периоды сезонных миграций на левобережье Киевского водохранилища [60, 61] и в РЛП «Межреченский» [62]. В целом, Полесье − один из немногих регионов Украины, где мохноногий сыч еще обитает [2]. Вырубка старых лесов с дуплистыми деревьями и хищничество лесной куницы рассматривают основные причины снижения его численности. Условия, сложившиеся в ЗО, выглядят достаточно благоприятными. Проводимые здесь рубки имеют лишь локальное значение, большая часть лесных массивов (в том числе и старых) изобилует дуплистыми деревьями. Но как обстоит ситуация в действительности, водится ли мохноногий сыч, как его много и насколько он распространен, могут ответить только целенаправленные исследования.

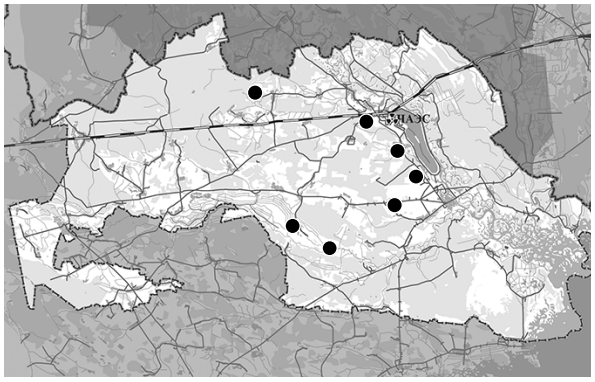


Рис. 33. Места регистрации совы болотной в зоне отчуждения после 1986 г.

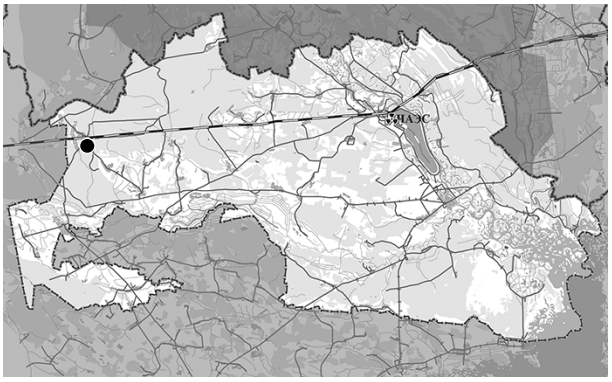


Рис. 34. Места регистрации сыча мохноногого в зоне отчуждения после 1986 г.

37. **Сыч воробьиный** (Сичик-горобець, Pygmy Owl) − *Glaucidium passerinum* (Linnaeus, 1758). Отряд Совообразные (Strigiformes), семейство Совиные (Strigidae).

Охранные категории: уязвимый [2]; LC [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. Возможность появления воробьиного сыча в ЗО не исключалась [13], хотя он считался представителем зооценозов более северных темнохвойных лесов, а в Украине обитал только в Карпатах, изредка залетая в другие регионы [2]. Впервые его отметили в ЗО 30.06.2009 г. в квартале 30 Лубянского лесничества в 7 км к западу от с. Денисовичи (визуальное наблюдение, личное сообщение А. С. Влащенко) [17] (рис. 35). Несколькими годами позже вечером 15.02.2013 г. мы заметили мелкого сычика, перелетевшего дорогу перед машиной в квартале 325 Лубянского лесничества, но из-за скоротечности события установить видовую принадлежность не удалось. Попытки найти этот вид с помощью манка в виде аудиозаписей некоторое время тоже оставались безрезультатными. Однако позже его все же обнаружили: 17.02.2017 г. самец подлетел к людям в районе заброшенной усадьбы Толстолесского лесничества (квартал 252 Лубянского лесничества) [63]. Это же повторилось в тот самый день, но уже на 3–4 км южнее, к востоку от с. Бовище и еще в одной точке этого массива − 3.03.2017 г. До конца 2017 г. лесной массив между сс. Лубянка, Бовище, Толстый Лес и Старая Красница оставался единственным местом регистрации воробьиного сыча в ЗО. В январе 2018 г. при обследовании лесов юго-восточного и восточного секторах ЗО сыч был обнаружен в трех удаленных точках (личное сообщение С. В. Домашевского): 1) 16.01.2018 г., квартал 321 Парышевского лесничества (привлечен манком, визуальное наблюдение); 2) 24.01.2018 г., квартал 130 Опачичского лесничества (привлечен манком, регистрация отзывающегося самца на слух); 3) 25.01.2018 г., квартал 73 Парышевского лесничества (привлечен манком, визуальное наблюдение). Во всех случаях это были участки старых лиственных лесов. Участившиеся в последнее время случаи регистрации воробьиного сыча на севере Украины рассматриваются как следствие расширения его ареала на юг [63, 64]. Причины этой экспансии, как и причины низкой численности, не совсем ясны. Лесные угодья ЗО не богаты темнохвойными лесами (площадь еловых посадок − не более 0,03%), более того, во всех случаях воробьиного сыча находили на участках старых лиственных (обычно широколиственных) лесов, которые были здесь и раньше. Не вызывает сомнения, что отсутствие масштабных рубок способствует сохранению большого количества дуплистых деревьев и может благоприятно сказываться на поддержании этого вида. Но появился ли он в регионе лишь в недавнее время или отсутствие данных было следствием того, что целенаправленные поиски этой птицы не проводились, остается неизвестным. В любом случае, только такие обследования территорий могут прояснить ситуацию и оценить перспективы вида в ЗО.

38. **Неясыть бородатая** (Сова бородата, Great Grey Owl) − *Strix nebulosa* (Forster, 1772). Отряд Совообразные (Strigiformes), семейство Совиные (Strigidae).
Охранные категории: редкий [2]; LC [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. Сведений о бородатой неясыти в данном регионе до аварии на ЧАЭС не было. Впервые ее наблюдали в апреле 2001 г. на приграничной с ЗО территории Беларуси возле с. Гдень (личное сообщение С. А. Паскевича) [13]. Следующие два случая были связаны с ее незаконной добычей. В первом самку с наседным пятном, атакующую людей, убили в мае 2003 г. [16]. Во втором тушку совы, добытой в ЗО (без указания деталей), продавали зимой 2006 г. на Киевском зоорынке. Позднее, зимой 2009–2010 гг., бородатую неясыть трижды наблюдали в окрестностях Вильчи (личное сообщение А. В. Ястремского) [17] (рис. 36). Автор этих сообщений также наблюдал сову, сидящую у гнезда хищной птицы (возможно, там же гнездящуюся) весной 2010 г. в окрестностях села Новый Мир. Первая наша находка гнезда этой птицы произошла в апреле 2012 г. в квартале 325 Лубянского лесничества

(на сосне, в старом гнезде канюка). При повторной проверке (21.05.2012 г.) там обнаружили самку и птенцов. В дальнейшем бородатых сов трижды регистрировали с помощью фотоловушек: 2 раза в с. Красное (20.07.2015 г. и 7.08.2015 г.), и 1 раз возле с. Рудьки (6.06.2015 г.). Принимая во внимание, что расстояние между точками составляло около 2 км, это могла быть одна и та же птица или представитель одной пары. Таким образом, пока все известные случаи регистрации бородатой неясыти приходятся на западный сектор ЗО. На территории соседнего Полесского государственного радиоэкологического заповедника (Беларусь) гнездование бородатой неясыти отмечено также только на правобережной части (2008 г., Наровлянский участок) [38]. Бородатая неясыть появилась в Украине лишь в 80-х годах XX века, когда ее гнездование стали отмечать в Житомирской области [2]. Последующая регистрация в ЗО и некоторых других районах Киевской обл. рассматривается как свидетельство постепенного расширения гнездового ареала к востоку [65]. Условия Полесья в целом и ЗО в частности полностью соответствуют биологическим потребностям вида. Низкая численность определяется не только маргинальным расположением региона относительно основного ареала, но и влиянием лесоразработок и прямым преследованием на сопредельных территориях. Бородатая неясыть тяготеет к сырым лесам, прилегающим к водно-болотным угодьям. Таких местообитаний в ЗО очень много. Отсутствие масштабных лесоразработок, слабые беспокоящие факторы со стороны человека и богатые кормовые угодья – все это способствует закреплению вида в регионе и увеличению его гнездовой группировки. Для уточнения численности, распределения и успешности гнездования бородатой неясыти необходимо проведение целенаправленных исследований.

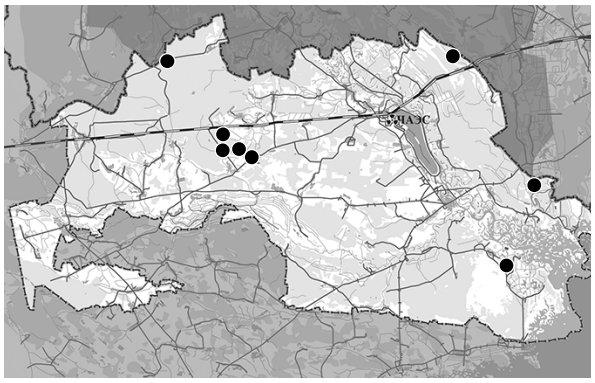


Рис. 35. Места регистрации сыча воробьиного в зоне отчуждения после 1986 г.

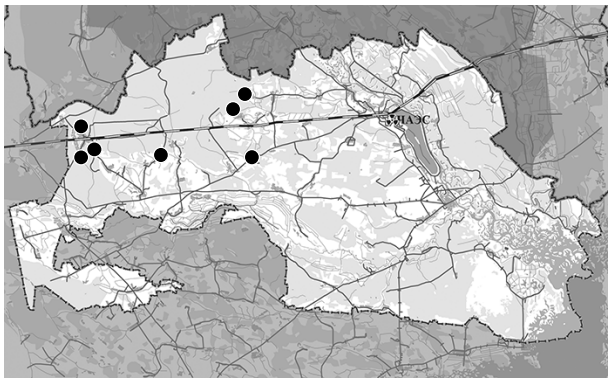


Рис. 36. Места регистрации неясыти бородатой в зоне отчуждения после 1986 г.

39. **Сизоворонка** (Сиворакша, Roller) − *Coracias garrulus* (Linnaeus, 1758). Отряд Ракшеобразные (Coraciiformes), семейство Сизоворонковые (Coraciidae).

Охранные категории: исчезающий [2]; LC [24]; Берн-2 [25].

Сведения о виде в ЗО. В прошлом сизоворонка считалась обычным, а местами и сравнительно многочисленным видом региона [35]. Рубка лесов привела к ее проникновению даже вглубь больших лесных массивов. В 60-х годах XX века на участках бывшего Яковецкого лесничества (ныне Лубянского и Денисовичского) она составляла от 0,6% до 3% всех учтенных птиц [35]. Тем не менее сейчас это крайне редкий гнездящийся вид. Первый раз пару птиц мы отметили 20.05.97 г. в г. Припять (потом они исчезли), второй раз сизоворонку наблюдал бердвотчер из США Вейн Скотт (3.06.2004 г.) в районе с. Лубянки [13]. В июне 2010 г. сизоворонок нашли в 4-х пунктах ЗО [66] (рис. 37): 1) 2 пары у с. Куповатое (одна пара в доме); 2) 1 птицу возле с. Корогод;

3) 1 птицу в 4 км западнее г. Чернобыля; 4) 2–3 пары возле столбов ЛЭП в Опачичах. Авторы последней работы предположили, что в ЗО обитают до 15 пар сизоворонок. Позднее мы также регистрировали сизоворонок: 1) до 3 птиц возле с. Опачичи (27.05.2012 г.); 2) 1 особь в с. Кливин (3.06.2013 г.); 3) 1 пару возле столбов ЛЭП в 2 км к западу от Чернобыль (15.07.2013 Г.); 4) 1 особь в квартале 290 Лубянского лесничества (июнь 2015 г., столбы ЛЭП); 5) 1 пару возле с. Копачи (25.06.2016 г., столбы ЛЭП). Таким образом, на протяжении последнего десятилетия наблюдается рост случаев регистрации сизоворонок в гнездовой период, и в большинстве из них птицы находятся возле столбов ЛЭП, в полостях которых могут устраивать гнезда. В XX веке численность сизоворонки стала катастрофически падать по всей Европе, она стала редкой и в большинстве регионов Украины [67]. Несколько десятилетий сведений о ней не было и на севере Киевской области. И тот факт, что в последнее время сизоворонки все чаще регистрируются в ЗО, возможно, указывает на благоприятное развитие ситуации, как минимум, в данной местности. В то же время сведений об общей численности и распространении вида в регионе мало. Поскольку сизоворонка − автохтонный вид, использующий для гнездования дупла и полости столбов, она имеем широкий выбор потенциальных местообитаний. Отсутствие масштабных лесоразработок, слабые беспокоящие факторы со стороны человека и богатые кормовые угодья должны способствовать увеличению ее гнездовой группировки. Для выяснения реальной ситуации и потенциальных рисков необходимы дополнительные исследования.

40. **Дятел белоспинный** (Дятел білоспинний, White-backed Woodpecker) − *Dendrocopos leucotos* (Bechstein, 1803). Отряд Дятлообразные (Piciformes), семейство Дятловые (Picidae).
Охранные категории: редкий [2]; LC [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. Впервые белоспинный дятел в ЗО был отмечен 14.03.2000 г. в заболоченном ольхово-березовом лесе Парышевского лесничества (квартал 82) [13] (рис. 38). Все последующие наблюдения совпали по типу местообитаний: Лубянское лесничество – квартал 197 (21.04.2002 г.), квартал 211 (17.05.2013 г.), квартал 194 (22.05.2013 г.), квартал 189 (27.05.2014 г.), квартал 144 (3.06.2015 г.); Корогодское лесничество – квартал 11 (30.05.2004 г. поймана пара птиц). В январе 2018 г. его наблюдали в квартале 222 Лубянского лесничества (12.01.2018 г.) и в кварталах 161 и 306 Парышевского лесничества (23.01.2018 г., личное сообщение С. В. Домашевского). Таким образом, можно считать, что белоспинный дятел − это обычная малочисленная птица региона, отдающая предпочтение сырым мелколиственным лесам (ольха, береза). В прошлом он считался обычным, а местами – многочисленным видом большей части Украины, но во второй половине XX века начал исчезать [67]. На севере Киевской области стал редким уже в 50–60-х годах XX века [35]. Учитывая в целом неблагоприятную динамику вида в пределах всего ареала, следует с вниманием отнестись к факту его присутствия в ЗО. Обилие сырых лесов из мягких пород деревьев и отсутствие масштабной лесохозяйственной деятельности, по всей видимости, являются основными причинами сохранения вида и будут способствовать этому и в дальнейшем.

Рис. 37. Места регистрации сизоворонки в зоне отчуждения после 1986 г.

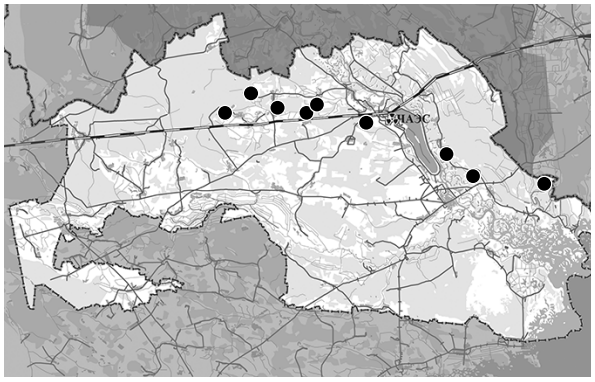


Рис. 38. Места регистрации дятла белоспинного в зоне отчуждения после 1986 г.

41. **Сорокопут серый** (Сорокопуд сірий, Great Grey Shrike) − *Lanius excubitor* (Linnaeus, 1758). Отряд Воробьинообразные (Passeriformes), семейство Сорокопутовые (Laniidae).
Охранные категории: редкий [2]; LC [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. Серый сорокопут является обычным немногочисленным гнездящимся видом ЗО, нередко регистрируется и в периоды зимних кочевок [13]. Держится на многих луговых участках ЗО. Чаще всего (ежегодно) мы его отмечали на лугах возле сс. Красное, Машево, Зимовище, Староселье, Кошевка, в районе КПП «Парышев-2», в пойме р. Припять возле г. Чернобыль, сс. Копачи, Речица, Рудьки, Новая Красница, Стечанка, Корогод, в нескольких местах поймы р. Уж между сс. Глинка, Новоселки и Черевач (рис. 39). Численность гнездящихся птиц не известна, но не менее 20 пар. Несмотря на охранную категорию, сорокопут серый считается обычным и в других регионах Полесья [2]. В условиях ЗО отдает предпочтение луговым комплексам с умеренным увлажнением и разреженной древесно-кустарниковой растительностью. Если принять во внимание продолжающиеся процессы залесения открытых ландшафтов, существуют риски сокращения численности вида в будущем. Тем не менее пока угодья ЗО играют важную роль в сохранении данного вида.

42. **Мышовка лесная** (Мишівка лісова, Northern Birch Mouse) − *Sicista betulina* (Pallas, 1779). Отряд Грызуны (Muriformes), семейство Мышовковые (Sicistidae).
Охранные категории: редкий [2]; LC [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. Лесная мышовка − обычный, однако немногочисленный вид млекопитающих ЗО. Впервые ее обнаружили в мае 1995 г., на лугу в 2 км северо-восточнее с. Чистогаловка, но уже потом ее находили и на других участках: возле сс. Новая Красница, Стечанка, Парышев, Корогод, поблизости от Рыжего леса, оз. Глубокое, от с. Красное [13] (рис. 40). Во всех случаях это были единичные особи, и луговые участки характеризовались наличием разреженной древесно-кустарниковой растительности. Ввиду сокращения количества исследований, в рамках которых отлавливаются мелкие млекопитающие, данные за последние 10 лет не содержат сведений о мышовке. Сходная ситуация с мышовкой и на территории соседнего Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (Беларусь) [68]. В пределах всей Украины лесная мышовка считается редким спорадически распространенным видом лесной и лесостепной зоны [2]. По данным белорусских ученых [68], чаще всего ловится возле мелиоративных каналов на участках с густой травянистой растительностью. Таких угодий очень много и на территории ЗО. Отсутствие сельскохозяйственной деятельности и человека способствует сохранению

этих местообитаний, поэтому перспективы сохранения вида в регионе хорошие. Для получения более подробной информации об экологии и характере распространения мышовки необходимо провести дополнительные исследования.

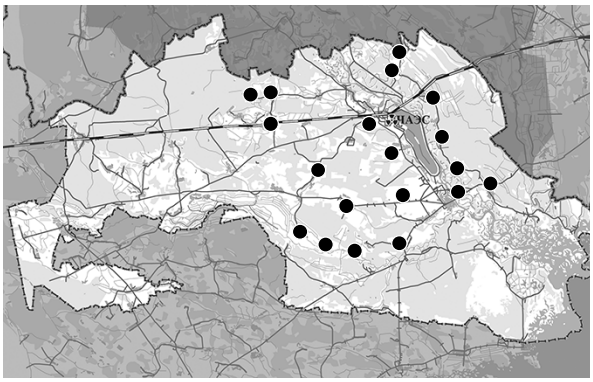


Рис. 39. Места регистрации сорокопута серого в зоне отчуждения после 1986 г.

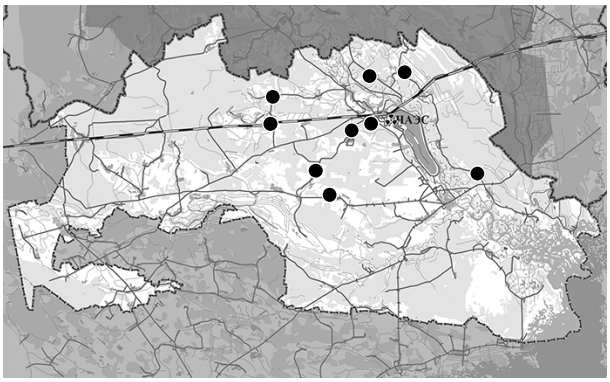


Рис. 40. Места регистрации мышовки лесной в зоне отчуждения после 1986 г.

43. **Ночница Брандта** (Нічниця північна, Brandt's Bat) − *Myotis brandtii* (Eversmann, 1845). Отряд Рукокрылые (Vespertilioniformes), семейство Гладконосые (Vespertilionidae).
Охранные категории: редкий [2]; LC [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. Сведений об этой ночнице в регионе долгое время не было. Впервые мы ее поймали 31.07.2011 г. в районе пгт Вильча на берегу лесного озера (E 029,459124°, N 51,358085°) [15] (рис. 41). Это был неполовозрелый самец. Залетел ли он случайно, есть ли тут материнские колонии неизвестно. Тем не менее недавние исследования белорусских коллег показали, что ночница Брандта хоть и малочисленный вид, но все-таки размножается в Полесье [69–71]: ближайшие материнские колонии выявлены в 30 км к северу от ЗО на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника и в 130 км к северо-западу в Петриковском районе Гомельской обл. Недостаток данных об экологии ночницы Брандта затрудняет ее поиск и оценку соответствия угодий ЗО ее биологическим потребностям. В Беларуси ее нашли на лесных участках возле болот и в заболоченных лесах с большим выбором сухостойных деревьев. Таких местообитаний в ЗО много. Отсутствие мелиоративной и лесохозяйственной деятельности должно благоприятствовать размножению этого вида. Для получения более детальной информации об экологии и характере распространения ночницы Брандта необходимо провести дополнительные исследования.

44. **Ночница усатая** (Нічниця вусата, Whiskered Bat) − *Myotis mystacinus* (Kuhl, 1817). Отряд Рукокрылые (Vespertilioniformes), семейство Гладконосые (Vespertilionidae).
Охранные категории: уязвимый [2]; LC [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. Сведений об усатой ночнице в регионе до 2009 г. не было. Впервые и пока единственный раз мы ее поймали 1.08.2009 г. в урочище Акулино Гало, возле лесного болота, что в 7 км к западу от Денисовичей (E 029,61274°, N 51,47172°) [15] (рис. 42). Это был половозрелый самец. Нет никаких сведений об этом виде и из ближайших районов Полесья Беларуси [70, 73] и Украины [74, 75]. Известно, что ближе всего к ЗО усатую ночницу находили в более южных регионах Украины [2]. Таким образом, статус этой ночницы остается неопределенным. Поскольку основной ее ареал расположен заметно южнее в лесостепной и степной зонах Украины, нахождение ее в ЗО может быть результатом спорадических миграций отдельных особей. В то же время не

вызывает сомнения, что условия региона − отсутствие лесохозяйственной деятельности и богатая кормовая база − могут дать благоприятный эффект. Усатая ночница − очень редкий вид [2], а потому ее нахождение в ЗО достойно внимания и дальнейших исследований.

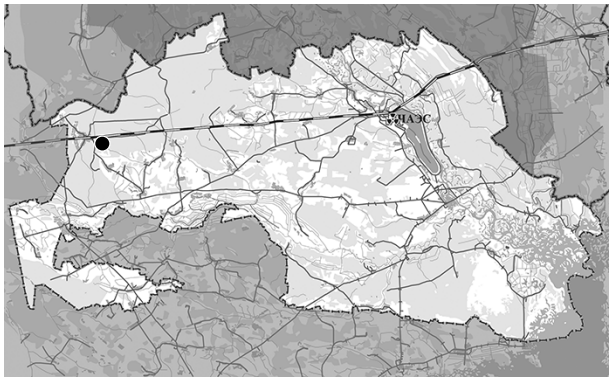


Рис. 41. Места регистрации ночницы Брандта в зоне отчуждения после 1986 г.

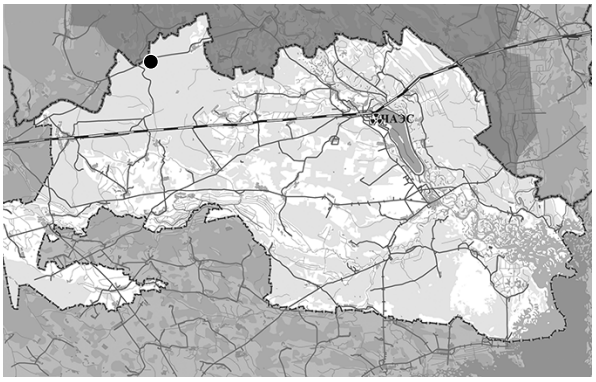


Рис. 42. Места регистрации ночницы усатой в зоне отчуждения после 1986 г.

45. **Ночница прудовая** (Нічниця ставкова, Pond Bat) − *Myotis dasycneme* (Boie, 1825). Отряд Рукокрылые (Vespertilioniformes), семейство Гладконосые (Vespertilionidae).
Охранные категории: исчезающий [2]; NT [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. Сведений о прудовой ночнице до 2007 г. не было. Впервые мы ее поймали 14.06.2007 г. на р. Припять в 5,5 км юго-восточнее ЧАЭС (E 030,17598°, N 51,374796°) [14] (рис. 43). Это был половозрелый самец. Два других половозрелых самца были выловлены уже в 2011 г.: один на р. Припять у северной границы ЗО (28.05.11) и в с. Зимовище (23.07.2011 г.), причем первый из них был отловлен повторно в том же месте 2 месяца спустя (28.07.2011 г.) [15]. Неполовозрелых особей и самок не было. Статус присутствия данного вида в ЗО остается неопределенным. Ближайшие другие места нахождения прудовой ночницы находятся южнее − в РЛП «Межреченский» (Черниговская обл.) и Обуховском районе Киевской обл. [74, 75], ночницы там и размножаются, и зимуют, поэтому размножение их в ЗО также не исключается. Небольшое количество имеющихся данных связано с недостаточностью исследований на больших водоемах − основном местообитании этого вида. Отсутствие людей и масштабной хозяйственной деятельности, обилие водоемов и мест для убежища, богатая кормовая база — благоприятствуют прудовой ночнице. Поскольку она имеет высокий национальный и международный охранный статус, ее нахождение в ЗО достойно внимания и дальнейших исследований.

46. **Ночница водяная** (Нічниця водяна, Daubenton's Bat) − *Myotis daubentonii* (Kuhl, 1817). Отряд Рукокрылые (Vespertilioniformes), семейство Гладконосые (Vespertilionidae).
Охранные категории: уязвимый [2]; LC [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. Водяная ночница, по всей видимости, обычный немногочисленный вид ЗО, который в этом регионе и размножается. В 2007–2013 гг. ее ловили в 15 точках [14, 15] (рис. 44). Среди отловленных особей были как половозрелые, так и неполовозрелые, как самцы, так и самки. В большинстве случаев их ловили возле больших водоемов или над ними, изредка – вдали внутри лесных массивов. Водяная ночница известна как обычный, а местами доминирующий вид рукокрылых во многих регионах Украины [2]. В ЗО она также имеет богатый выбор местообитаний,

потенциальных убежищ и кормовую базу, условия региона полностью соответствуют ее биологическим потребностям. Отсутствие людей и масштабной хозяйственной деятельности также способствуют ее сохранению.

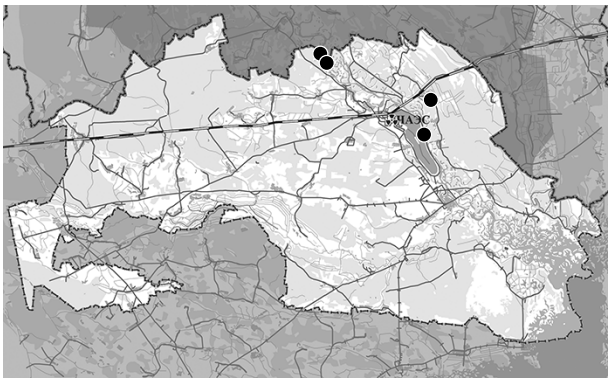


Рис. 43. Места регистрации ночницы прудовой в зоне отчуждения после 1986 г.

Рис. 44. Места регистрации ночницы водяной в зоне отчуждения после 1986 г.

47. **Ушан бурый** (Вухань бурий, Brown Long-eared Bat) − *Plecotus auritus* (Linnaeus, 1758). Отряд Рукокрылые (Vespertilioniformes), семейство Гладконосые (Vespertilionidae).
Охранные категории: уязвимый [2]; LC [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. Бурый ушан − обычный оседлый и спорадически распространенный вид, преимущественно обитающий в лиственных и смешанных лесах, а также во всех населенных пунктах. В 2007–2013 гг. его ловили в 33 точках [14, 15] (рис. 45). Среди отловленных особей были и половозрелые, и неполовозрелые, и самцы, и самки. Отмечен бурый ушан и в зимовочных убежищах (в подвале в г. Чернобыль). Нигде не образует больших поселений. Это обычный вид лесной и лесостепной зон Украины [2]. ЗО предоставляет ему богатый выбор местообитаний, потенциальных убежищ и кормовую базу, местные условия полностью соответствуют биологическим потребностям вида. Отсутствие людей и масштабной хозяйственной деятельности также способствуют его сохранению.

48. **Широкоушка европейская** (Широковух європейський, Western Barbastelle Bat) − *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774). Отряд Рукокрылые (Vespertilioniformes), семейство Гладконосые (Vespertilionidae).
Охранные категории: исчезающий [2]; NT [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. Статус присутствия широкоушки в ЗО остается неопределенным. Вся информация в прошлом ограничивалась констатацией того, что это оседлый вид, обитающий в районе пгт Вильча [76, 77]. Наконец 28.07.2010 г. на участке «Городище» (E 029,86501°, N 51,39762°) была поймана самка широкоушки (возраст определить не удалось) [15] (рис. 46). Кроме того, при прослушивании вокализации рукокрылых с помощью ультразвукового детектора было установлены еще две точки, где характеристики саунд-треков напоминали широкоушку − заброшенная усадьба Новошепеличского лесничества (17.05.2008 г.) и с. Толстый Лес (5.08.2014 г.). Хотя аудиозаписи являются менее надежными свидетельствами, они все же позволяют предполагать, что случай отлова одной особи – не исключение. Здесь обитает европейская широкоушка – это редкий вид в Украине и Европе [2]. В Украине его регистрировали преимущественно в лесостепной зоне Правобережья, в Карпатах и Крыму. Однако материнские колонии были обнаружены только в 2016 г., и это было в

Полесье, в Ровенском природном заповеднике [72]. Кроме того, в 2015–2016 гг. размножающихся широкоушек обнаружили еще ближе к ЗО в белорусской части Полесья – заказнике «Старый Жадень» [70]. Все это дает основания думать, что малочисленность сведений по ЗО является лишь результатом недостаточного количества исследований. Широкоушка нуждается в старых лесах с большим количеством дуплистых и сухостойных деревьев, и в ЗО их богатый выбор. Местные условия полностью соответствуют биологическим потребностям вида. Отсутствие людей и масштабной хозяйственной деятельности также способствуют ее сохранению.

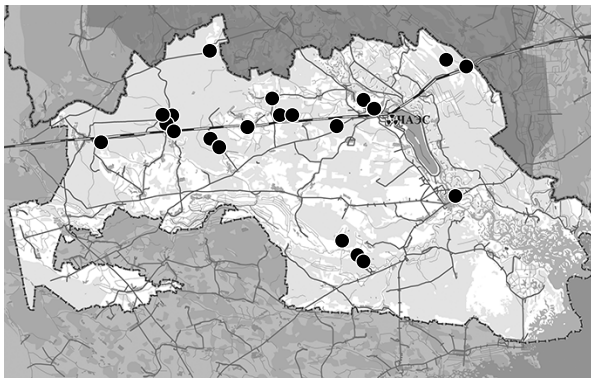


Рис. 45. Места регистрации ушана бурого в зоне отчуждения после 1986 г.

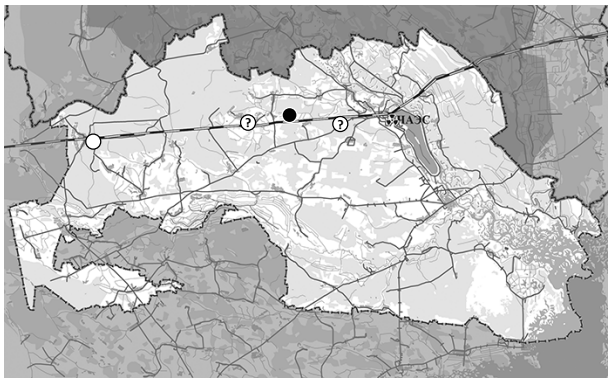


Рис. 46. Места регистрации широкоушки европейской в зоне отчуждения после 1986 г.

49. **Вечерница малая** (Вечірниця мала, Lesser Noctule) − *Nyctalus leisleri* (Kuhl, 1817). Отряд Рукокрылые (Vespertilioniformes), семейство Гладконосые (Vespertilionidae).
Охранные категории: редкий [2]; LC [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. Малая вечерница была одним из немногих видов, о существовании которых на севере Киевской обл. знали в прошлом: ее отметили в районе с. Новые Шепеличи [76]. В первый же год наших исследований (2007) было установлено, что она является видом-субдоминантом (13% от совокупных отловов всех рукокрылых), но держится преимущественно в широколиственных либо смешанных лесах [14] (рис. 47). Это же подтвердили и дальнейшие исследования [15]. Вид размножается на данной территории, но количество половозрелых самцов почти в 9 раз меньше, чем самок. Малые вечерницы обычны и на территории соседнего Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (Беларусь) [73]. Считается, что в Украине это малочисленный и спорадически распространенный вид, тяготеющий к широколиственным лесам, лесопарковым массивам и лиственным лесам вдоль рек [2]. Снижение численности связывают с омоложением древостоев. По результатам исследований в ЗО, популяция малой вечерницы находится в хорошем состоянии, что говорит о благоприятности условий − большом выборе широколиственных и смешанных лесов, дуплистых деревьев и хорошей кормовой базе. Положительную роль играет и отсутствие людей и масштабной хозяйственной деятельности. В связи с этим ЗО можно рассматривать как важный регион в деле сохранения малой вечерницы.

50. **Вечерница рыжая** (Вечірниця дозірна, Common Noctule) − *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774). Отряд Рукокрылые (Vespertilioniformes), семейство Гладконосые (Vespertilionidae).
Охранные категории: уязвимый [2]; LC [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. По данным наших исследований 2007–2013 гг., рыжая вечерница − самый многочисленный вид рукокрылых ЗО: ее доля в совокупных отловах 14 видов

составила 46% [14, 15] (рис. 48). Отдавая предпочтение средневозрастным и старым широколиственным и смешанным лесам как участкам локализации материнских колоний, она охотится повсеместно, но чаще недалеко от границ лесных массивов и открытых пространств (включая водные объекты). В ЗО она размножается, но на зиму, как правило, улетает. В Чернобыле зимует небольшое количество рыжих вечерниц. Соотношение половозрелых самок и самцов в летний период составляет 2:1 [15]. Рыжая вечерница — один из самых многочисленных и широко распространенных видов рукокрылых в Украине [2]. Ее уязвимость относительно антропогенного воздействия определяется омоложением лесов и тенденцией к заселению городских построек (прежде всего в зимний период), где она вступает в конфликт с человеком. В этой связи ЗО отличается благоприятными условиями. В древостоях множество дуплистых деревьев, здесь не проводят интенсивных рубок, огромный выбор кормовых угодий и практически нет людей. Следствием этого и является высокая численность вида. Перспективы региона в деле поддержания и охраны рыжей вечерницы очень хорошие.

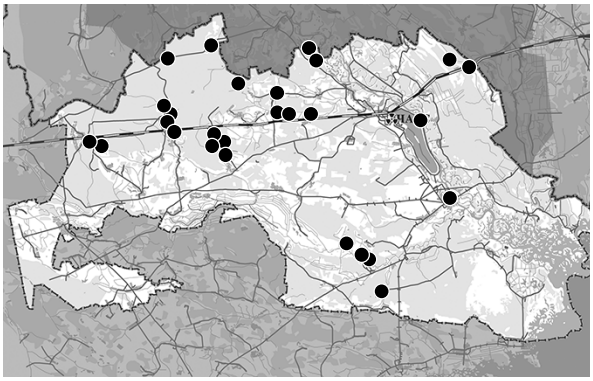


Рис. 47. Места регистрации вечерницы малой в зоне отчуждения после 1986 г.

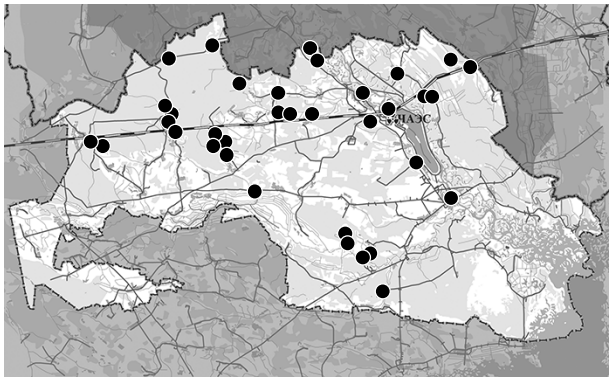


Рис. 48. Места регистрации вечерницы рыжей в зоне отчуждения после 1986 г.

51. **Вечерница гигантская** (Вечірниця велетенська, Greater Noctule Bat) − *Nyctalus lasiopterus* (Schreber, 1774). Отряд Рукокрылые (Vespertilioniformes), семейство Гладконосые (Vespertilionidae).

Охранные категории: исчезающий [2]; VU [24]; Берн-2 [25].

Сведения о виде в ЗО. До 2009 г. гигантская вечерница не регистрировалась в Украине уже около 50 лет. Наконец 30.07.2009 г. в районе заброшенной усадьбы бывшего Яковецкого лесничества (E 029,6155°, N 51,39474°) был пойман неполовозрелый самец этого вида [78] (рис. 49). Участок представляет собой старые дубово-грабовые и смешанные леса, тянущиеся вдоль частично заболоченной поймы р. Илья внутри обширных лесных массивов. Спустя четыре года, 22.07.2013 г. в том же месте мы поймали еще одну особь − неполовозрелую самку [15]. Размножается ли эта вечерница в ЗО или это были молодые особи, прилетевшие из других регионов, остается неизвестным. Гигантская вечерница − самый крупный и один из наиболее редких видов в Европе [2]. Несмотря на относительно обширный ареал, в последнее время регистрируется лишь в отдельных локациях. Ее нахождение в ЗО побудило к проведению поисковых работ по всей Украине, а также на сопредельных территориях. В результате, материнские колонии гигантской вечерницы были обнаружены в 2015 г. в водно-болотном заказнике «Старый Жадень» на западе Гомельской обл. (Беларусь) [70] приблизительно в 150 км на северо-запад от ЗО, а в июле 2016 г. 5 неполовозрелых особей были пойманы возле Харькова [79]. Это дает надежду на то, что материнские колонии будут найдены и в ЗО. Древостои региона предоставляют огромный выбор

дуплистых деревьев, здесь не проводятся интенсивные рубки, огромный выбор кормовых угодий и практически нет людей. Перспективы региона в деле сохранения гигантской вечерницы очень хорошие.

52. **Нетопырь средиземноморский** (Нетопир білосмугий, Kuhl's Pipistrelle) − *Pipistrellus kuhlii* (Kuhl, 1817). Отряд Рукокрылые (Vespertilioniformes), семейство Гладконосые (Vespertilionidae).
Охранные категории: уязвимый [2]; LC [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. В середине XX века средиземноморский нетопырь отмечался лишь в Крыму [76], но начиная с 80-х годов XX века начал распространятся по всей Украине, включая и ближайшие районы Черниговской и Киевской областей [80–83]. В ЗО его обнаружили в апреле и ноябре 2007 г.: по находкам мертвых животных в районе Чернобыльской АЭС [14]. В дальнейшем его ловили почти исключительно возле г. Припять и ЧАЭС и лишь один раз возле г. Чернобыль [15] (рис. 50). По устным сообщениям работников ЧАЭС (Г. И. Шурша), подкрепленными фото- и видеоматериалами, эти нетопыри зимуют в помещениях ЧАЭС. Хотя прямых свидетельств их размножения еще не было, круглогодичное пребывание представителей данного вида в регионе, включая половозрелых самцов и самок, допускает такую возможность. Средиземноморский нетопырь является недавним видом-инвайдером, существенно расширившим свой ареал на всю Украину [2, 84]. При этом его распространение в северных регионах почти исключительно связано с урболандшафтами. Несмотря на охранную категорию, средиземноморский нетопырь увеличил свою численность и расширил распространение. Тем не менее тесная связь с городами и промышленными территориями, как это имеет место в ЗО, сохраняет высокие риски для выживания и развития. С учетом имеющихся данных статус средиземноморского нетопыря в ЗО пока неясен. Неясны и риски, которые может нести обитание в промышленных постройках ЧАЭС. Для оценки реального статуса и перспектив региона в деле охраны вида необходимы дополнительные исследования.

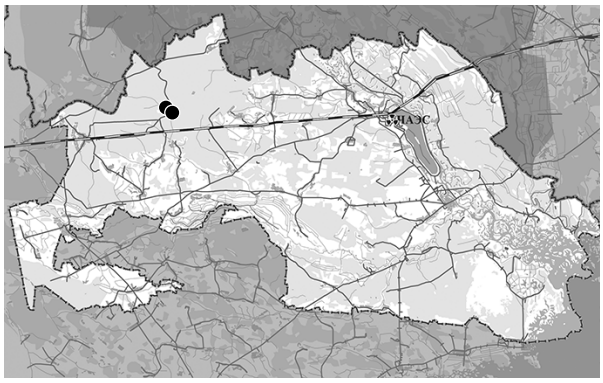


Рис. 49. Места регистрации вечерницы гигантской в зоне отчуждения после 1986 г.

Рис. 50. Места регистрации нетопыря средиземноморского в зоне отчуждения после 1986 г.

53. **Нетопырь лесной** (Нетопир лісовий, Nathusius's pipistrelle) − *Pipistrellus nathusii* (Keyserling, Blasius, 1839). Отряд Рукокрылые (Vespertilioniformes), семейство Гладконосые (Vespertilionidae).
Охранные категории: неоцененный [2]; LC [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. В ходе исследований рукокрылых ЗО в 2007–2013 гг. было установлено, что лесной нетопырь − обычный размножающийся перелетный вид,

составляющий в совокупных уловах до 16% [15] (рис. 51). В отличие от многих других местных видов, соотношение половозрелых самцов и самок близко к 1:1, с некоторым преобладанием последних. Лесной нетопырь распространен очень широко, но отдает предпочтение лесным угодьям возле водоемов. Он обитает почти на всей территории Украины, однако наиболее обычен в Полесье [2]. Местная группировка в пределах ЗО находится в хорошем состоянии. Здесь богатый выбор убежищ (как дупел, так и ниш в постройках) и кормовых угодий. Интенсивные рубки в ЗО не проводятся, людских поселений практически нет, животных никто не беспокоит. В связи с этим перспективы региона по сбережению и охране лесного нетопыря очень хорошие.

54. **Нетопырь пигмей** (Нетопир пігмей, Soprano Pipistrelle) − *Pipistrellus pygmaeus* (Leach, 1825). Отряд Рукокрылые (Vespertilioniformes), семейство Гладконосые (Vespertilionidae).
Охранные категории: неоцененный [2]; LC [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. Нетопырь-пигмей − единственный представитель группы видов-двойников *Pipistrellus pipistrellus* s.l., присутствие которого в ЗО точно установлено. Впервые его обнаружили по специфическим характеристикам ультразвуковой вокализации в г. Чернобыль в мае 2001 г. [12]. В последующем после тщательного анализа морфологии зверьков и записываемых саундтреков было решено, что в большинстве случаев только этот вид однозначно регистрируется в регионе [15] (рис. 52). По данным белорусских коллег [73], на территории соседнего Полесского государственного радиационно-экологического заповедника обитают оба вида, но численность нетопыря-карлика *P. pipistrellus* на порядок ниже. В то же время эти выводы основаны исключительно на результатах анализа эхолокационных сигналов, а потому не столь надежны. Для решения этой проблемы необходимо провести дополнительные исследования, включающие генетический анализ образцов тканей. Что же касается нетопыря-пигмея, то это обычный размножающийся перелетный вид ЗО, отдающий предпочтение лесным местообитаниям (включая заросшие лесом населенные пункты). По относительной численности это вид-субдоминант − до 11% совокупных уловов рукокрылых [15]. В первой половине лета он представлен исключительно половозрелыми самками. Нетопырь-пигмей − относительно «недавний» вид в фауне Украины. Сложность его идентификации в полевых условиях обусловила и неясность картины относительно распространения и численности. В настоящее время считается, что он обитает в Полесье и лесостепи, а в других регионах редок [2]. Факторы, лимитирующие его численность, такие же, как и у многих других рукокрылых − различные виды антропогенного пресса. Что же касается ЗО, то, по имеющимся данным, местная группировка в хорошем состоянии. Здесь богатый выбор убежищ (как дупел, так и ниш в постройках) и кормовых угодий. Интенсивные рубки в ЗО не проводятся, населенных пунктов практически нет, животных никто не беспокоит. В связи с этим перспективы региона по сбережению и охране нетопыря-пигмея очень хорошие.

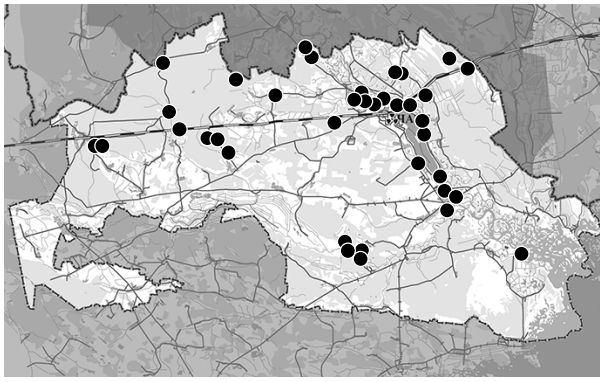


Рис. 51. Места регистрации нетопыря лесного в зоне отчуждения после 1986 г.

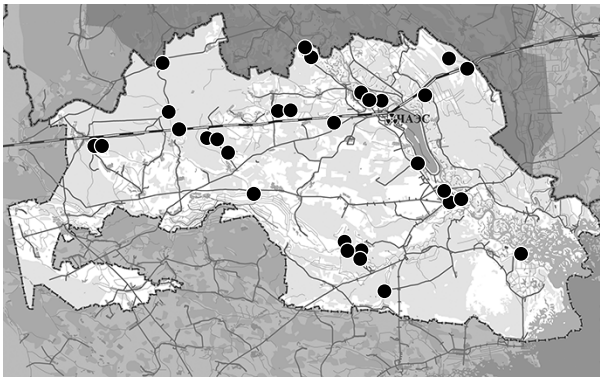


Рис. 52. Места регистрации нетопыря-пигмея в зоне отчуждения после 1986 г.

55. **Кожан двухцветный** (Лилик двоколірний, Parti-coloured Bat) − *Vespertilio murinus* Linnaeus, 1758. Отряд Рукокрылые (Vespertilioniformes), семейство Гладконосые (Vespertilionidae).

Охранные категории: уязвимый [2]; LC [24]; Берн-2 [25].

Сведения о виде в ЗО. О присутствии двухцветного кожана в регионе было известно и в прошлом: его отмечали в районе с. Бовище в середине XX века [76]. Первая регистрация в последнее время связана с находкой мумифицированного трупа в г. Припять в июле 1995 г. [13]. В 2007–2013 гг. в ходе исследований рукокрылых было установлено, что это обычный немногочисленный вид ЗО (5% совокупных уловов), который здесь и размножается [15] (рис. 53). Соотношение полов в первой половине лета в группе половозрелых особей − 1:9, самцы и самки, соответственно. Кожаны отлавливались практически во всех типах стаций, хотя в заметно большей степени — в районе населенных пунктов. Данных о зимовке на территории ЗО нет, однако, по нашим наблюдениям, они регистрируются зимой в 50 км к востоку в г. Славутич, поэтому такое не исключается и в ЗО. По современным представлениям, двухцветный кожан − обычный вид почти по всей территории Украины [2]. Факторы, лимитирующие его численность такие же, как и у многих других рукокрылых − различные виды антропогенного пресса, омоложение лесных насаждений. Указывается, что в последнее время все больше кожанов остается на зимовку в урболандшафтах [85]. Результаты наших исследований показывают, что местная группировка двуцветных кожанов в хорошем состоянии. Здесь богатый выбор убежищ (как дупел, так и ниш в постройках) и кормовых угодий. Интенсивные рубки в ЗО отсутствуют, населенных пунктов практически нет, животных никто не беспокоит. В связи с этим перспективы региона по сохранению двуцветного кожана очень хорошие.

56. **Кожан поздний** (Пергач пізній, Parti-coloured Bat) − *Eptesicus serotinus* (Schreber, 1774). Отряд Рукокрылые (Vespertilioniformes), семейство Гладконосые (Vespertilionidae).

Охранные категории: уязвимый [2]; LC [24]; Берн-2 [25].

Сведения о виде в ЗО. Поздний кожан − обычный, хотя и малочисленный вид ЗО. В 2007–2013 гг. в ходе исследований рукокрылых его доля в совокупных уловах составляла лишь 2% [15] (рис. 54). В большинстве случаев он регистрируется в населенных пунктах, в промзонах либо неподалеку от них, в редких случаях − на большом удалении от урболандшафтов. Соотношение полов в первой половине лета близко к 1:1 с некоторым преобладанием самцов; во второй половине лета половозрелых самцов становится еще больше. По меньшей мере часть местной группировки оседлая: в

Чернобыле и возле ЧАЭС они регистрируются и в зимний период. По современным представлениям, поздний кожан − обычный вид на всей территории Украины, хотя в Полесье встречается реже [2]. Факторы, лимитирующие его численность, такие же, как и у многих других рукокрылых − различные виды антропогенного пресса, уничтожение и деградация убежищ. Поскольку поздний кожан тяготеет к урболандшафтам, причем именно к тем, где есть люди, перспективы сохранения вида в ЗО неясны. Во-первых, выбор таких местообитаний не очень велик, а те, что имеются, продолжают деградировать. Во-вторых, занимая полости в постройках с людьми, поздний кожан вступает в конфликт с человеком. Поэтому для оценки дальнейших перспектив вида в регионе необходимо проведение дополнительных исследований.

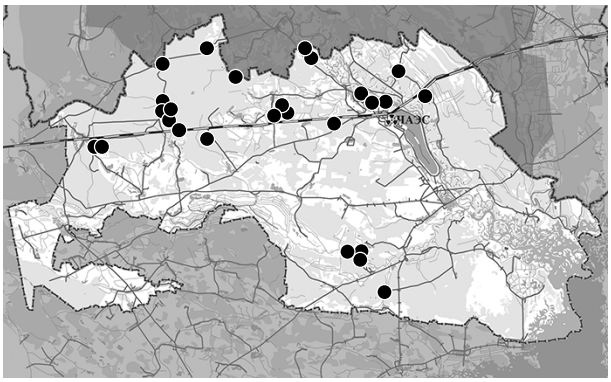


Рис. 53. Места регистрации кожана двухцветного в зоне отчуждения после 1986 г.

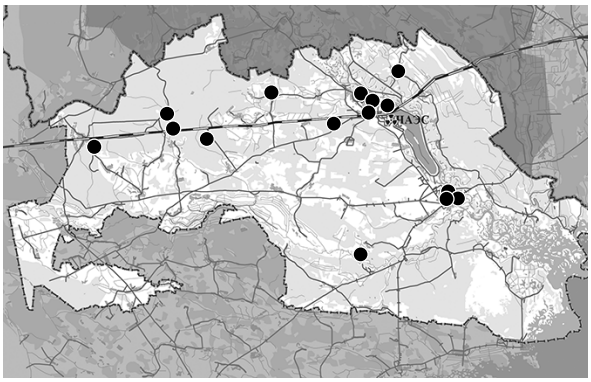


Рис. 54. Места регистрации кожана позднего в зоне отчуждения после 1986 г.

57. **Рысь** (Рись євразійська, Eurasian lynx) − *Lynx lynx* (Linnaeus, 1758). Отряд Хищные (Caniformes), семейство Кошачьи (Felidae).

Охранные категории: редкий [2]; LC [24]; Берн-3 [25].

Сведения о виде в ЗО. Рысь в прошлом была обычным зверем Полесья, в том числе и земель, ныне входящих в ЗО [54, 86]. Сведение лесов и прямое преследование со стороны человека сократили ее численность еще в XIX веке, а в XX она лишь изредка заходила в Украину, в то время как основные размножающиеся группировки обитали намного севернее − в Беларуси [87–89]. Браконьерство, фрагментарность ареала и обеднение кормовой базы привели к длительной депрессии вида. Ситуация начала изменяться лишь в 90-х годах XX века: численность вида возросла, зверь распространился к югу [89, 90] и вскоре появился на севере Украины [91]. Наиболее отчетливо это проявилось на территориях, обезлюдивших после аварии на ЧАЭС. В Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике (Беларусь) рысь отметили уже в 1991 г., в 1996–1997 гг. там насчитывалось до 10–12 особей, в 2001-м − 28, а к середине нулевых годов − 30–40 животных [90]. В ЗО о рыси заговорили также еще в начале 90-х годов XX века [13]. Количество сообщений возрастало, а география находок расширялась, хотя научного изучения этого вопроса не было. По устным утверждениям местной егерской службы, зимой 2000 г. в зоне отчуждения насчитывалось 18 особей (личное сообщение Н. Г. Самчука). Возможно, на основе того же источника информации С. М. Жила (2002 г.) указал, что на территориях севера Киевщины общей площадью 500 км^2, с которых производилось отселение (что заметно меньше реальных размеров ЗО), в 2000 г. обитало 10 рысей. Поскольку пояснений, как получена эта информация, и к какой части зоны она имела отношение, не имеется, можно предположить, что речь шла о сопоставимых по размеру западных участках региона с обширными лесными массивами. В целом как тогда, так и после полноценного

учета рыси на территории ЗО никто не проводил, поэтому численность неизвестна. По-видимому, в первой половине нулевых годов она еще была низкой, так как при проведении автоматической регистрации животных с помощью фотоловушек (2001–2005 гг.) рысь не отмечали [92]. Возобновление и расширение наших исследований с использованием фотоловушек в 2012–2017 гг. показало, что рысь − обычный крупный хищник, обитающий практически по всей ЗО, включая населенные пункты. Высокую плотность рыси обнаружили в правобережной части ЗО − от сс. Старые Шепеличи и Чистогаловка на востоке до с Вильча на западе и с. Денисовичи на севере (рис. 55). Не менее плотная группировка обнаружена в ходе наших исследований в январе 2018 г. в юго-восточной части ЗО (сс. Парышев, Ладыжичи, Теремцы). Однако на отдельных участках их мало (например, в районе сс. Зимовище, Красное, Машево). Рысь чаще всего регистрируется на границе между лесными массивами и луговыми водно-болотными участками, тяготеет к мелколиственному густому лесу и камышовым зарослям. С учетом частоты регистрации зверя и структуры угодий ЗО можно предположить, что современная группировка рыси составляет от 50 до 130 особей. Это сопоставимо с численностью, ранее показанной для всего Полесья [93]. В то же время реальные численность и распространение можно установить только в результате целенаправленных исследований. Рысь − автохтонный вид региона. Факт ее самостоятельного возвращения спустя столетие депрессии и заметный рост численности указывают на то, что условия ЗО полностью отвечают биологическим потребностям, а влияние лимитирующих факторов (браконьерство, как по отношению к самой рыси, так и к ее жертвам [93]) сведено до минимума. Огромная территория, разнообразие биотопических условий и богатство кормовой базы (косуля, зайцы, тетерева, рябчики и др.) способны обеспечить формирование самоподдерживающейся популяции с наивысшей возможной плотностью (до 10 особей на 100 км^2).

58. **Медведь бурый** (Ведмідь бурий, Brown bear) − *Ursus arctos* (Linnaeus, 1758). Отряд Хищные (Caniformes), семейство Медвежьи (Ursidae).
Охранные категории: исчезающий [2]; LC [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. Бурый медведь был обычным зверем Полесья, но исчез к началу XX века в результате преследования, сокращения мест обитания и кормовой базы [54, 86, 94, 95]. В XX веке отмечались лишь единичные его заходы в северные приграничные районы Украины [95–98]. Впервые о появлении медведя в ЗО заговорили начиная с 1993 г., однако перепроверить эту информацию не удавалось. В большинстве случаев указывался один и тот же участок зоны отчуждения − обширный северо-западный лесной массив в районе населенных пунктов Вильча, Денисовичи, Лубянка и Ковшиловка, но были сообщения и из районов сс. Опачичи и Кошовка. Большинство таких сообщений пришлось на начало нулевых годов. Первое обнаружение следов, перепроверенное нами, датируется июнем 2003 г. Их нашли на противопожарной полосе возле с. Корогод [13]. В следующий раз свидетельства присутствия медведя были замечены исследователями только летом 2009 г.: это были задиры лап на ели, на заброшенной усадьбе бывшего Толстолесского лесничества [99]. В 2015 г. мы также нашли подобные задиры всего в 700 м на северо-запад от этого же лесничества [100]. Серия устных сообщений о наблюдении медведя (включая одно, подкрепленное видеозаписью, и одно − самки с медвежатами) поступила в 2015–2016 гг. и касалась юго-восточного сектора ЗО в районе сс. Парышев, Ладыжичи и Черевач [100]. Наконец, в 2014–2016 гг. в ходе исследований с использованием фотоловушек присутствие медведя окончательно подтвердилось. В районе сс. Толстый лес, Буда, Бовище были сфотографированы не менее 3-х особей медведя [100] (рис. 56). Сколько всего зверей в

ЗО, являются ли они местными или регулярно заходят с сопредельной территории Беларуси, пока не известно. На территории соседнего Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (Беларусь) первые сообщения о медведе появились в 1992 г., в 2003–2010 гг. уже было до 70 случаев регистрации, и в настоящее время насчитывают до 4–5 взрослых особей [90, 101]. Отмечены и самки с медвежатами. Вследствие критической ситуации с медведем в Украине [2, 99] факт его самостоятельного возвращения и закрепления в ЗО достоин особого внимания. Угодья региона полностью соответствуют биологическим потребностям вида: здесь богатая кормовая база, огромный выбор мест для устройства зимних берлог, обширная территория, отсутствие населенных пунктов. С учетом плотности медведя в различных регионах Европы (от 0,3 до 2,5 особей на 1000 га) на территории таких размеров, как ЗО, в перспективе могут обитать не менее 50 зверей [100]. Таким образом, ЗО способна стать еще одним резерватом этого редкого вида в Украине.

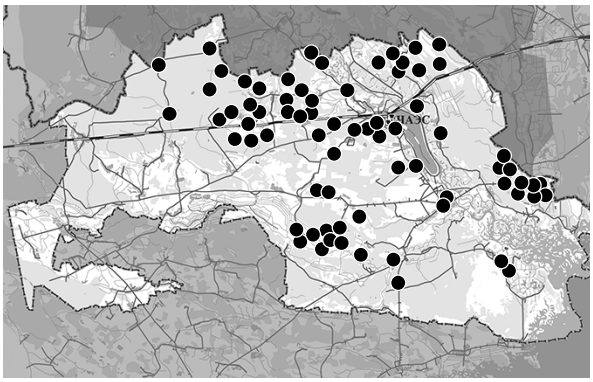


Рис. 55. Места регистрации рыси
в зоне отчуждения после 1986 г.

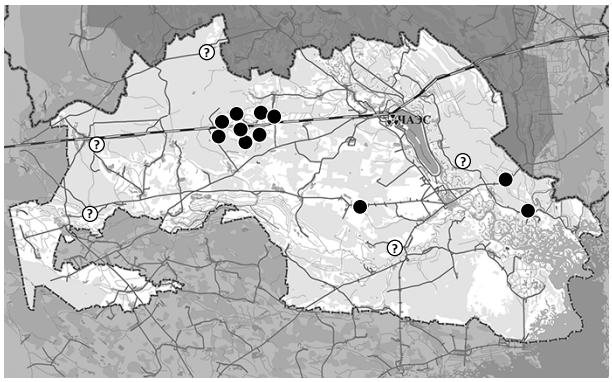


Рис. 56. Места регистрации бурого медведя
в зоне отчуждения после 1986 г.

59. **Хорь черный** (Тхір темний, European polecat) − *Mustela putorius* (Linnaeus, 1758). Отряд Хищные (Caniformes), семейство Куницевые (Mustelidae).

Охранные категории: неоцененный [2]; LC [24]; Берн-3 [25].

Сведения о виде в ЗО. В прошлом черный, или лесной, хорь был обычным представителем куньих на Полесье, заселявшим практически все ландшафты [102]. Его плотность оценивали до 10 особей на 1000 га. Тем не менее был ли он в ЗО (после 1986 г.), никто не сообщал. Наши собственные наблюдения ограничены лишь двумя случаями: 1) фиксацией фотоловушкой 4.10.2002 г. в квартале 179 Лубянского лесничества (старый смешанный лес с преобладанием широколиственных пород) [13]; 2) визуальными наблюдениями 1.08.2012 г. в квартале 324 Корогодского лесничества (дубово-грабовый лес) (рис. 57). При проведении интенсивных исследований с использованием фотоловушек в 2012–2017 гг. в самых разных биотопах и участках ЗО хорька мы так и не отметили. На территории соседнего Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (Беларусь) плотность населения хорька в начале 90-х годов XX века оценивалась в 0,6–1,5 особей на 1000 га [89], а по результатам зимнего учета 2005 г. только 0,2 особи на 1000 га [68]. Не исключено, что в последние 30 лет произошло сокращение численности вида в связи с изменением экологических условий и ростом конкуренции с лесной куницей. В любом случае очевидно, что существует большой дефицит информации. Тем не менее заметное снижение численности хоря отмечается почти по всей Украине [2], поэтому перспективы хоря в регионе, как и его современный статус, пока остаются неясными.

60. **Выдра речная** (Відра річкова, European otter) − *Lutra lutra* (Linnaeus, 1758). Отряд Хищные (Caniformes), семейство Куницевые (Mustelidae).
Охранные категории: неоцененный [2]; NT [24]; Берн-2 [25].
Сведения о виде в ЗО. Выдра − это обычный и сравнительно многочисленный хищник ЗО. Хотя ее прямого учета никто не проводил, по количеству визуальных наблюдений и регистрации фотоловушками она обитает во всех пригодных стациях (озерах, реках, каналах, водохранилищах) по всей территории ЗО (рис. 58). По данным белорусских коллег [68], плотность выдры варьирует от 0,5 особи на 10 га площади пойменных озер до 1–3 особи на 10 км водотока рек и каналов, что в совокупности дает до 450–500 особей на всю территорию заповедника. Можно ожидать, что у численности выдры в ЗО тот же порядок величин, но для выяснения этого вопроса необходимо проведение специальных исследований. Численность выдры в Украине за последние 50 лет сильно возросла, что стало следствием охранных мероприятий и падения интереса к ней со стороны охотников [2]. ЗО − один из регионов, где для выдры максимум благоприятных условий − обилие озер, рек, каналов, многочисленные бобровые поселения, богатство кормовой базы. Кроме того, человек здесь почти не оказывает воздействия на водно-болотные системы и минимально преследует выдру. Перспективы региона в деле охраны вида очень хорошие.

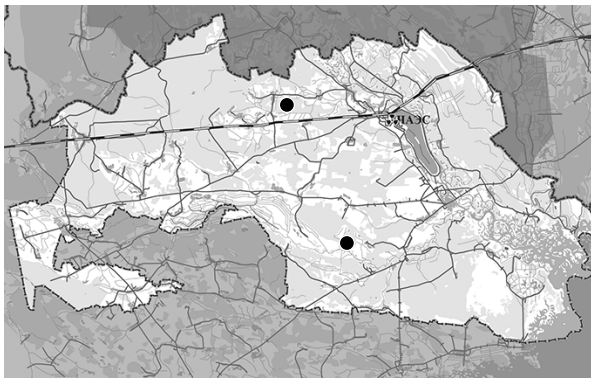


Рис. 57. Места регистрации хоря черного в зоне отчуждения после 1986 г.

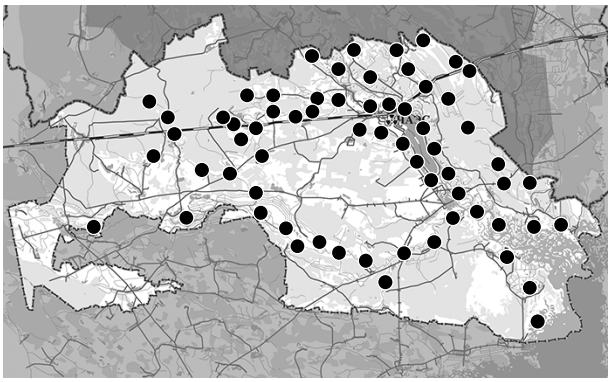


Рис. 58. Места регистрации выдры речной в зоне отчуждения после 1986 г.

61. **Конь Пржевальского** (тарпан) (Кінь-тарпан, Tarpan) − *Equus ferus* (Boddaert, 1785). Отряд Непарнокопытные (Equiformes), семейство Лошадиные (Equidae).
Охранные категории: исчезнувший в природе [2]; EN [24].
Сведения о виде в ЗО. Конь Пржевальского – вид-интродуцент, завезенный в ЗО с целью формирования вольной популяции в качестве аналога диких лошадей-тарпанов, живших в данном регионе сотни лет назад [19]. Лошадей завозили в несколько приемов: 3 особи − из Лозовского конезавода (май 1998 г.), 28 особей − из Биосферного заповедника «Аскания-Нова» (июль 1998 г. – октябрь 1999 г.), 3 особи − из Киевского зоопарка (январь 2004 г.), 10 особей − из Одесского зоопарка (сентябрь 2004 г.) [18]. В процессе перевозки и акклиматизации погибла 21 особь. Из оставшихся 23 особей (все из заповедника «Аскания-Нова») 2 самца и 15 самок дали начало следующему поголовью. По результатам полевых наблюдений, они сравнительно быстро освоили пространство всего правобережья ЗО, хотя длительное время держались исключительно луговых систем междуречья рр. Припять и Уж (рис. 59). На левом берегу р. Припять (точнее в пойменной части левобережья) лошади появлялись в исключительных случаях [103, наши наблюдения]. С середины нулевых годов часть лошадей перебралась через р. Уж и стали выходить за южную границу ЗО [23], а еще две группы ушли на север, в Полесский

государственный радиационно-экологический заповедник, где основали местную группировку [103]. С момента основания стада (1998–2013 гг.) родились не менее 144 жеребят [23]. Количество гаремных и жеребцовых групп увеличилось до 9–11, а их размеры уменьшились до 5–12 особей, часть жеребцов бродит парами или в одиночку. К концу 2012 г., в ЗО насчитывали до 75–80 животных. Еще 17 особей жили в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике [103]. По всей видимости, за весь этот период погибли около 70 животных (только за 1999–2006 гг. зарегистрировано 55 случаев гибели). Травмы и заболевания стали причиной гибели 9% лошадей, в 24% случаев животных убили браконьеры, причины гибели остальных лошадей установить не удалось [18]. Исследователи отметили, что уже с середины нулевых годов поиск лошадей стал сильно осложняться в связи с процессами активного лесовосстановления на лугах, поэтому результаты оценки общей численности не очень надежны. По результатам наших исследований с использованием фотоловушек (неопубликованные данные), лошади перестали держаться исключительно луговых участков и часто регистрируются в глубине лесных массивов, особенно в зимний период (рис. 59). Рост важности лесов в их жизни подкрепляется наблюдениями об использовании веточных кормов, что нехарактерно для степных животных [22]. Они также регулярно посещают заброшенные фермерские здания. В местах регулярного пребывания и на постоянных тропах лошади начинают оказывать средообразующее воздействие, вытаптывая траву и верхний слой подстилки [22], однако с учетом размера поголовья и масштабов ЗО этот эффект почти не заметен. В целом состояние популяции оценивается как хорошее, общее поголовье составляет около 100 особей (2017 г.), однако реальную ситуацию можно установить только при проведении целенаправленных исследований. Конь Пржевальского, как известно, имеет центрально-азиатское происхождение [104, 105], хотя считается, что это родственная форма дикого коня-тарпана, некогда водившегося в степной и лесостепной зоне, включая и юг лесной зоны, где сейчас находится ЗО. Лошади, выпущенные в ЗО, вполне здесь освоились, а поголовье, несмотря на комплекс существующих проблем, выросло в 4–5 раз. Одна из актуальных проблем − браконьерство. Без строгой охраны территории у крупных животных, которые не убегают от человека, нет будущего. Другая проблема − обедненный генетический состав. Семнадцать животных, давшие начало чернобыльскому поголовью, имели неизвестную или испорченную гибридизацией родословную, а потому исключены из племенного процесса в международных программах по восстановлению вида, и, по сути, представляют селекционный брак (личное сообщение Т. Л. Жарких). Племенная работа не велась и после интродукции в ЗО, новых производителей не привозили, а особей с отклонениями от видовых характеристик не отбраковывали. Таким образом, сформировавшаяся в настоящее время вольная популяция лошадей-тарпанов не в полной мере относится к лошади Пржевальского и не имеет никакого отношения к программе восстановления вида, а потому у нее слабые шансы на поддержку международных программ. Еще одна проблема заключается в непрекращающихся процессах лесовосстановления и сокращении площади открытых ландшафтов. Чтобы сохраниться в этом регионе, диким лошадям необходимо научиться жить в лесу. Таким образом, будущее этих лошадей зависит от их охраны, скорости адаптации к лесному образу жизни и, возможно, от стихийных генетических процессов, протекающих в популяции.

62. **Зубр** (Зубр, European bison) − *Bison bonasus* (Linnaeus, 1758). Отряд Парнокопытные (Cerviformes), семейство Полорогие (Bovidae).
Охранные категории: исчезнувший в природе [2]; VU [24]; Берн-3 [25].

Сведения о виде в ЗО. По историческим свидетельствам, зубр обитал на территории Припятского Полесья сотни лет назад, однако полностью исчез уже к XVIII веку [94, 106]. Попытка его реинтродукции в ЗО, предпринятая в 1998 г. в рамках программы «Фауна» [107], была неудачной: обе завезенные особи погибли еще в акклиматизационном вольере [13]. В апреле 2012 г. при обследовании лесных угодий к западу от с. Толстый Лес (кварталы 204, 230 Лубянского лесничества) нами были обнаружены характерные «коровьи лепешки», однако само животное − взрослый самец отмечен только 9.03.2015 г. в квартале 204 Лубянского лесничества с помощью фотоловушки [108]. В течение 2015–2016 гг. зубра фотографировали 19 раз. Животное держалось лесных и луговых участков в секторе между сс. Бовище, Красное, Толстый Лес (рис. 60). Это сочетание старых дубово-грабовых лесов и влажных лугов с древесной порослью. Данное животное зашло сюда, как минимум, в 2011 г. с левобережной части Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (Беларусь), где с 1996 г. обитает стадо, завезенное из Беловежской пущи [90]. За 20 лет поголовье выросло в 7 раз и достигло 116 особей [109]. В связи с этим уже со средины нулевых годов зубры стали расширять свои владения [110]. Зубр, присутствие которого в ЗО подтверждено фотоматериалами, пока единственный. Однако о заходах зубров из Беларуси устные сообщения сделали: 1) Ю. И. Бондарь (до 2013 г., левобережная часть ЗО); 2) А. Калмыков (3.11.2015 г., район с. Бовище); 3) А. Н. Боровский (2016 г., два зубра в районе сс. Ладыжичи, Теремцы) (рис. 60). Несмотря на то, что зубр имеет высокий охранный статус [2], наибольшей проблемой для его спасения является дефицит территорий, где бы он мог жить, не вступая в конфликт с человеком [111]. ЗО − возможно единственное место в Украине, где подходящие природные условия сочетаются с огромной территорией и отсутствием человека. По мнению специалистов [111], на такой территории может обитать до нескольких сотен животных, что очень важно для их спасения как вида. Рост численности зубра в соседнем заповеднике Беларуси, конечно, может привести к формированию собственного поголовья ЗО, однако без надлежащей охраны и контроля перспективы его становления на нашей территории весьма неопределенны.

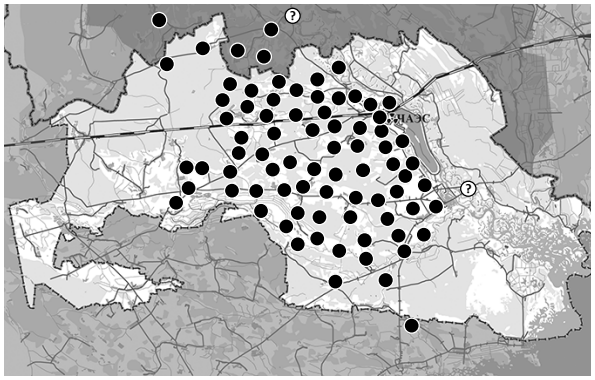


Рис. 59. Места регистрации коня Пржевальского в зоне отчуждения после 1986 г.

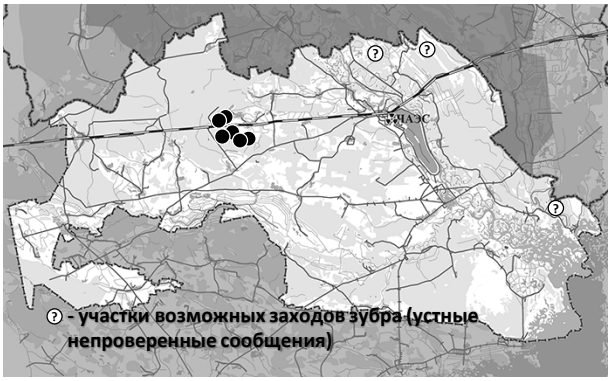


Рис. 60. Места регистрации зубра в зоне отчуждения после 1986 г.

Выводы

Таким образом, в ЗО по состоянию на январь 2018 г. зарегистрировано 62 вида позвоночных краснокнижных животных. Статус присутствия каждого, как и роль региона в их жизни, сильно различаются. Часть видов − случайные. Прежде всего, это

птицы. Кроме уже отмеченных орла-могильника, соколов балабана и сапсана, не исключены залеты еще 15–20 видов, которые могут посещать ЗО в период сезонных миграций или эпизодических инвазий. Не исключено, что к таким же случайным видами можно отнести и некоторых рукокрылых, например усатую ночницу, основные нахождения которой в Украине приходятся на южные регионы.

О некоторых видах, по всей видимости, стоит говорить как о тех, что обитали здесь в прошлом и маловероятно, чтобы вернулись в будущем. Условия ЗО настолько изменились за последние 30 лет (тотальное лесовосстановление), что вряд ли могут подойти для птиц степных ценозов. К таким относятся ранее упомянутый сокол-балабан, а также дрофа и степная тиркуша, которых отмечали здесь в XX веке [35, 52].

О многих краснокнижных видах, отмеченных в ЗО, практически ничего не известно. Это рыбы − минога, быстрянка, днепровский усач, озерный гольян; змея медянка; птицы − черный коршун, полевой лунь, авдотка, клинтух, мохноногий сыч; млекопитающие − ночница Брандта, усатая ночница, прудовая ночница, широкоушка, гигантская вечерница, черный хорь. Единичные случаи их регистрации не позволяют судить не только о численности и распространении, но и вообще о том, является ли обнаружение вида свидетельством благоприятности местных условий.

Большинство краснокнижных видов, по всей видимости, жили на этой территории и до 1986 г. Оснований считать, что их там не было, нет. Отселение людей и прекращение хозяйственной деятельности лишь способствовали увеличению их численности и расселению (если это вообще имело место). К таким следует отнести все виды рыб, змею медянку, большинство птиц и млекопитающих. Но некоторые виды действительно впервые отмечены только после аварии на ЧАЭС. Это совы, воробьиный сыч и бородатая неясыть, появление которых связывают с наблюдаемым в последние десятилетия расширением видового ареала [63, 65]. Де-факто заповедный режим лишь способствовал закреплению этой тенденции. Регистрацию же в ЗО большого подорлика можно рассматривать как восстановление гнездового ареала, и причиной этого может быть именно снижение антропогенной нагрузки на биоценозы. Аналогичное восстановление видового ареала происходит и у рыси, и у бурого медведя. Оба зверя столетиями преследовались человеком, уничтожались их местообитания, подрывалась кормовая база. Однако одного десятилетия хватило, чтобы они потянулись в обезлюдевшие леса. Местная группировка рыси уже находится на стадии насыщения, дальнейший рост ее численности и распространения зависит только от качества местообитаний, кормовой базы и конкуренции. В то время как медведь еще только осваивает регион, но перспективы роста популяции и расселения хорошие. Еще один вид млекопитающих − средиземноморский нетопырь, хотя и появился в ЗО в последние десятилетия, но так же, как и в отношении воробьиного сыча и бородатой неясыти, это произошло вследствие расширения видового ареала [84]. Наконец, своим появлением еще два вида обязаны человеку. Это − конь Пржевальского и зубр. Их завезли в ЗО в 90-х годах XX века. Оба вида прижились, наблюдается постепенный рост их численности и распространения.

Список краснокнижных видов, выявленных в ЗО, неокончательный. Во-первых, к нему следует добавить новый для Украины краснокнижный вид − лося европейского *Alces alces* (Linnaeus, 1758), которому присвоили охранную категорию «уязвимый» лишь в конце 2017 г. [112]. В ЗО это обычный и сравнительно многочисленный вид крупных млекопитающих. Его поголовья никто не считал, но, по нашим предварительным оценкам, основанным на результатах полевых наблюдений и частоте регистрации фотоловушками, оно может составлять 1–1,5 тысячи особей, что представляет

существенную долю всего поголовья лосей в Украине, а потому указывает на огромную важность региона в деле сохранения и приумножения этого поголовья.

Несколько других видов, вполне возможно, давно здесь обитают, недавно появились или изредка бывают в ЗО, однако из-за недостаточности исследований, небольшой численности, спорадичности распространения или сложности обнаружения информации до сих пор нет. К таким нами отнесены:

1) стерлядь − *Acipenser ruthenus* (Linnaeus, 1758). Эту рыбу, по нашим данным, изредка добывают на ближайших к ЗО участках р. Днепр, а также отмечали в среднем течении р. Припять [113];

2) лунь степной − *Circus macrourus* (S. G. Gmelin, 1771). В периоды сезонных миграций его отмечали на сопредельных территориях [17, 38, 43];

3) глухарь − *Tetrao urogallus* (Linnaeus, 1758). По данным Красной книги Украины [2], большая часть украинской популяции обитает в Полесье, прежде всего в Житомирской области, на схеме распространения указаны и участки ЗО. Однако до сих пор ни визуальных наблюдений, ни других подтверждений этой информации не было. Вместе с тем глухари отмечены на правобережной части Полесского радиационно-экологического заповедника в Беларуси [38];

4) зеленый дятел − *Picus viridis* (Linnaeus, 1758). Надежных сведений о присутствии его в ЗО нет, хотя на схеме, представленной в Красной книге Украины [2], ЗО отмечена. Кроме того, на наличие этого дятла указывают коллеги из Полесского радиационно-экологического заповедника Беларуси [38];

5) заяц беляк − *Lepus timidus* (Linnaeus, 1758). О возможности его присутствия в ЗО мы судим по двум наблюдениям: снимок не очень хорошего качества, сделанный фотоловушкой 16.02.2013 в квартале 254 Лубянского лесничества, и визуальное наблюдение зверька в свете фар автомобиля 18.12.2002 г. на границе с Беларусью между сс. Парышев и Гдень. Эта неопределенность подкрепляется противоречивостью сведений с территории соседнего Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. До 1997 г. о зайце-беляке ничего не знали, в 1997–1998 гг. его численность уже оценивали в 360 особей, но в 2001–2006 гг. – опять никаких сведений [68];

6) белозубка белобрюхая − *Crocidura leucodon* (Hermann, 1780). В прошлом она считалась обычным видом в соседствующих с ЗО районах Житомирской обл. и к югу от р. Тетерев [114];

7) кутора малая − *Neomys anomalus* (Cabrera, 1907). В прошлом обычный вид многих районов лесной и лесостепной зон Украины [2, 114], однако в последние десятилетия повсеместно встречается редко;

8) ночница Наттерера − *Myotis nattereri* (Kuhl, 1817). Исследования последних лет указывают, что вид может обитать в Полесье. В частности, он обнаружен в Ровенском природном заповеднике [72] и белорусском заказнике «Старый Жадень» [70];

9) ушан серый − *Plecotus austriacus* (Fischer, 1829). В последние десятилетия проявляет тенденцию к расселению в северо-восточном направлении [74], что не исключает появления и в ЗО;

10) нетопырь карликовый − *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774). Как выше говорилось, это вид-двойник нетопыря-пигмея. Наличие его в ЗО не исключается, однако требует проведения генетической идентификации;

11) кожанок северный − *Eptesicus nilssonii* (Keyserling, Blasius, 1839). Обнаружение его в ЗО не исключается, поскольку кожанок отмечен в период сезонных миграций на левом берегу Киевского водохранилища [115], кроме того, лактирующие самки были пойманы в белорусском заказнике «Старый Жадень» [70];

12) горностай − *Mustela erminea* (Linnaeus, 1758). По данным, представленным в Красной книге Украины [2], горностай обитает в ЗО. Тем не менее за все годы полевых исследований, включая материалы, полученные с помощью фотоловушек, у нас не было ни одного наблюдения или надежного сообщения. Вместе с тем, по данным белорусских коллег [116], на территории соседнего Полесского радиационно-экологического заповедника живут до 10 особей на каждые 1000 га подходящих местообитаний (сырых лугов, заболоченных участков). Возможно, отсутствие информации − просто результат недостаточности исследований, проводимых именно в таких угодьях.

ЗО не является территорией, досконально изученной в фаунистическом отношении. Очень большая площадь, множество удаленных и сложных для обследования участков предполагают возможность новых находок. Тем не менее уже сейчас не вызывает сомнения, что этот резерват дикой природы представляет огромную ценность. Из 31 вида отмеченных здесь краснокнижных птиц 10 являются абсолютно обычными или даже многочисленными, из 22 млекопитающих − 12 видов. Ключевыми факторами, сыгравшими в роль в увеличении биоразнообразия, стали отселение людей, прекращение хозяйственной деятельности, огромная площадь (2600 км^2 украинской и 2150 км^2 белорусской территории ЗО), многогранность природных условий и длительный де-факто заповедный режим. Создание Чернобыльского радиационно-экологического биосферного заповедника служит закреплению установившихся тенденций по восстановлению некогда утраченных природных комплексов Полесья, по сохранению биологического разнообразия и экологического баланса в регионе.

В основу данной работы легли материалы, полученные в ходе многолетних исследований Чернобыльского центра по проблемам ядерной безопасности, радиоактивных отходов и радиоэкологии (генеральный директор М. Д. Бондарьков). Полевые исследования в 2017 и 2018 гг. и обзор доступной литературной информации выполнены при поддержке проекта Глобального экологического фонда Программы ООН по окружающей среде (UNEP-GEF) «Сохранение, оптимизация и управление запасами углерода и биологического разнообразия в Чернобыльской зоне отчуждения» (SSFA/2017/14), раздел «Оценка состояния и тенденций развития природных ландшафтов и биоразнообразия на территории Чернобыльской зоны отчуждения». Непосредственное участие в полевых работах принимали Е. А. Гуляйченко, С. А. Паскевич, С. В. Домашевский, Г. П. Гера, А. С. Влащенко и другие. Информацию о наблюдениях и находках сообщали Д. А. Вишневский, С. А. Паскевич, И. В. Чижевский. Часть материала получена с помощью фотоловушек в рамках совместного проекта TREE (http://tree.ceh.ac.uk/), с Центром экологии и гидрологии (представители − профессора Н. А. Бересфорд, М. Д. Вуд) Британского совета по изучению природной среды (The United Kingdom Natural Environment Research Council).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Указ* Президента України № 174/2016 «Про створення Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника» (від 26.04.2016).
2. *Червона* книга України. Тваринний світ / За ред. І.А. Акімова. − К.: Глобалконсалтинг, 2009. − 600 с.
3. *Францевич Л. И., Гайченко В. А., Крыжановский В. И.* Животные в радиоактивной зоне. − К.: Наукова думка, 1991. − 128 с.
4. *Балашев Л. С., Францевич Л. И., Шерстюк Н. И.* Состояние объектов природно-заповедного фонда в зоне отчуждения // Проблеми Чорнобильської зони відчуження. − 1996. − № 4. − С. 3–12.

5. *Грищенко В. Н.* К распространению серого журавля в Киевской области // Орнитология: сб. − М.: Изд-во Моск. гос. ун-та, 1990. − Вып. 24. − С. 146.
6. *Грищенко В. Н., Осавлюк Д. С.* О гнездовании гоголя в Киевской области // Орнитология: сб. − М.: Изд-во Моск. гос. ун-та, 1990. − Вып. 24. − С. 147.
7. *Редкие* и исчезающие растения и животные Украины: Справочник / В. И. Чопик, Н. Н. Щербак, Т. Б. Ардамацкая и др.; под ред. К. М. Сытника и др. − К.: Наукова думка, 1988. − 256 с.
8. *Легейда И. С., Микитюк А. Ю., Панов Г. М.* Состояние орлана-белохвоста (*Haliaeetus albicilla*) в 30-километровой зоне ЧАЭС. − М-лы. конф. 7–9 квітня 1995 р., м. Ніжин. − К., 1996. − С. 30–31.
9. *Baker R. J., Hamilton M. J., Van Den Bussche R. A.* et al. Small mammals from the most radioactive sites near the Chornobyl nuclear power plant // J. Mammalogy. − 1996. − 77 (1). − P. 155−170.
10. *Гащак С. П., Вишневський Д. О., Заліський О. О.* Фауна хребетних тварин Чорнобильської зони як передумова створення заповідних об‘єктів на її території // Бюл. Екол. стану ЗВ та ЗБ(О)В. − 2006. – Т. 1, № 27. – С. 57–65.
11. *Гащак С. П.* Нотатки про деяких рідкісних птахів з території Чорнобильської зони відчуження // Беркут. − 2002. – Т. 11, вип. 2. – С. 141–147.
12. *Гащак С. П.* Интересные зоологические находки с севера Киевской и Черниговской областей // Вестник зоологии, 2003. – Т. 37, вип. 3. – С. 64.
13. *Гащак С. П., Вишневський Д. О., Заліський О. О.* Фауна хребетних тварин Чорнобильської зони відчуження (Україна). − Славутич: Вид-во Чорнобильського центру з проблем ядерної безпеки, радіоактивних відходів та радіоекології, 2006. − 100с.
14. *Гащак С. П., Влащенко А. С., Наглов А. В.* Результаты изучения фауны и радиоактивного загрязнения рукокрылых Чернобыльской зоны отчуждения в 2007–2009 годах // Проблемы Чернобыльской зоны отчуждения. − 2009. − № 9. − С. 102–124.
15. *Гащак С. П., Влащенко А. С., Наглов А. В., Кравченко К. А. та ін.* Фауна рукокрылых зоны отчуждения в контексте оценки природоохранного значения ее участков // Проблемы Чернобыльской зоны отчуждения. − 2013. − Вып. 11. − С. 56–79.
16. *Домашевский С. В.* Бородатая неясыть (*Strix nebulosa*) в Киевском Полесье // Вестник зоологии, 2004. – Т. 38, вип. 2. – С. 20.
17. *Домашевский С. В., Гащак С. П., Чижевский И. В.* Материалы по Соколообразным (Falconiformes) и Совообразным (Strigiformes) Чернобыльской зоны отчуждения (Украина) // Беркут, 2012. – Т.1–2. – С. 64–81.
18. *Жарких Т. Н., Ясинецкая Н. И.* Демографические показатели популяции лошадей Пржевальского (*Equus przewalskii* Polj., 1881) в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отделение «Биология». − 2008. – Т. 113, вип. 5. – С. 3–9.
19. *Жарких Т. Н., Ясинецкая Н. И., Боровский А. Н., Звегинцова Н. С.* Изучение популяции лошади Пржевальского в зоне Чернобыльской АЭС // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отделение «Биология». − 2002. − Т. 107, вып. 5. − С. 9–16.
20. *Панов Г. М.* Пространственное распределение и численность орлана-белохвоста в Чернобыльской зоне отчуждения. − Беркут, 2004. – Т. 13, вып. 2. – С. 226–229.
21. *Рябов И. Н.* Радиоэкология рыб водоемов в зоне влияния аварии на Чернобыльской АЭС: по материалам экспедиционных исследований. − М.: Т-во научных изданий КМК, 2004. – 215 с.
22. *Слівінська К.А.* Кінь Пржевальського (*Equus przewalskii* Poljakov, 1881) в умовах Чорнобильської зони відчуження // Бюлетень екологічного стану ЗВ та ЗБ(О)В, 2005. − № 1. – С. 37–41.
23. *Ясинецкая Н. И., Звегинцова Н. С.* Структура и современное состояние популяции лошади Пржевальского в зоне ЧАЭС // Вісті біосферного заповідника «Асканія-Нова». − 2013. – Т. 5. − С.203–211.

24. *The IUCN* Red List of Threatened Species. 2017-3 [Electronic resource]. – Access mode: http://www.iucnredlist.org
25. *Конвенція* про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ існування в Європі (Берн, 1979). – К.: Вид-во Мінекобезпеки України, 1998. – 76 с.
26. *Берг Л. С.* Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. − М.-Л., 1948. − Т.1. − 468 с.
27. *Жуков П. И.* Распространение и эволюция пресноводных миног в водоемах БССР // Вопросы ихтиологии. − 1965. − Т.5, вып. 2. − С. 240–244.
28. *Мовчан Ю. В., Манило Л. Г., Смирнов А. И., Щербуха А. Я.* Круглоротые и рыбы − К.: Зоологический музей ННПМ НАНУ, 2003. − 241 с. − (Кат. коллекций Зоологического Музея ННПМ НАНУ).
29. *Фауна України:* в 40 т. − Т. 8: Риби. Вип. 2: Коропові. Ч. 2: Шемая, верховодка, бистрянка, плоскирка, абраміс, рибець, чехоня, гірчак, карась, короп, гіпофтальміхтис, аристихтис / Ю. В. Мовчан, А. І. Смірнов. – К.: Наукова думка, 1983. – 360 с.
30. *Фауна України:* в 40 т. − Т. 8: Риби. Вип. 2: Коропові. Ч. 1: Плітка, ялець, гольян, краснопірка, амур, білизна, верховка, лин, чебачок амурський, підуст, пічкур, марена / Ю. В. Мовчан, А. І. Смірнов. – К.: Наукова думка, 1981. – 428 с.
31. *Фауна Украины:* в 40 т. − Т. 8: Рыби. Вип. 3: Вьюновые, сомовые, икталуровые, пресноводные угри, конгеровые, саргановые, тресковые, колюшковые, игловые, гамбузиевые, зеусовые, сфиреновые, кефалиевые, атериновые, ошибневые / Ю. В. Мовчан. – К.: Наукова думка, 1988. – 368 с.
32. *Фауна України*: в 40 т. − Т. 8: Риби. Вип. 4: Окунеподібні (окуневидні, губаньовидні, драконовидні, собачковидні, піщанковидні, ліровидні, скумбриєвидні) / А. Я. Щербуха. – К.: Наукова думка, 1982. − 384с.
33. *Фауна України:* в 40 т. − Т. 7: Земноводні та плазуни / В. І. Таращук. − Київ: Вид-во АН УРСР, 1959. – 247 с.
34. *Куриленко В. Е., Вервес Ю. Г.* Земноводные и пресмыкающиеся фауны Украины: Справочник-определитель. – К.: Генеза, 1998. – 208 с.
35. *Жежерин В. П.* Орнитофауна украинского Полесья и ее зависимость от ландшафтных условий и антропических факторов. Видовой состав гнездящихся птиц, распределение по территории, численность, вопросы охраны, зоогеография: дис. канд. биол. наук. − К., 1969. − 539 с.
36. *Головач О. Ф., Грищенко В. Н., Серебряков В. В.* Распространение, численность и миграции черного аиста на Украине. − Деп. в ВИНИТИ 26.02.1990, № 1110-В90. − 48 с.
37. *Грищенко В. Н.* Черный аист в Украине: Мифотворчество продолжается // Беркут, 1996. – Т. 5, вып. 1. − С. 91–94.
38. *Юрко В. В.* Современное состояние орнитофауны Полесского государственного радиационно-экологического заповедника // Фаунистические исследования в Полесском гос. радиационно-экологическом заповеднике: Сб. науч. тр. / Под ред. Г. В. Анципова. − Гомель : РНИУП «Институт радиологии», 2008. − С. 65–115.
39. *Проект* організації і розвитку лісового господарства державного спеціалізованого комплексного підприємства «Чорнобильська пуща» Державного департаменту-адміністрації ЗВ та ЗБ(О)В. Українське державне проектне лісовпорядне виробниче об’єднання. Комплексна експедиція, Ірпінь, 2006.
40. *Фауна України:* в 40 т. – Т. 5: Птахи. Вип. 2: Хижі птахи / В. М. Зубаровський. − Київ: Наукова думка, 1977. – 332 с.
41. *Никифоров М. Е., Яминский Б. В., Шкляров Л. П.* Птицы Белоруссии: справочник-определитель гнезд и яиц. − Минск: Вышэйшая школа, 1989. − 479 с.
42. *Балашов Л. С., Гайченко В. А., Францевич Л. І.* та ін. Червона книга України в Зоні відчуження // Бюл. екологічного стану ЗВ та ЗБ(О)В. − Чорнобильінтерінформ, 1999. − №14. − С. 35–37.
43. *Домбровский В. Ч., Журавлев Д. В., Demongin L.* Редкие хищные птицы Белорусского Полесья // Беларускі арніталагічны бюлетень. – Subbuteo, 2001. – Т. 4, вып. 1. – С. 11–24.

44. *Домбровский В. Ч., Журавлев Д. В.* Редкие виды дневных хищных птиц на приграничных с Украиной особо охраняемых природных территориях Белорусского Полесья. − Новітні дослідження соколоподібних та сов. Мат. III Міжнар. наук. конф. «Хижі птахи України», м. Кривий Ріг, 24–25 жовтня 2008 р. − Кривий Ріг, 2008. − С.125–133.
45. *Домашевский С. В.* Материалы по экологии осоеда и черного коршуна на севере Украины // Беркут. − 2006. − Т. 15, вып. 1−2. − С. 125−131.
46. *Грищенко В. Н., Гаврилюк М. Н., Горошко О. А., Дремлюга Г. Н. и др.* К распространению редких видов хищных птиц в Киевской области. – Беркут. −1994. – Т. 3, вып 2. – С. 152–153.
47. *Домбровский В. Ч., Парейко В. А.* Зимовка крупных хищных птиц в зоне отселения Чернобыльской АЭС в 1998 году. − Subbuteo, 1999. – Т. 2, вып. 1. С. 46–47.
48. *Полуда А. М.* До поширення орлана-білохвоста на Київщині. − Беркут, 2000. – Т. 9, вип. 1–2. − С. 122–123.
49. *Гаврилюк М. Н., Грищенко В. Н.* Современное состояние популяции орлана-белохвоста в Среднем Приднепровье. − Беркут, 2000. – Т. 9, вып. 1–2. – С. 28–38.
50. *Домашевский С. В., Чижевский И. В.* Результаты проведения учетов орлана-белохвоста и других хищных птиц на территории Чернобыльской зоны отчуждения в зимний период 2008–2009 гг. − Беркут, 2009. – Т. 18, вып. 1–2. – С. 45–48.
51. *Кістяківський О. Б.* Фауна промислових птахів Полісся УРСР // Зб. праць Зоологічного музею АН УРСР. − 1952. − № 25. − С. 11–34.
52. *Шарлемань М.* Замітки про птахів Київщини. Матеріяли для орнітофавни України // Труди фіз.-мат. від. Української АН. − 1926. − Т. 2, вип. 2. − С. 1–32.
53. *Долбик М. С.* Птицы Белорусского Полесья. − Минск: Изд-во АН БССР, 1959. − 268 с.
54. *Кириков С. В.* Изменения животного мира в природных зонах СССР (XIII–XIX вв.): Лесная зона и лесотундра. − М.: Изд-во АН СССР, 1960. −158 с.
55. *Мельничук В. А., Головач О. Ф.* Распределение колониальных птиц в северной части Киевского водохранилища в период его стабилизации // Вестн. зоологии. − 1984. − № 5. − С. 85–86.
56. *Юрко В. В., Парейко О. А.* Мониторинг орнитофауны ПГРЭЗ. Результаты 2005 года // 20 лет после Чернобыльской катастрофы: сб. науч. тр. Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. − Гомель, 2006. − С. 226–238.
57. *Цицюра В. К., Хлебешко В. Н.* Мохноногий сыч (*Aegolius funereus*) − новый гнездящийся вид Житомирского Полесья // Вестник зоологии, 1991. − № 5. − С. 86.
58. *Клакоцкий В. П.* Птицы Припятского ландшафтно-гидрологического заповедника // Заповедники Белоруссии. − Минск, 1983. − Вып. 7. − С. 98–106.
59. *Афанасьев В. Т.* Мохноногий сыч на северо-востоке Украины // Беркут, 1997. – Т. 6, вып. 1–2. – С. 47–48.
60. *Полуда А. М., Баев В. А., Гаврись Г. Г.* и др. 18-й и 19-й сезоны орнитологического стационара «Лебедивка» // Вестник зоологии, 1997. – Т. 31, вып. 3. – С. 86–88.
61. *Полуда А. М., Давиденко И. В., Землянских И. И. и др.* Орнитологический стационар «Лебедивка»: 21-й и 22-й сезоны // Вестник зоологии, 1999. – Т. 33, вып. 4–5. – С. 119–122.
62. *Домашевский С. В.* Хищные птицы регионального ландшафтного парка «Межреченский» // Новітні дослідження соколоподібних та сов. Матеріали III Міжнародної наукової конференції «Хижі птахи України», м. Кривий Ріг, 24–25 жовтня 2008 р. − Кривий Ріг, 2008. − С. 106–117.
63. *Домашевский С. В., Комаровский А., Тетерук Р., Сапуга А.* Регистрация воробьиного сычика в Киевской области // Интернет-публикация Українського центру досліджень хижих птахів (4.03.2017). − [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://raptors.org.ua/ru/1018
64. *Скітер А.* Про зустріч сичика-горобця на півночі Чернігівської області // Интернет-публикация Українського центру досліджень хижих птахів (25.01.2018). − [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://raptors.org.ua/ru/1179

65. *Домашевский С. В.* Расселение бородатой неясыти в Украинском Полесье // Совы Северной Евразии: экология, пространственное и биотопическое распределение / С. В. Волков (гл. ред.), А. В. Шариков, В. В. Морозов. − М., 2009. − С. 126.
66. *Домашевский С. В., Чижевский И. В.* Сизоворонка в зоне отчуждения Чернобыльской атомной станции // Итоги полевого сезона 2010 г. Мат. I региональной науч. зоол. конф., посвященной Международному году биоразнообразия (Брест, 11 декабря 2010 г.). − Брест: «Альтернатива», 2011. − С. 84–86.
67. *Грищенко В. М.* Про занесення нових видів птахів до Червоної книги України // Беркут, 1998. – Т. 7, вип. 1–2. − С. 94–103.
68. *Кучмель С. В.* Видовой состав млекопитающих отрядов Насекомоядные, Зайцеобразные, Хищные, Грызуны и Парнокопытные Полесского государственного радиационно-экологического заповедника // Фаунистические исследования в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике: сб. науч. тр. / Под ред. Г. В. Анципова. − Гомель: РНИУП «Институт радиологии», 2008. − С. 38–64.
69. *Shpak A. V.* First record of *Myotis brandtii* (Mammalia, Vespertilionidae) in the Central Polesie of Belarus // Вісник зоології, 2010. –Т. 44, вип. 3. − С. 252.
70. *Dombrovski V., Fenchuk V., Zhurauliou D.* The bat fauna (Mammalia, Chiroptera) of Stary Zhaden Zakaznik, Southern Belarus // Праці Теріологічної школи. – К., 2017. – Т. 15. − С. 3–9.
71. *Домбровский В. В.* Материнская колония ночницы Брандта *Myotis brandtii* в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике (Беларусь) // Праці Теріологічної школи. – К., 2017. – Т. 16. − С. 137–140.
72. *Годлевська Л. В., Ребров С. В., Панченко П. С.* Нові дані щодо фауни рукокрилих Рівненської області (Україна) // Заповідна справа. − 2016. – Т. 1, вип. 22. − С. 72–77.
73. *Домбровский В. Ч.* Результаты учетов рукокрылых (Chiroptera) в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике в 2016–2017 гг. // Актуальные проблемы зоологической науки в Беларуси: Сб. стат. XI Зоол. межд. науч.-практ. конф., приуроченной к десятилетию основания ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам» (Беларусь, Минск, 1–3 ноября 2017 г.). − Т. 1. / редкол.: О. И. Бородин [и др.]. − Минск: Издатель А. Н. Вараксин, 2017. − С. 105–112.
74. *Годлевська Л., Ребров С.* Рукокрилі північної та центральної України на Лівобережжі Дніпра // Theriologia Ukrainica (Праці Теріологічної Школи). – К., 2018. – Т. 16. − С. 16–42.
75. *Годлевська Л., Бузунко П., Ребров С., Гхазалі М.* Підземні сховища рукокрилих «непечерних» регіонів України за результатами 2002–2015 рр. // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. − 2016. − Вип. 71. − С. 178–189.
76. *Абелєнцев В. І., Попов Б. М.* Ссавці: ряд рукокрилі, або кажани − Chiroptera // Фауна України. − К.: Вид-во АН УРСР, 1956. − Т. 1, вип. 1. − С. 229–446.
77. *Ковалева И. М., Тараборкин Л. А.* Современный статус и распространение *Barbastella barbastellus* (Chiroptera, Vespertilionidae) в Украине // Вестн. зоологии. − 2001. – Т. 35, вып. 3. − С. 79–84.
78. *Vlaschenko A., Gashchak S., Gukasova A., Naglov A.* New record and current status of *Nyctalus lasiopterus* in Ukraine (Chiroptera: Vespertilionidae) // Lynx, n. s. (Praha). − 2010. − Vol. 41. − P. 209–216.
79. *Kovalov V., Hukov V., Rodenko O.* New record of *Nyctalus lasiopterus* (Schreber, 1780) in Ukraine with contribution of carnivory behavior of the species // V Ogolnopolska studencka konferencja teriologiczna (18–21.05.2017, Poznan). − Poznan, 2017. − P.69.
80. *Кедров Б., Шешурак П.* Первая находка нетопыря средиземноморского на Черниговщине (Украина) // Вестник зоологии. − 1999. – Т. 33, вып. 3. − С. 60.
81. *Godlevska L., Tyshchenko V., Negoda V.* First records of *Pipistrellus kühlii* from Kyiv // Вестник зоологии. − 2000. – Т. 34, вып. 3. − С. 78.
82. *Мерзликин И. Р., Лебедь Е. А.* Встречи нетопыря средиземноморского *Pipistrellus kühlii* (Chiroptera, Vespertilionidae) в Сумской области Украины // Вестник зоологии. − 2001. – Т. 35, вып. 4. − С. 92.

83. *Гаврись Г. Г., Коцержинская И. М.* Находка нетопыря средиземноморского *Pipistrellus kühlii* (Chiroptera, Vespertilionidae) на северной границе ареала в Украине // Вестник зоологии. − 2002. – Т. 36, вып. 6. − С. 50.
84. *Загороднюк І.* Адвентивна теріофауна України і значення інвазій в історичних змінах фауни та угруповань // Фауна в антропогенному середовищі. Праці Теріологічної школи. − Луганськ, 2006. − Вип. 8. − С. 18–47.
85. *Тищенко В. М., Годлевська О. В.* Перші знахідки *Vespertilio murinus* та *Nyctalus noctula* (Chiroptera) на зимівлі у м. Києві // Вестник зоологии. − 2008. − Т. 42, № 3. − С. 280.
86. *Сокур І. Т.* Історичні зміни та використання фауни ссавців України. – К.: Вид-во АН УРСР, 1961. − 84 с.
87. *Гептнер В. Г., Наумов Н. П.* Млекопитающие Советского Союза. Хищные (гиены и кошки). – М.: Высшая школа. − 1972. – Т. 2, ч. 2. − 552 с.
88. *Рысь.* Региональные особенности экологии, использования и охраны / Отв. ред. Е. Н. Матюшкин, М. А. Вайсфельд. – М.: Наука, 2003. − 523 с.
89. *Савицкий, Б. П., Кучмель, С. В., Бурко, Л. Д.* Млекопитающие Беларуси / Под общ. ред. Б. П. Савицкого. − Минск : Изд. Центр БГУ. − 2005. − 319 с.
90. *Дерябина Т. Г.* Распространение и численность включенных в Красную книгу Республики Беларусь крупных млекопитающих (зубр, медведь, рысь, барсук) на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника // Фаунистические исследования в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике : Сб. науч. тр. / Под ред. Г. В. Анципова. − Гомель : РНИУП «Институт радиологии», 2008. − С. 19–35.
91. *Жила С.* Рись в Українському Поліссі: стан популяції та поширення / Вісник Львівського ун-ту. Серія біологічна. − 2002. − Вип. 30. − С. 61–64.
92. *Гащак С. П.* Про досвід автоматичного фотографування диких тварин у Чорнобильській зоні // Раритетна теріофауна та її охорона / Під ред. І. Загороднюка. Серія: Праці Теріологічної Школи. − Луганськ, 2008. − Вип. 9. − С. 28–36.
93. *Жила С.* Поліська популяція рисі (*Lynx lynx*) в Україні та план дій щодо її збереження // Мінливість та екологія ссавців / Під ред. І. Загороднюка. Серія: Праці Теріологічної Школи. – К., 2012. − Вип. 11. − С. 98–112.
94. *Кириков С. В.* Человек и природа восточноевропейской лесостепи в X – начале XIX в. – М.: Наука, 1979. − 184 с.
95. *Гептнер В. Г., Наумов Н. П., Юргенсон П. Б.* и др. Млекопитающие Советского Союза. Морские коровы и хищные. – М.: Высшая школа. − 1967. – Т. 2, ч. 1. − 1004 с.
96. *Крижанівський В. І.* Стан популяцій мисливських видів ссавців / Розбудова екомережі України. – К.: UNDP, Проект «Екомережі», 1999. − С. 89–91.
97. *Жила С. М.* Бурий ведмідь (*Ursus arctos* L.) в Українському Поліссі. − Вестник зоологии, 1997. – Т. 31, вып. 3. − С. 77.
98. *Дикий І. В., Шквиря М. Г., Хоєцький П. Б., Улюра Є. М. та ін.* Сучасний стан популяції ведмедя бурого в Україні: просторова структура і особливості екології, чисельність і методи дослідження // Ведмідь бурий (*Ursus arctos*): проблеми збереження та дослідження популяції в Україні / Наук. ред. І. В. Дикий, М. Г. Шквиря. – К.: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2015. − С. 36–72.
99. *Shkvyria M., Vishnevsky D.* Large carnivores of the Chornobyl NPP exclusion zone // Vestnik of Zoology. − 2012. − Vol. 46, N 3. − P. 239–246.
100. *Gashchak S. P., Gulyaichenko Y. O., Beresford N. A., Wood M. D.* Brown bear (*Ursus arctos* L.) in Chernobyl exclusion zone // Proceedings of Theriological School, 2016. – Vol. 14. – P. 71–84.
101. *Дерябина Т. Г.* Зона отчуждения Чернобыльской АЭС − резерват охраняемых видов диких животных // Красная книга Республики Беларусь: состояние, проблемы, перспективы: материалы международной научной конференции, Витебск, 13–15 декабря 2011 г. / Вит. гос. ун-т ; редкол.: В. Я. Кузьменко (отв. ред.) и др. − Витебск: УО «ВГУ им. П. М. Машерова», 2011. − С. 43–45.

102. *Абелєнцев В. І.* Ссавці: Куницеві // Фауна України. − К.: Наукова думка, 1968. − Т. 1, вип. 3. − 280 с.
103. *Дерябина Т. Г.* Лошадь Пржевальского (*Equus przewalskii* Poljakov): результаты наблюдений за инвазивным видом // Экосистемы и радиация: аспекты существования и развития: Сб. науч. тр., посвященный 25-летию Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / Под общ. ред. Ю. И. Бондаря. – Минск: БОРБИЦ РНИУП «Институт радиологии», 2013. − С. 301–308.
104. *Климов В. В.* Лошадь Пржевальского. − М.: Агропромиздат, 1990. − 254 с.
105. *Соколов В. Е., Амарсанаа Г., Паклина Н. В.* и др. Ареал лошади Пржевальского (*Equus przewalskii*) в последний период существования вида в МНР и его геоботаническая характеристика // Зоол. журн. − 1991. – Т. 70, вып. 5. − С. 111–116.
106. *Кириков С. В.* Распространение зубра на территории Советского Союза в XI–XX вв. // Зубр. Морфология, систематика, эволюция, экология / Под ред. В. Е. Соколова. – М.: Наука, 1979. − С. 476–487.
107. *Програма* відновлення первинного фауністичного комплексу і біорізноманіття Українського Полісся в зоні відчуження і зоні безумовного (обов'язкового) відселення (Програма «Фауна»): Затв. Міністром МНС України В. В. Дурдинцем 13.04.2000. − Київ, 2000. – 8 с.
108. *Gashchak S. P., Gulyaichenko Y. O., Beresford N. A., Wood M. D.* European bison (*Bison bonasus*) in the Chornobyl Exclusion Zone (Ukraine) and prospects for its revival // Proceedings of Theriological School, 2017. − Vol. 15. – P. 58–66.
109. *Пенькевич В. А.* Зубр европейский. − 2016. − [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://goo.gl/u5qMtx
110. *Дерябина Т. Г.* Полесская популяция зубров (1996–2011 гг.) // Дикая природа Беларуси. − [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://goo.gl/IL5HVg
111. *Крижановський В. І.* План дій по збереженню зубра (*Bison bonasus* L.) в фауні України. Затверджено наказом Мінприроди та Держкомлісгоспу України від 8.05.2007 р., № 231/163 // Мисливство та полювання в Україні. – 2007. – Спец. вип. – С. 1–9.
112. *Наказ* Міністерства екології та природних ресурсів України «Про внесення змін до Переліку видів тварин, що заносяться до Червоної книги України (тваринний світ)». – № 481 від 19.12.2017.
113. *Позвоночные* животные Припятского заповедника: Аннот. список видов / Сост. А. В. Углянец, В. П. Клакоцкий, И. М. Зенина. – Минск: Ураджай, 1995. – 40 с.
114. *Абелєнцев В. І., Підоплічко І. Г., Попов Б. М.* Ссавці: Загальна характеристика ссавців. Комахоїдні, Кажани // Фауна України. – 1956. – Т. 1, вип. 1. – 448 с.
115. *Миропольський В.* Осіння знахідка Eptesicus nilssonii на Київщині // Міграційний статус кажанів в Україні: зб. – 2001. – С. 114.
116. *Сидорович В. Е.* Состояние видов семейства куньих в Чернобыльской зоне // Животный мир в зоне аварии Чернобыльской АЭС / Под ред. Л. М. Сущени и др. – Минск: Навука і тэхніка, 1995. – С. 193–198.

ХРЕБЕТНІ ТВАРИНИ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ (ЧОРНОБИЛЬСЬКОГО РАДІАЦІЙНО-ЕКОЛОГІЧНОГО БІОСФЕРНОГО ЗАПОВІДНИКА), ЯКИХ ВКЛЮЧЕНО ДО ЧЕРВОНОЇ КНИГИ УКРАЇНИ (2009 РІК)

С. П. Гащак

ДНДУ «Чорнобильський центр з проблем ядерної безпеки, радіоактивних відходів та радіоекології», м. Славутич

За результатами власних досліджень та огляду літературних даних представлено зведення відомої інформації щодо хребетних тварин, які мають охоронну категорію відповідно до Червоної книги України (2009) та відмічені у Чорнобильській зоні відчуження у 1986–2018 рр.

Усього таких видів 62, включаючи 8 риб, 1 плазуна, 31 птаха та 22 ссавців. Десять видів, зареєстрованих у зоні відчуження, мають високий міжнародний охоронний статус (IUCN): *Anser erythropus* (VU), *Aquila clanga* (VU), *Aquila heliaca* (VU), *Falco cherrug* (EN), *Myotis dasycneme* (NT), *Barbastella barbastellus* (NT), *Nyctalus lasiopterus* (VU), *Lutra lutra* (NT), *Equus ferus* (EN), *Bison bonasus (*VU). Крім опису знахідок, дано оцінку перспектив збереження кожного виду в зооценозах регіону з огляду на природні умови та рівень антропогенного преса.
Ключові слова: Чорнобильська зона відчуження, Червона книга України, рідкісні види, хребетні тварини

VERTEBRATES OF CHORNOBYL ZONE (CHORNOBYL RADIATION AND ECOLOGICAL BIOSPHERE RESERVE) INCLUDED INTO RED LIST OF UKRAINE (2009)

S. P. Gashchak

SSRI «Chornobyl Center for Nuclear Safety, Radioactive Waste and Radioecology», Slavutych

A summary of known information on vertebrates which have protective category according to Red list of Ukraine (2009) and recorded in Chornobyl exclusion zone in 1986–2018 was presented. Totally 62 species including: 8 fish, 1 reptile, 31 birds, and 22 mammals. Ten species recorded in the exclusion zone have high international protective category (IUCN): *Anser erythropus* (VU), *Aquila clanga* (VU), *Aquila heliaca* (VU), *Falco cherrug* (EN), *Myotis dasycneme* (NT), *Barbastella barbastellus* (NT), *Nyctalus lasiopterus* (VU), *Lutra lutra* (NT), *Equus ferus* (EN), *Bison bonasus (*VU). Apart description of the findings an assessment is given concerning prospects of conservation of every species in zoocenosis of the region taking into account natural conditions and level of anthropogenic press.
Keywords: Chernobyl exclusion zone, Red list of Ukraine, rare species, vertebrates

МІЖНАРОДНИЙ СЕМІНАР «ВОДОЙМИЩЕ-ОХОЛОДЖУВАЧ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АЕС НА СТАДІЇ ВИВЕДЕННЯ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ: ЕКОСИСТЕМНІ ТА РАДІАЦІЙНІ ДОСЛІДЖЕННЯ»

Д. І. Гудков[1], Ф. В. Ланських[2], В. О. Сейда[2]

[1]Інститут гідробіології НАН України, м. Київ
[2]Державне спеціалізоване підприємство «Чорнобильська АЕС»

Надано загальну інформацію про міжнародний семінар, присвячений радіаційно-екологічним дослідженням водоймища-охолоджувача (ВО) Чорнобильської АЕС на стадії виведення з експлуатації. Наведено хронологію головних подій, які передували обґрунтуванню та прийняттю рішень, а також підготовчих заходів і досліджень щодо зняття з експлуатації ВО. Розглянуто запропоновані сценарії подальшої долі ВО, прогнозні оцінки можливих наслідків трансформації його після зниження рівня води, головні критерії завершення процесу зняття з експлуатації, а також основні висновки, які були зроблені за результатами доповідей.
Ключові слова: міжнародний семінар, водоймище-охолоджувач Чорнобильської АЕС, радіаційно-екологічні дослідження

Вступ

12 жовтня 2017 р. в Інституті гідробіології НАН України відбувся Міжнародний семінар «Водоймище-охолоджувач Чорнобильської АЕС на стадії виведення з експлуатації: екосистемні та радіаційні дослідження». Організаторами семінару виступили Державне спеціалізоване підприємство (ДСП) «Чорнобильська АЕС» та Інститут гідробіології НАН України. 13 жовтня учасники семінару відвідали промисловий майданчик Чорнобильської АЕС (ЧАЕС), включаючи водоймище-охолоджувач (ВО) і деякі інші об’єкти, а також ознайомилися із сучасним станом ВО та роботами, які ведуться щодо зняття його з експлуатації.

Головним завданням семінару був аналіз результатів радіоекологічних і гідробіологічних досліджень, проведених у період зниження рівня води у ВО ЧАЕС, оцінка прогнозів, виконаних при розробленні «Техніко-економічного обґрунтування зняття з експлуатації водоймища-охолоджувача Чорнобильської АЕС» (ТЕО) в 2013 р., а також розглянуто необхідність проведення додаткових досліджень.

ВО є штучною водоймою, розташованою на правобережній ділянці заплави р. Прип’ять. Основним призначенням ВО було забезпечення водою теплообмінного устаткування та систем пожежогасіння станції під час експлуатації енергоблоків. Береги водоймища були сформовані частково надзаплавною терасою, а переважно – захисною греблею завдовжки 25 км, завширшки 70–100 м і заввишки 5,7 м. Територія, огороджена греблею, включає колишнє русло р. Прип’ять, старі рукави та заплавні озера. Довжина ВО становила 11 км, середня ширина – 2 км, площа – 22,9 км^2, переважні глибини – 4–7 м, а на окремих ділянках – до 18–20 м, об’єм при НПР – 151 млн м^3. Підживлення ВО здійснювалося з р. Прип’ять за допомогою насосної станції з підтриманням рівня води в середньому на 7 м вищим за рівень води у річці.

© Д. І. Гудков, Ф. В. Ланских, В. О. Сейда, 2018

У 1986 р. в період активної стадії аварії на ЧАЕС, у результаті вітрового перенесення радіоактивних речовин та їхнього осадження на водну поверхню, а також надходження через відвідний канал із реакторними водами, ВО зазнало інтенсивного радіонуклідного забруднення. Переважна частина радіоактивних речовин, яка надійшла до водойми, досить швидко акумулювалася донними відкладами та водними організмами. У 2012–2013 рр. загальний вміст ^{90}Sr і ^{137}Cs в екосистемі ВО становив близько 50 і 270 ТБк відповідно (за даними Українського гідрометеорологічного інституту ДСНС України та НАН України, ДСП «Екоцентр» та Інституту гідробіології НАН України).

Нижче наведено хронологію основних подій, які передували обґрунтуванню та прийняттю певних рішень, а також підготовчих заходів і досліджень щодо зняття з експлуатації ВО ЧАЕС.

Впродовж експлуатації ЧАЕС в енергогенерувальному режимі потреби станції в технічній воді становили десятки тисяч кубічних метрів на годину. У 2000 р. після зупинення останнього енергоблока споживання води значно скоротилося, становлячи 300–2000 м^3/год за звичайного режиму та до 5000 м^3/год в умовах можливої аварійної ситуації, пов’язаної з утратою зовнішнього енергозабезпечення або виникненням пожежі. Значні витрати, пов’язані з експлуатацією та підтриманням задовільного технічного стану водоймища, а також ризики, зумовлені високим рівнем ґрунтових вод на промисловому майданчику ЧАЕС та їхнім впливом на фундаменти наявних споруд та місць захоронення радіоактивних речовин, спонукали до розгляду питання щодо зняття ВО з експлуатації.

Починаючи з 1986 р. різні наукові установи проводили дослідження технічного, радіаційного та екологічного стану ВО. Результати цих робіт у 2006 р. було узагальнено у звіті «Екологічне обґрунтування можливості виведення водоймища-охолоджувача з експлуатації: екосистемні та радіаційні дослідження». За матеріалами звіту керівництво ЧАЕС за участі органів Державного регулювання і провідних науково-дослідних установ України прийняло рішення про потребу розроблення ТЕО зняття ВО з експлуатації.

У лютому 2007 р. науково-технічна рада ЧАЕС визначила такі основні напрямки робіт, пов’язаних із забезпеченням систем, що залишилися, технічною водою («Проект спорудження водойми технічної води в межах підвідного та відвідного каналів з системою підживлення з четвертинного водоносного горизонту»), а також розробленням ТЕО, Оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВНС) та Програми радіаційно-екологічного моніторингу (ПРЕМ).

У 2009 р. було розроблено документ «Вимоги до складу та структури ТЕО і матеріалів ОВНС зняття з експлуатації ВО ЧАЕС» і узгоджено з Міністерством охорони здоров’я, Міністерством екології та природних ресурсів, Міністерством надзвичайних ситуацій та Державною інспекцією ядерного регулювання України. Роботи й дослідження, пов’язані з виведенням з експлуатації ВО, виконуються згідно із загальнодержавною програмою зняття з експлуатації Чорнобильської АЕС, затвердженою Законом України від 15 вересня 2009 р. № 886-VI.

У 2012 р. отримано позитивний експертний висновок ДП «Укрдержбудекспертиза» та розпочато роботи щодо реалізації робочого проекту «ДСП ЧАЕС. Система технічного водопостачання. Джерело технічної води (водоймище технічної води) з насосною станцією підживлення» для забезпечення решти систем ЧАЕС технічною водою. У 2014 р. завершено роботи щодо його реалізації.

У 2013 р. Інститут проблем безпеки атомних електростанцій НАН України розробив «ТЕО, ОВНС та ПРЕМ зняття з експлуатації водоймища-охолоджувача ЧАЕС». У 2014 р. одержано позитивні результати Державної експертизи Міністерства охорони здоров’я, Міністерства екології та природних ресурсів, Державної інспекції ядерного

регулювання України. Для розроблення окремих розділів ТЕО, ОВНС та ПРЕМ і виконання експертних оцінок Інститут проблем безпеки атомних електростанцій НАН України залучив вчених та фахівців ДСП «Чорнобильський спецкомбінат», Інституту гідробіології НАНУ, Українського науково-дослідного інституту сільськогосподарської радіології НУБіП України, Українського гідрометеорологічного інституту ДСНС України та НАНУ; ДП «Водземпроект» ПАТ «Чернігівський проектно-вишукувальний інститут «Чернігівводпроект», Інституту проблем математичних машин і систем НАНУ, Інституту геологічних наук НАНУ, Національного інституту стратегічних досліджень та Інституту географії НАНУ.

При розробленні ТЕО було використано матеріали, отримані в рамках проекту МАГАТЕ (Technical Cooperation Project UKR 3/003 «Chernobyl NPP Units Decommissioning and Radioactive Waste Management at the Site Including Shelter Object»), а також рекомендації міжнародних експертів.

У ТЕО, ОВНС та ПРЕМ було виконано оцінку стану гідротехнічних споруд і природно-техногенних умов території ВО; вивчено сучасний радіаційний стан водної товщі, донних відкладів і прилеглих територій; проаналізовано систему радіаційного моніторингу природних об’єктів в районі розміщення ВО, який виконували фахівці ДСП «Чорнобильська АЕС», ДСП «Чорнобильський спецкомбінат» та Інституту проблем безпеки атомних електростанцій НАНУ; проведено геоботанічні дослідження прилеглих територій, а також вивчено сучасний гідробіологічний та еколого-санітарний стан ВО.

Було розглянуто три можливі сценарії, які б визначили подальшу долю ВО: (1) збереження початкового стану за рахунок підтримання постійного рівня води; (2) пасивний випуск води за рахунок природних процесів без регулювання її рівня; (3) контрольований поетапний випуск води з регулюванням режиму зниження рівня води для забезпечення поступової трансформації екосистеми ВО, а також можливості реалізації за потреби радіаційно-захисних заходів на осушених територіях. За результатами аналізу переваг та вад реалізації наведених сценаріїв найдоцільнішим був визнаний третій сценарій.

Виконано прогнозні оцінки можливих наслідків трансформації ВО після зниження рівня води, а саме: зміни гідрологічних процесів, що відбуваються при осушенні ділянок акваторії водоймища до природного рівня й формуванні залишкових водоймищ із рівнем води, який визначається рівнем р. Прип’ять; вплив зниження рівня води ВО на гідрогеологічні умови прилеглих радіаційно небезпечних об’єктів; зміни швидкості міграції радіонуклідів з осушених територій ВО до р. Прип’ять; зміни радіаційно-хімічного стану води в окремих водоймищах в межах ложа ВО після зниження рівня води; винесення ^{90}Sr із залишкових водоймищ до р. Прип’ять; зміни радіаційної обстановки на осушених територіях; вплив вітрового перенесення радіоактивного пилу з осушених ділянок ВО на опромінення персоналу в зоні відчуження за нормальних метеорологічних умов, при пиловій бурі та за умови загоряння сухої рослинності; екосистемні трансформації у водоймищах і водно-болотних ландшафтах, що формуються на колишній акваторії ВО, а також можливі реабілітаційні стратегії в разі перевищення контрольних рівнів радіоактивного забруднення на осушених територіях.

Головними критеріями завершення процесу зняття ВО ЧАЕС з експлуатації було визначено такі:

1) рівень води в залишкових водоймищах, які сформувалися на колишній акваторії ВО, визначається природним гідрологічним режимом р. Прип’ять, а також метеорологічними та кліматичними умовами;

2) потужність еквівалентної дози гамма-випромінювання на осушених територіях не перевищує контрольні рівні;

3) зміни радіаційної обстановки на прилеглій до ВО території за рахунок вітрового перенесення радіоактивних аерозолів з осушених територій відбуваються на рівні природної флуктуації аерозольної активності приземного шару повітря в межах зони відчуження та залежать від природних і техногенних чинників;

4) формування рослинного покриву осушеної території ВО зумовлено природними процесами відновлення фітоценозів. При цьому відсутні негативні ерозійні процеси ґрунтів, які призводять до погіршення екологічного та радіаційного стану прилеглих територій;

5) трансформація колишньої акваторії ВО у водно-болотяну екосистему відбувається без погіршення санітарно-епідеміологічної ситуації, як у сформованих залишкових водоймищах, так і на осушених ділянках ложа ВО.

На період зниження рівня води у ВО було підготовлено ПРЕМ, в межах якої передбачено спостереження за радіаційними, гідрогеологічними й екологічними показниками залишкових водоймищ та прилеглих територій. Основними завданнями ПРЕМ є вирішення питань щодо інформаційного забезпечення управлінських рішень під час реалізації процесу зняття з експлуатації ВО; контроль відповідності процесу зниження рівня води встановленим критеріям для створення найсприятливіших умов трансформації екосистеми водоймища, а також забезпечення інженерних та організаційних заходів потрібними даними впродовж періоду зниження рівня води й постреабілітаційного періоду відновлення трансформованої екосистеми.

У жовтні 2014 р. в зв’язку з відсутністю можливості здійснення водозабору для підживлення почалося вимушене нерегульоване зниження рівня води ВО, переважно за рахунок фільтрації через тіло огороджувальної греблі. Через два роки рівень води знизився більш ніж на 3,5 м і на колишній акваторії ВО сформувалися три водоймища, різні за морфометрією, об’ємом і площею водного дзеркала. Влітку 2017 р. площа осушеної частини водоймища становила понад 40% від колишньої акваторії. Відповідно до прогнозу для «нормального» кліматичного сценарію встановлення рівнів у залишкових водоймищах, близьких до «рівноважних», очікується впродовж 2018 р.

У семінарі взяли участь і виступили з доповідями фахівці ДСП «Чорнобильська АЕС», Інституту гідробіології НАНУ, Міжнародної агенції з атомної енергії (МАГАТЕ), Інституту радіоактивності навколишнього середовища Університету Фукусіми (Японія), Університету Цукуби (Японія), Державного агентства України з управління зоною відчуження, Державної інспекції ядерного регулювання України, ДСП «Екоцентр», Українського гідрометеорологічного інституту ДСНС України та НАНУ, Українського науково-дослідного інституту сільськогосподарської радіології НУБіП України, Інституту проблем безпеки атомних електростанцій НАН України, Інституту геологічних наук НАНУ, Чорнобильського центру з проблем ядерної безпеки, радіоактивних відходів і радіоекології, Інституту проблем математичних машин і систем НАНУ та Інституту водних проблем і меліорації НААНУ.

За результатами доповідей, представлених на семінарі, було зроблено наступні основні висновки:

1. Радіаційно-екологічний моніторинг при знятті з експлуатації ВО ЧАЕС виконується відповідно до ПРЕМ, розробленої в проектній документації.

2. Викладений у ТЕО консервативний прогноз змін радіоекологічних показників води й донних відкладів, а також прилеглих до ВО територій на стадії зниження рівня води в цілому підтвердився. Радіаційні параметри, одержані в результаті моніторингу, в основному не перевищують, а переважно – набагато нижчі від прогнозних значень. Відсутній також негативний вплив зниження рівня води у ВО на радіаційний стан прилеглих територій.

3. Зареєстровані погіршення еколого-санітарних показників ВО не перевищують допустимі параметри якості води, обрані як критерії безпечного функціонування екосистеми водоймища на стадії виведення з експлуатації.

4. Існує потреба оптимізації обміну інформацією за результатами радіоекологічного моніторингу, який виконують спеціалісти ДСП «Чорнобильська АЕС» і ДСП «Екоцентр» на акваторії ВО та прилеглих територіях, а також у зоні відчуження в цілому.

5. Завершення процесу зняття ВО з експлуатації відповідно до критеріїв, установлених у ТЕО, очікується в 2018 р. за нормальних метеорологічних умов. Проте зміни водності басейну р. Прип'ять можуть подовжити цей процес на період до 1 року та більше.

6. У 2018 р. є доцільним проведення подальших робіт, пов'язаних із моніторингом радіаційно-екологічного стану ВО. Потребу продовження моніторингу в наступні роки буде визначено на підставі аналізу отриманих результатів.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СЕМИНАР «ВОДОЕМ-ОХЛАДИТЕЛЬ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС НА СТАДИИ ВЫВЕДЕНИЯ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ: ЭКОСИСТЕМНЫЕ И РАДИАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ»

Д. И. Гудков[1], Ф. В. Ланских[2], В. А. Сейда[2]

[1]Институт гидробиологии НАН Украины, г. Киев
[2]Государственное специализированное предприятие «Чернобыльская АЭС»

Предоставлена общая информация о международном семинаре, посвященном радиационно-экологическим исследованиям водоема-охладителя (ВО) Чернобыльской АЭС на стадии выведения из эксплуатации. Приведена хронология главных событий, которые предшествовали обоснованию и принятию решений, а также подготовительных мероприятий и исследований по снятию с эксплуатации ВО. Рассмотрены предложенные сценарии дальнейшей судьбы ВО, прогнозные оценки возможных последствий его трансформации после снижения уровня воды, главные критерии завершения процесса снятия с эксплуатации, а также основные выводы, которые были сделаны по результатам докладов.
Ключевые слова: международный семинар, водоем-охладитель Чернобыльской АЭС, радиационно-экологические исследования

INTERNATIONAL SEMINAR «COOLING POND OF THE CHERNOBYL NPP UNDER DRAWDOWN STAGE: ECOSYSTEM AND RADIATION RESEARCH»

D. I. Gudkov, F. V. Lanskikh, V. A. Seida

[1]Institute of Hydrobiology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv
[2]State Specialized Enterprise Chernobyl NPP

The general information on the International Workshop devoted to the radiation and ecological research of the Chernobyl NPP cooling pond (CP) at the stage of decommissioning has been provided. The chronology of the main events, which preceded the substantiation and decision making, as well as the preparatory activities and studies on the decommissioning of the CP, is presented. The proposed scenarios for the further fate of the CP, projected estimates of the possible consequences of its transformation after the reduction of the water level, the main criteria for completing the decommissioning process, as well as the main conclusions drawn from the results of the reports are considered.
Keywords: International Workshop, Chernobyl NPP cooling pond, radiation and ecological research

ВЫНОС РАДИНУКЛИДОВ ИЗ ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ ЧАЭС С ПОДЗЕМНЫМИ ВОДАМИ В РЕКУ ПРИПЯТЬ: РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ И ПРОГНОЗ ПОСЛЕ СНЯТИЯ С ЭКСПЛУАТАЦИИ

Д. А. Бугай, А. С. Скальский

Институт геологических наук НАН Украины, г. Киев

Представлены ретроспективные оценки выноса ^{90}Sr из водоема-охладителя ЧАЭС в р. Припять по данным мониторинга 1989−2010 гг. Приведены прогнозные оценки выноса радионуклида в р. Припять из осушенных донных отложений (с предположением растворения содержащихся в них топливных частиц) и из остаточных водоемов в условиях снятия с эксплуатации водоема-охладителя. Показано, что стратегия снятия с эксплуатации на основе осушения водоема-охладителя и сопутствующее снижение фильтрационных потерь приводит к существенному снижению выноса ^{90}Sr в р. Припять по сравнению с эксплуатационным периодом.
Ключевые слова: водоем-охладитель, Чернобыльская АЭС, гидрогеологическое моделирование, ^{90}Sr

Введение

Поверхностная вода водоема-охладителя и поровые воды в донных отложениях водоема являлись в послеаварийный период источником радиоактивного загрязнения подземных вод на участке дамбы и перемычки между водоемом-охладителем ЧАЭС и р. Припять. Фильтрационные воды из водоема-охладителя поступали в придамбовые дренажные каналы, а также подземным путем непосредственно в р. Припять [1−4].

Наибольшей мобильностью в подземных водах в зоне водоема-охладителя (так же как и на других объектах зоны отчуждения) отличался стронций-90 (^{90}Sr) [1−4]. Максимальные концентрации этого радионуклида в подземных водах, по данным обследования в 1999 г., в северной оконечности водоема-охладителя достигали 81 Бк/л (ПК-14, скв. 2а) [2], что в 40 раз превышает нормативы ВДУ-97 для активности ^{90}Sr для питьевой воды (2 Бк/л). В послеаварийный период вследствие фильтрационного выноса водоем-охладитель являлся одним из основных источников загрязнения р. Припять ^{90}Sr. Ниже в статье представлены ретроспективные оценки выноса ^{90}Sr из водоема-охладителя в р. Припять по данным мониторинга, а также прогнозные оценки выноса радионуклида из осушенных донных отложений и остаточных водоемов в условиях снятия с эксплуатации. Указанные работы выполнены в рамках гранта МАГАТЭ, направленного на поддержку безопасного снятия с эксплуатации водоема-охладителя ЧАЭС [5−6]. Показано, что стратегия снятия с эксплуатации на основе осушения водоема-охладителя и сопутствующее снижение фильтрационных потерь приводят к существенному снижению выноса ^{90}Sr в р. Припять по сравнению с эксплуатационным периодом.

© Д. А. Бугай, А. С. Скальский, 2018

Расчеты выноса ^{90}Sr из водоема-охладителя ЧАЭС подземными водами в эксплуатационный период

Ретроспективные оценки суммарного фильтрационного выноса ^{90}Sr из водоема-охладителя в р. Припять (включая подземный сток, сток придамбовых дренажных каналов и фильтрующих ручьев) приведены в таблице 1. Данные о дренажных стоках приведены по данным режимных наблюдений за концентрациями радионуклидов и расходами водотоков предприятия «Экоцентр». При рассмотрении указанных материалов следует учитывать, что сток р. Глиница раньше в основном обеспечивался поступлением воды из южного дренажного канала водоема-охладителя.
Вынос ^{90}Sr подземными водами из водоема-охладителя в р. Припять ($A_{sub}(t)$) был рассчитан с использованием следующей формулы:

$$A_{sub}(t) = Q_{sub} \times C_{av}(t - \Delta t), \quad Q_{sub} = V_{real} \cdot n \cdot L \cdot h,$$

где $C_{av}(t)$ – среднее значение концентрации ^{90}Sr в наблюдательных скважинах на перемычке между ВО и р. Припять; Δt – время, которое нужно для миграции ^{90}Sr от наблюдательных скважин к р. Припять; V_{real} − действительная скорость фильтрации подземных вод; L – протяженность фильтрующего контура; h – мощность водоносного горизонта; n – пористость водосодержащих пород. Расчеты были выполнены для двух участков дамбы, различающихся уровнями загрязнения подземных вод и скоростью фильтрации: ПК-14 – ПК-27 и ПК-32 – ПК-145. Скорость фильтрации подземных вод принята по данным трассерных экспериментов в водоносном горизонте на дамбе между водоемом-охладителем и р. Припять [3−4]. Детали расчетов приведены в работе [5].
Согласно выполненным оценкам с 1989 по 2010 г.г. произошло приблизительно четырехкратное снижение выноса ^{90}Sr из водоема-охладителя (от 1 до 0,26 ТБк/год). При этом с 2000 г. вынос сохранялся относительно постоянным, колеблясь в диапазоне от 0,41 до 0,26 ТБк/год, с постепенной тенденцией к снижению. По состоянию на 2010 г. фильтрация из водоема-охладителя обеспечивала около 10% суммарного годового выноса ^{90}Sr р. Припять (составившего, по данным предприятия «Экоцентр», 2,21 ТБк в 2010 г.) в Днепровскую водную систему.

Таблица 1. Расчетный вынос ^{90}Sr из водоема-охладителя в р. Припять в период 1989 – 2010 г.г. (ТБк/год) (с использованием данных предприятия «Экоцентр»)

Год	Подземный вынос	Северный дренажный канал	р. Глиница (Южный дренажный канал)	Суммарно
1989	0,02	0,40	0,61	1,04
1990	0,04	0,38	0,39	0,86
1991	0,10	0,35	0,32	0,76
1992	0,13	0,34	0,32	0,85
1993	0,14	0,30	0,24	0,67
1994	0,14	0,26	0,19	0,59
1995	0,12	0,20	0,32	0,64
1996	0,11	0,15	0,25	0,51
1997	0,11	0,13	0,22	0,43
1998	0,11	0,17	0,25	0,49
1999	0,10	0,08	0,27	0,41
2000	0,09	0,09	0,21	0,35

Продолжение табл. 1

2001	0,09	0,10	0,21	0,37
2002	0,10	0,07	0,15	0,32
2003	0,09	0,06	0,18	0,33
2004	0,09	0,09	0,23	0,41
2005	0,10	0,06	0,2	0,36
2006	0,07	0,08	0,19	0,34
2007	0,08	0,08	0,21	0,37
2008	0,08	0,08	0,25	0,41
2009	0,07	0,08	0,18	0,33
2010	0,07	0,06	0,13	0,26

Оценки выноса стронция-90 в реке Припять в условиях снятия с эксплуатации

По данным гидрогеологического моделирования [3−4, 6] в результате осушения водоема-охладителя (конечные отметки уровня воды ≈ 104,7 м) происходит существенное снижение фильтрационных потерь (до 20−30 раз), а также уменьшение скоростей фильтрации и увеличение времен транзита подземных вод от водоема-охладителя до р. Припять и р. Глиница. Так времена фильтрации подземных вод из водоема в рр. Припять и Глиница возрастают с 2 мес. (условия поступления вод в придамбовые дренажи, которые существовали до осушения водоема-охладителя) до 20–40 лет. Такие изменения гидрогеологических условий приводят к существенному снижению выноса радиоактивности в р. Припять даже с учетом возможного роста активности в источнике миграции (осушенных донных отложений, остаточных водоемов, см. ниже).

Расчеты миграции радионуклидов в подземные воды из осушенных донных отложений (площадной источник)

В рамках экспериментальных исследований донных отложений водоема-охладителя было установлено, что ^{90}Sr в составе донных отложений находится преимущественно в не растворившихся топливных частицах аварийного выброса ЧАЭС [2, 3, 7, 8]. Низким скоростям растворения топливных частиц в донных отложениях водоема-охладителя, по-видимому, способствовала благоприятная гидрохимическая обстановка − анаэробные восстановительные условия и нейтральные значения pH среды (около 6).

При осушении донных отложений существует риск того, что гидрохимическая обстановка претерпит существенные изменения: доступ кислорода и кислая среда (вследствие гниения органики, продуцирования CO_2 и т. п.) могут обусловить возрастание скорости растворения топливных частиц и, соответственно, переход радионуклидов в мобильные химические формы. Ниже рассмотрен вопрос о возможном влиянии растворения топливных частиц в осушенных донных отложениях на радиоактивное загрязнение подземных вод и вынос радиоактивности в р. Припять.

Для расчетов миграции радионуклида использована программная система NORMALYSA (NORm And LegacY Site Asssessment) (http://project.facilia.se/normalysa/ software.html) на основе программы Ecolego 6.0 (http://ecolego.facilia.se/ecolego/show/ HomePage). Общая расчетная схема геомиграционной модели показана на рис. 1. Здесь представлен профиль (разрез) водоносного горизонта между остаточным водоемом и р. Припять. Рассматриваются

вертикальная миграция ^{90}Sr из осушенных донных отложений в зоне аэрации и дальнейший горизонтальный (латеральный) вынос радионуклида в р. Припять. Для источника миграции (загрязненных донных отложений на осушенной поверхности дна ВО) использована модель выщелачивания ^{90}Sr из почвы, описанная в работе [9]. Перенос ^{90}Sr в грунтах зоны аэрации и водоносного горизонта описывается одномерным уравнением конвективной диффузии с учетом сорбции ^{90}Sr фильтрующими породами и радиоактивного распада.

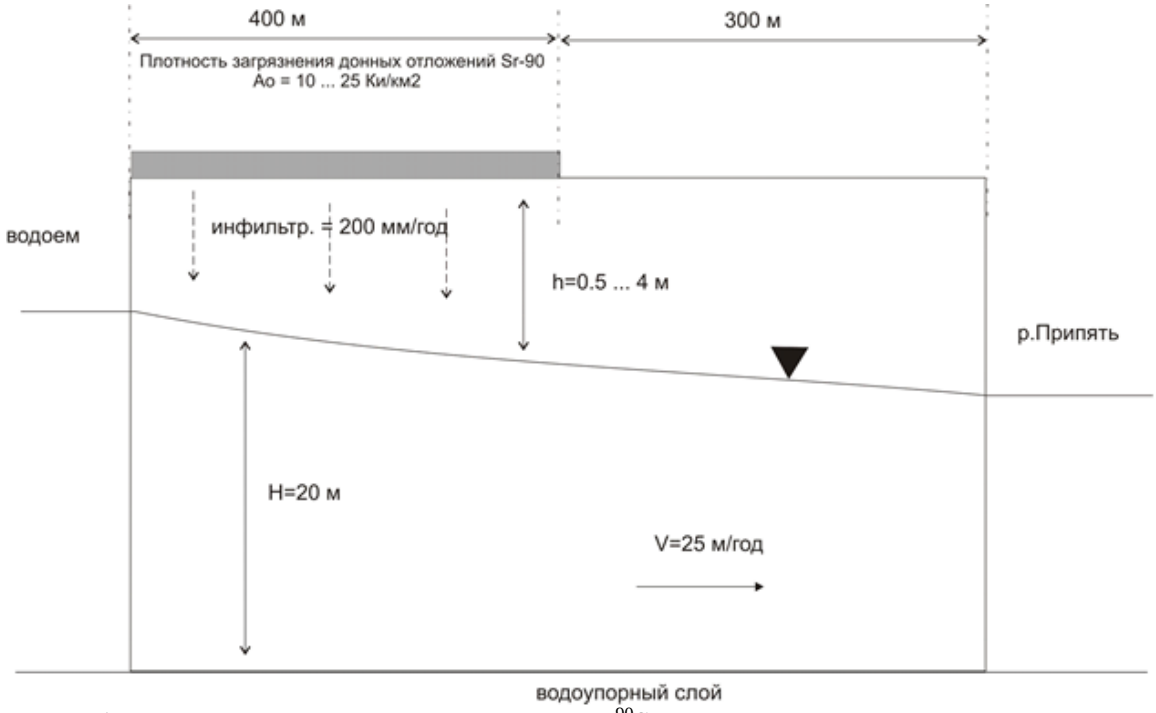


Рис.1. Расчетная схема для прогноза выноса ^{90}Sr из осушенных донных отложений водоема-охладителя в подземные воды и далее в р. Припять

Параметры расчета приняты исходя из консервативных (пессимистических) предпосылок. Предполагается, что полоса осушенных донных отложений имеет ширину 400 м. Указанная полоса разбивалась на 4 расчетных участка шириной 100 м, отличающихся мощностью грунтов зоны аэрации (соответственно 0,5, 1 , 2 и 4 м по направлению от остаточного водоема к р. Припять). При расчетах водоем-охладитель был условно поделен на две зоны, различающиеся уровнями загрязнения донных отложений. В северной части (зоне) среднее поверхностное загрязнение донных отложений ^{90}Sr принято за $9 \cdot 10^6$ Бк/м^2. Длина фильтрующего периметра водоема на этом участке принята за 2 км. На остальной части (в юго-восточной зоне) среднее поверхностное загрязнение донных отложений ^{90}Sr принято за $3{,}7 \cdot 10^6$ Бк/м^2 (10 Ки/км^2). Длина фильтрующего периметра принята за 8 км. (указанные значения плотности загрязнения приняты несколько более завышенными, чем это имеет место в среднем на практике). Консервативная постановка задачи предполагает, что в момент времени t = 0 (осушение пруда) происходит «мгновенный» переход ^{90}Sr из топливных частиц в донных отложениях в ионообменную форму. По данным моделирования, действительная скорость фильтрации в водоносном горизонте была принята равной 25 м/год.

Результаты расчетов представлены на рис. 2. Согласно прогнозу максимальный вынос ^{90}Sr в р. Припять приходится на момент времени ≈110 лет после осушения пруда и не

превосходит 0,7 ГБк/год. Это менее 0,3% от выноса ^{90}Sr из водоема-охладителя в р. Припять по состоянию на 2010 г. (0,26 ТБк/год).

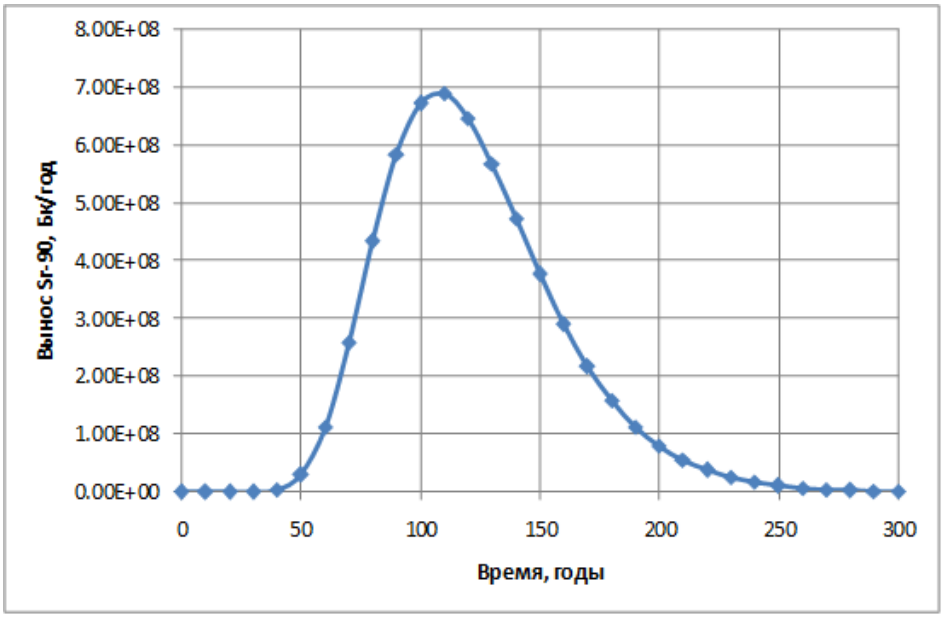


Рис. 2. Консервативный прогноз выноса ^{90}Sr из осушенных донных отложений водоема-охладителя ЧАЭС в р. Припять за счет миграции в подземных водах

Расчеты миграции загрязненных вод из остаточных водоемов

В данном разделе выполнены прогнозные расчеты выноса ^{90}Sr из остаточных водоемов в ложе водоема-охладителя в р. Припять. Заметим, что после осушения водоема-охладителя возможен рост с течением времени концентрации ^{90}Sr в воде замкнутых водоемов, которые будут образованы в понижениях дна в пределах ложа водоема-охладителя. Это обусловлено, в частности, существенно меньшей проточностью указанных водоемов в сравнении с водоемом охладителем, который интенсивно подпитывается за счет подкачки воды из р. Припять, и массообменом загрязненных поровых растворов донных отложений с поверхностной водой озер.

Для прогноза содержания ^{90}Sr в поверхностной воде остаточных водоемов использовалась математическая модель MARTE (Model for Assessment of Radionucalide Transport in the aquatic Environment) [10].) Указанная модель была дополнена математической моделью растворения топливных частиц в донных отложениях водоема-охладителя. Параметры модели и результаты ее калибровки по данным мониторинга водоема-охладителя ЧАЭС в 1989−2010 гг. представлены в работе [6]. Плотность загрязнения донных отложений ^{90}Sr в остаточном водоеме была принята равной максимальным значениям $5{,}55 \cdot 10^6$ Бк/м^2. Прогноз был выполнен в двух вариантах − «базовом» и «консервативном» (т. е. пессимистическом). В «базовом» варианте предполагалось, что скорости растворения топливных частиц в остаточном водоеме будут такими же, как в водоеме-охладителе в эксплуатационных условиях (оценочный коэффициент скорости растворения α = 0,008 год$^{-1}$). При консервативном прогнозе предполагалось, что скорость растворения топливных частиц может возрасти в 2 раза до α = 0,016 год$^{-1}$ (например вследствие закисления поверхностных вод при интенсификации процессов разложения органического вещества в водоемах).

Указанные оценки параметров растворения топливных частиц близки к полученным в работе [11].

Максимальные прогнозные концентрации ^{90}Sr в воде остаточных озер для различных вариантов расчетов составляют 40−70 Бк/л. Следует учесть, что указанные значения нужно рассматривать как консервативный прогноз, поскольку растворение топливных частиц в относительно глубоководных донных отложениях остаточных водоемов может купироваться анаэробными условиями. Кроме того, по данным последних экспериментов, часть топливных частиц в донных отложениях водоема характеризуется повышенной устойчивостью (предположительно это частицы, в состав матрицы которых входит цирконий) [8].

Прогноз выноса стронция из остаточных водоемов в р. Припять выполнен с использованием пакета NORMALYSA по методике, аналогичной описанной в предыдущем разделе статьи. Согласно прогнозу максимальный вынос ^{90}Sr в р. Припять приходится на момент времени ≈120 лет после осушения пруда и не превосходит 3,2 ГБк/год. Это менее 1,2% от выноса ^{90}Sr из водоема-охладителя в р. Припять по состоянию на 2010 г. (0,26 ТБк/год).

Выводы

Расчеты показывают, что потенциальный площадной источник радиоактивного загрязнения подземных вод, обусловленный топливными частицами из осушенных донных обложений, а также вынос радиоактивности из остаточных водоемов не представляют значимой угрозы загрязнения р. Припять.

Максимальный прогнозный вынос ^{90}Sr в р. Припять из указанных источников приходится на момент времени ≈110−120 лет после осушения пруда и не превосходит суммарно 4 ГБк/год. Это порядка 1,5 % от выноса ^{90}Sr из водоема-охладителя в р. Припять по состоянию на 2010 г. (0,26 ТБк/год).

Таким образом, стратегия снятия с эксплуатации водоема-охладителя ЧАЭС на основе его осушения является целесообразной и благоприятной с точки зрения защиты р. Припять от утечек радионуклидов из запасов радиоактивности, сосредоточенных в донных отложениях водоема-охладителя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Bugai D. A., Waters R. D., Dzhepo S. P., Skalskij A. S.* The cooling pond of the Chernobyl nuclear power plant: A groundwater remediation case history // Water Resour. Res. – 1997. − Vol.33, no.4. − P. 677−688.
2. *D. Weiss, P.-J. Larue, P. Bogorinski, V. Watermeyer et al.* Collecting and analysis of information and data related to the contamination of the Chernobyl cooling pond. Final Report. CEC-Contract no.: B7-5350/99/6241/MAR/C2, GRS Institute, 2000, DOI: 10.13140/RG.2.2.19550.33604.
3. *M. J. Buckley, D. Bugai, L. M. C.Dutton, M. Yu. Gerchikov et al.* Drawing up and evaluating remedial strategies for the Chernobyl cooling pond. Final Report. Proj. ref. B7-5230/2000/306958/MAR/C2, NNC Limited, 2002, DOI: 10.13140/RG.2.1.1263.3840.
4. *Бугай Д. О., Джепо С. П., Скальский О. С., Осколков Б. Я.* Експериментальні гідрогеологічні дослідження і фільтраційні розрахунки водойми-охолоджувача Чорнобильської АЕС // Бюлетень екологічного стану ЗВ та ЗБ(О)В, «Чорнобильінтерінформ». − 2005. − № 1. − С.42−57.
5. *Bugai D. A., Skalskyy A. S.* Numerical modelling of hydrogeological conditions resulting from the Chernobyl NPP cooling pond decommissioning and remediation: Task 1. Analysis of groundwater monitoring data for the ChNPP cooling pond. Development of the groundwater flow and radionuclide transport models accounting for recently accepted projects of ChNPP

decommissioning, Report on the IAEA Contract no. 201301006-EG, Geo-Eco-Consulting Ltd., 2013.
6. *Bugai D. A., Skalskyy A. S.* Numerical modelling of hydrogeological conditions resulting from the Chernobyl NPP cooling pond decommissioning and remediation: Task 2. Numerical Modeling of Hydrogeological Conditions Resulting from the Chernobyl NPP Cooling Pond Decommissioning and Remediation, Report on the IAEA Contract no. 201301006-EG, Geo-Eco-Consulting Ltd., 2013.
7. *Канивец В. В., Войцехович О. В.* Радиоактивное загрязнение донных отложений водоема-охладителя Чернобыльской АЭС. Труды УкрНИГМИ. – 2000. − Т. 248. − С. 154−171.
8. *Процак В. П., Одінцов О. О.* Оцінка форм знаходження чорнобильских радіонуклідів у донних відкладеннях водойми-охолоджувача ЧАЕС // Ядерна фізика та енергетика. – 2014. − Т. 15, № 3. − С. 259−268.
9. *Baes C. F., Sharp R. D. A.* Proposal for estimation of soil leaching and leaching constats in assessment models // J. Eviron. Qual. – 1983. − Vol. 12. − P.17−28.
10. *Monte L. A.* Predictive model for the behaviour of radionuclides in lake systems // Health Physics. – 1993. − Vol. 65. − P.288−294.
11. *Bulgakov A., Konoplev A., Smith J. et al.* Fuel particles in the Chernobyl cooling pond: current state and prediction for remediation options // J. Env. Radiaoct. −2009. − Vol. 100. − P.329–332.

ВИНЕСЕННЯ РАДІОНУКЛІДІВ З ВОДОЙМИЩА-ОХОЛОДЖУВАЧА ЧАЕС З ПІДЗЕМНИМИ ВОДАМИ В РІЧЦІ ПРИП'ЯТЬ: РЕТРОСПЕКТИВНИЙ АНАЛІЗ І ПРОГНОЗ ПІСЛЯ ЗНЯТТЯ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Д. О. Бугай, О. С. Скальський

Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ

Представлено ретроспективні оцінки винесення ^{90}Sr з водоймища-охолоджувача ЧАЕС в р. Прип'ять за даними моніторингу 1989−2010 рр. Наведено прогнозні оцінки винесення радіонукліда в р. Прип'ять з осушених донних відкладень (з припущенням розчинення паливних часток, що містяться в них) та із залишкових водойм в умовах зняття з експлуатації водоймища-охолоджувача. Показано, що стратегія зняття з експлуатації на основі осушення водоймища-охолоджувача і супутнє зниження фільтраційних витрат призводить до істотного зниження винесення ^{90}Sr в Прип'ять в порівнянні з експлуатаційним періодом.
Ключові слова: водоймище-охолоджувач, Чорнобильська АЕС, гідрогеологічне моделювання, ^{90}Sr

EMISSION OF RADIONUCLIDES FROM THE CHNPP COOLING POND WITH THE GROUNDWATER IN THE PRIPYAT RIVER: RETROSPECTIVE ANALYSIS AND PREDICTION AFTER DECOMMISSIONING

D. A. Bugai, A. S. Skalsky

Institute of Geology Sciences of NAS of Ukraine, Kyiv

Retrospective estimates of ^{90}Sr transport from the cooling pond of Chernobyl NPP to Pripyat River are presented based on monitoring data (1989-2010). Also modeling predictions are provided of radionuclide transport from the dried up exposed bottom sediments (assuming dissolution of fuel particles contained in bottom sediments) and from residual water bodies in conditions of colling pond decommissioning. It is shown that the decommissioning strategy based on drainage of the cooling pond and the accompanying decrease of seepage losses lead to essential decrease of 90Sr transport to Pripyat River compared to the operating period
Keywords: cooling pond, Chernobyl NPP, groundwater modeling, ^{90}Sr

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ВОДНОЙ СРЕДЫ И РАДИОНУКЛИДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ЭКОСИСТЕМЫ ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

Д. И. Гудков, В. И. Щербак, А. А. Протасов, А. А. Силаева, О. В. Пашкова, Н. Е. Семенюк, А. Е. Каглян, М. И. Линчук, А. М. Задорожная, В. В. Беляев, Л. П. Юрчук, Т. И. Степанова

Институт гидробиологии НАН Украины, г. Киев

Представлены результаты исследований динамики показателей качества водной среды (гидрофизические, гидрохимические и гидробиологические), а также изменения радионуклидного загрязнения компонентов экосистемы (вода и гидробионты) водоема-охладителя Чернобыльской АЕС на стадии выведения из эксплуатации в период 2016–2017 гг.
Ключевые слова: водоем-охладитель, Чернобыльская АЭС

Водоем-охладитель (ВО) Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) является одним из наиболее загрязненных радионуклидами водоемов Чернобыльской зоны отчуждения. В мае 1986 г. радиоактивность воды ВО определялась в основном ^{131}I и другими короткоживущими радионуклидами и составляла, по одним источникам − 1–5 кБк/л [1], по другим – достигала порядка 10^5 Бк/л [2]. Плотность загрязнения донных отложений ВО ^{90}Sr в начале 90-х годов XX века составляла 14,8 ГБк/км^2 – 24,3 ТБк/км^2, а ^{137}Cs – 0,4–28,4 ТБк/км^2 [2].

ВО ЧАЭС является искусственным водоемом, расположенным на правобережной территории поймы р. Припять. Берега водоема были сформированы частично надпойменной террасой, а преимущественно защитной дамбой протяженностью 25 км, шириной 70–100 м и высотой 5,7 м. До начала спуска воды в ВО его длина составляла 11 км, средняя ширина – 2 км, площадь – 22,7 км^2, преобладающая глубина – 4–7 м, а на отдельных участках – 18–20 м, объем – 149 млн м^3.

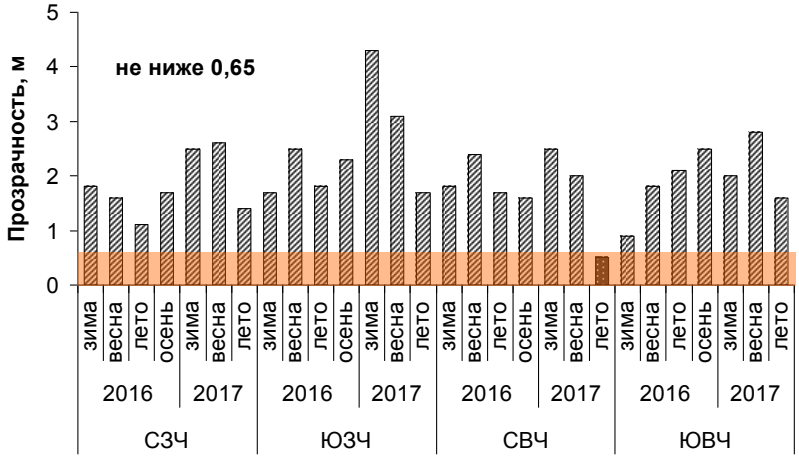
В 2008 г. в рамках Программы снятия с эксплуатации Чернобыльской АЭС было принято решение о выведении из эксплуатации ВО, что предусматривало его спуск. В конце 2014 г. после прекращения подкачки воды началось естественное снижение уровня воды в водоеме, преимущественно за счет ее фильтрации через тело ограждающей дамбы. Примеров и аналогов вывода из эксплуатации водоема-охладителя такого размера и степени загрязнённости, а также трансформации экосистемы в условиях снижения уровня воды не существует.

В 2016–2017 гг. исследовали динамику показателей качества водной среды (гидрофизических, гидрохимических и гидробиологических), а также изменение радионуклидного загрязнения главных компонентов экосистемы ВО ЧАЕС. Сбор основного материалы выполняли в придонном и поверхностном горизонтах водной толщи в 4 пунктах бывшей акватории ВО: северо-западной (С-ЗЧ) и северо-восточной (С-ВЧ) частях, представляющих в результате снижения уровня воды обособленные водоемы, а также в юго-западной (Ю-ЗЧ) и юго-восточной (Ю-ВЧ), остающихся пока единым водоемом, отделившимся от двух первых осушенной ограждающей дамбой первой очереди ЧАЭС.

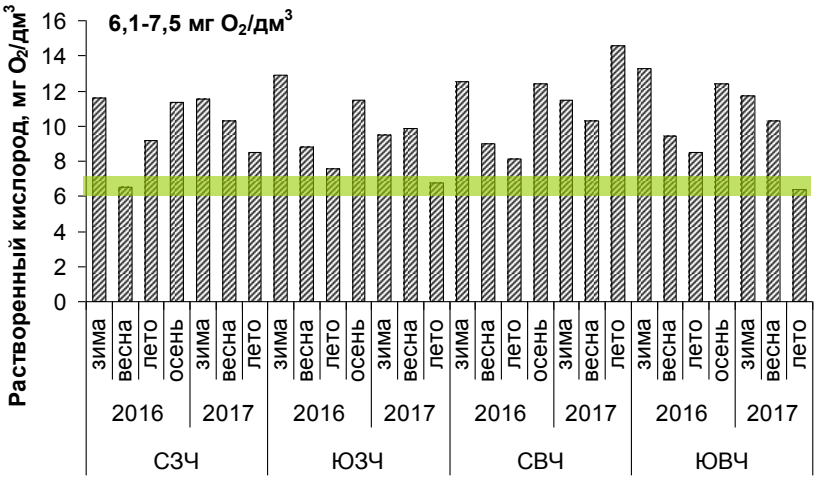
© Д. И. Гудков, В. И. Щербак, А. А. Протасов, А. А. Силаева, О. В. Пашкова, Н. Е. Семенюк, А. Е. Каглян, М. И. Линчук, А. М. Задорожная, В. В. Беляев, Л. П. Юрчук, Т. И. Степанова, 2018

Снижение уровня воды в ВО привело в первую очередь к резкому изменению его морфометрии, а также гидрологического и гидробиологического режимов. При этом основные гидрофизические и гидрохимические характеристики водной среды ВО в различные сезоны 2016–2017 гг. в среднем оставались в пределах эколого-санитарных показателей качества воды для мезоэвтрофных и эвтрофных условий [3, 4], которые были выбраны как наиболее вероятные критерии безопасного состояния водоема на стадии выведения его из эксплуатации и постепенного преобразования в водно-болотную экосистему.

Показатели прозрачности воды, растворенного кислорода, а также содержание трех форм азота (аммонийного, нитратного и нитритного) соответствовали оптимальным характеристикам для водоемов мезоэвтрофного и эвтрофного типа (рис. 1–2). Исключение по некоторым показателям составила С-ВЧ часть водоема-охладителя в летний период 2017 г., что было вызвано достаточно интенсивным цветением воды, о котором будет сказано ниже.

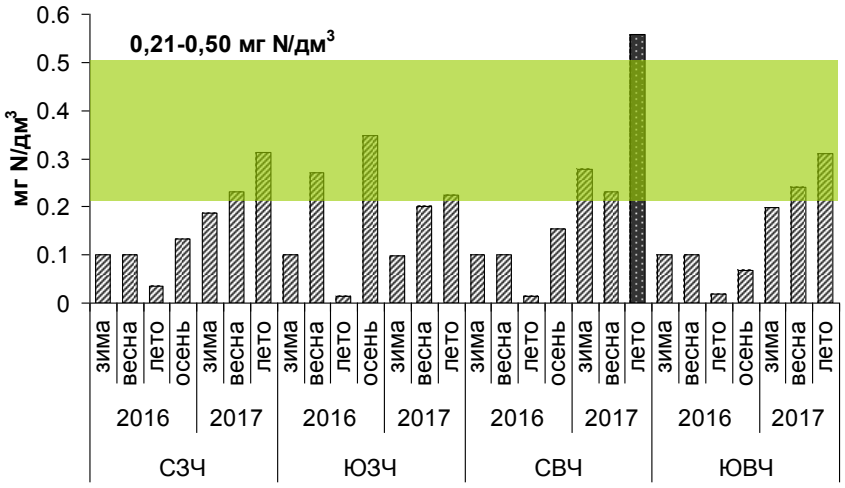


а)

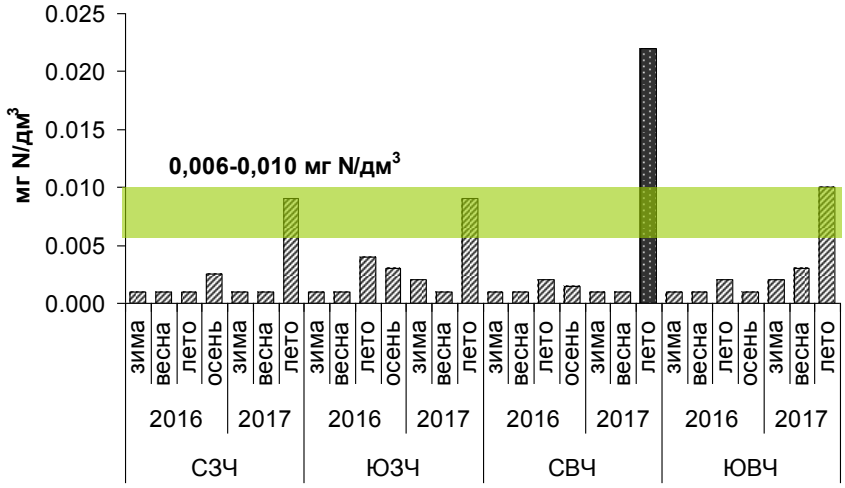


б)

Рис. 1. Сезонная динамика показателя прозрачности воды (а) и растворенного в воде кислорода (б) в различных частях ВО ЧАЭС на протяжении 2016−2017 гг. (Здесь и на рис. 2–5 в виде горизонтальной полосы представлены пределы эколого-санитарных показателей качества воды для мезоэвтрофных и эвтрофных условий с указанием диапазона значений)



а)



б)

Рис. 2. Сезонная динамика содержания аммонийного (а) и нитритного (б) азота в воде различных частей ВО ЧАЭС на протяжении 2016−2017 гг.

В связи с осушением прежних литоральных зон и формированием новых на месте бывшей литорали и верхней профундали погибла значительная часть сообществ прибрежных водных растений, зообентоса и зооперифитона. Уменьшились показатели обилия организмов бентоса и обрастаний относительно предыдущих лет, существенно снизилась роль двустворчатых моллюсков в экосистеме. В настоящее время в зообентосе на отдельных участках преобладают виды беспозвоночных, присутствие которых свидетельствует о процессе эвтрофирования водоема-охладителя ЧАЭС. Индекс сапробности по беспозвоночным бентоса и перифитона соответствует β-мезосапробной зоне (эвтрофным водам) (рис. 3). Однако все указанное выше в целом не привело к катастрофическим изменениям гидрохимических показателей водной среды водоема-охладителя ЧАЭС на современном этапе.

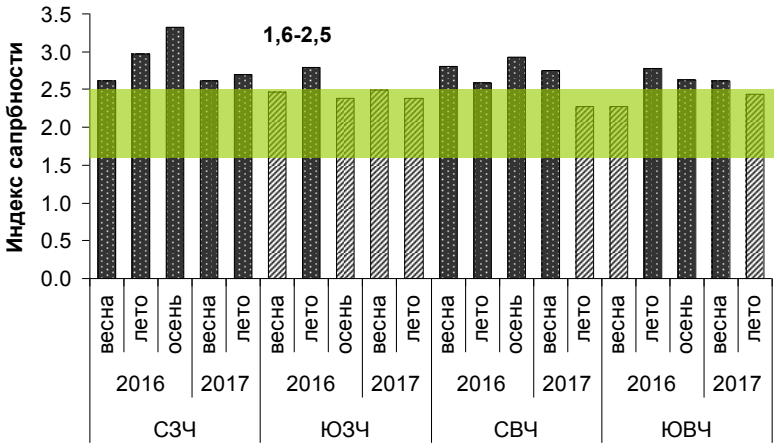
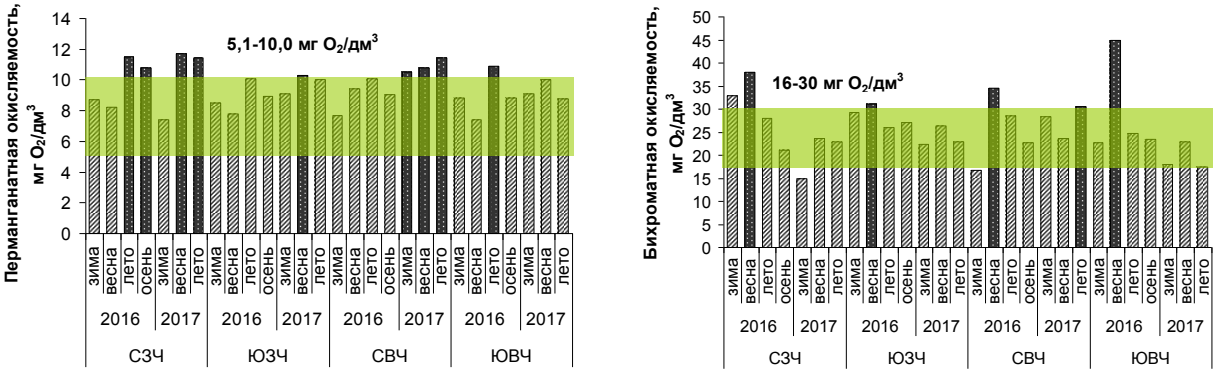


Рис. 3. Сезонная динамика индекса сапробности Пантле-Букка по зообентосу в донных отложениях различных частей ВО ЧАЭС на протяжении 2016−2017 гг.

Об органическом загрязнении экосистемы водоема-охладителя ЧАЭС вследствие гибели значительного количества высших водных растений и зообентоса литорали в первую очередь двустворчатых моллюсков, свидетельствует также и определенное увеличение показателей перманганатной и бихроматной окисляемости водной среды, особенно в весенне-летние периоды (рис. 4).



а) б)

Рис. 4. Сезонная динамика показателя перманганатной (а) и бихроматной (б) окисляемости водной среды различных частей ВО ЧАЭС на протяжении 2016−2017 гг.

Летом 2017 г. характерной особенностью остаточных водоемов, формирующихся на бывшей акватории водоема-охладителя ЧАЭС, было массовое развитие сине-зеленых водорослей (цианобактерий), интенсивность вегетации которых была существенно выше, чем в предыдущие годы исследований. По показателям численности и биомассы, разнообразия и структуры доминирующего комплекса такое массовое развитие фитопланктона, происходившее на всей акватории водоема-охладителя, в полной мере можно отнести к цветению воды. Наиболее интенсивным цветением характеризовалась уже обособленная северная часть водоема, в которой численность фитопланктона в начале августа составляла 85−200 тыс. кл. на 1 дм^3 (рис. 5). При этом наблюдали гибель отдельных особей рыб (красноперки и леща) вследствие вероятного засорения жаберного аппарата колониями водорослей.

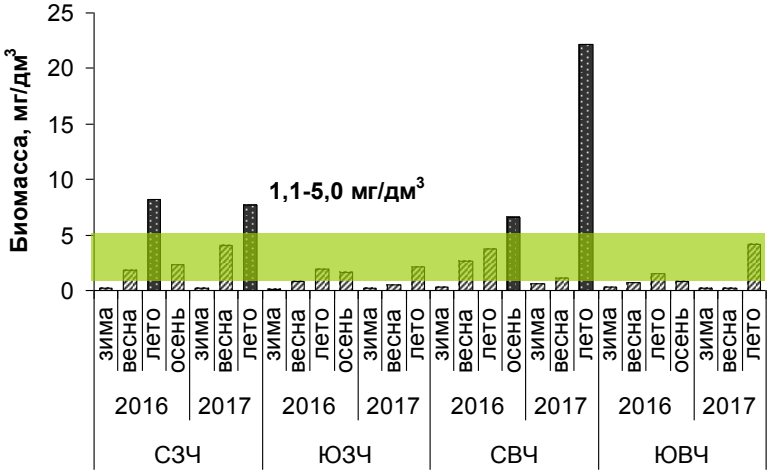


Рис. 5. Сезонная динамика биомассы фитопланктона в различных частях ВО ЧАЭС на протяжении 2016−2017 гг.

Необходимо отметить, что видовой состав цианобактерий, зарегистрированных летом 2017 г. в ВО ЧАЭС, в полной мере соответствует составу, который отмечали при наиболее интенсивном цветении днепровских водохранилищ. В целом можно прогнозировать, что в связи с формированием особых экологических условий, вызванных последующим снижением уровней ВО ЧАЭС, интенсивность цветения воды может значительно возрастать и охватывать всю акваторию водоема, создавая определенную биологическую угрозу функционированию водной экосистемы. Также, учитывая аномально высокие температуры воды в настоящее время в летний период, цветение может начинаться с конца мая и продолжаться до начала октября.

Установлено, что виды-индикаторы летнего фитопланктона ВО ЧАЭС распределялись по 5 зонам сапробности (степени загрязненности вод органическими веществами) – от «очень чистых» до «очень грязных вод». При этом их распределение по зонам сапробности было крайне неоднородным. В среднем наибольшее количество видов-индикаторов (до 72% от общего количества) относилось к «умеренно загрязненным водам».

За период 2015–2016 гг. удельная активность ^{90}Sr и ^{137}Cs в воде по данным Государственного специализированного предприятия «Экоцентр» увеличилась на 35–40% (рис. 6).

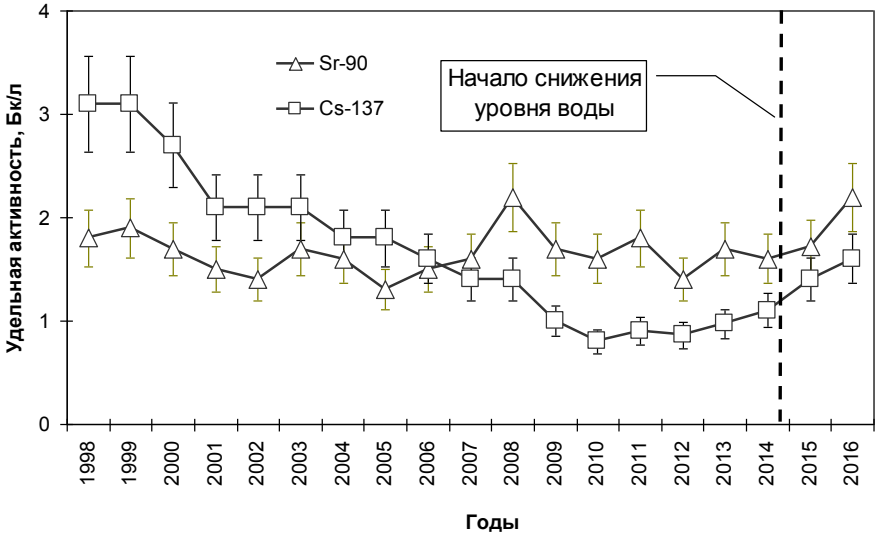


Рис. 6. Усредненная динамика удельной активности ^{90}Sr и ^{137}Cs в воде ВО ЧАЭС на протяжении 1999–2016 гг. (по данным ГСП «Экоцентр»)

Для высших водных растений СВЧ ВО в 2016–2017 гг., вследствие ежегодного обновления фитомассы отмечено увеличение концентрации радионуклидов в тканях на 20–30% в 2016 г. и более чем на 100% в 2017 г. по сравнению с периодом, предшествующим началу снижения уровня воды в 2014 г. (рис. 7 и 8).

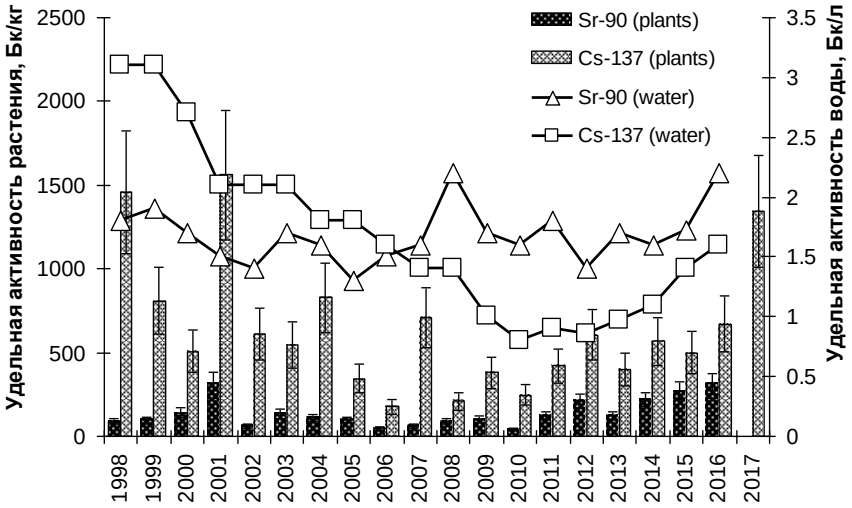


Рис. 7. Динамика удельной активности ^{90}Sr и ^{137}Cs в тканях роголистника погруженного СВЧ ВО ЧАЭС на протяжении 1998–2017 гг.

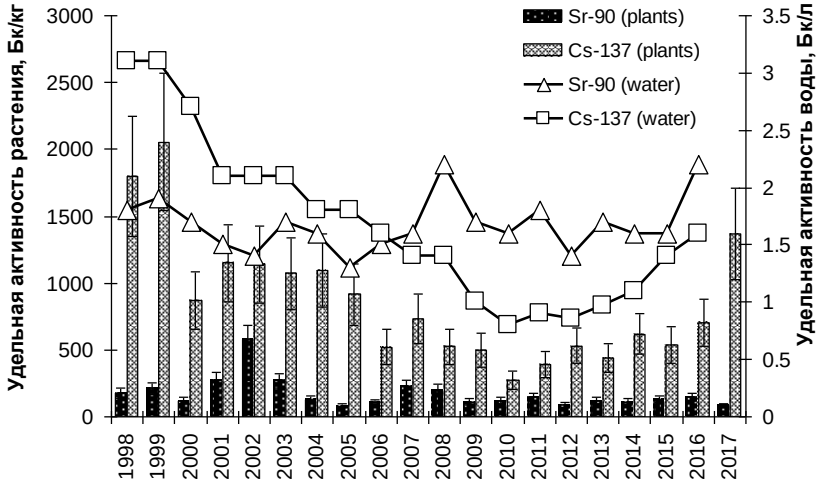


Рис. 8. Динамика удельной активности ^{90}Sr и ^{137}Cs в тканях урути колосистой СВЧ ВО ЧАЭС на протяжении 1998–2017 гг.

Достоверного увеличения удельной активности радионуклидов в рыбе ВО на примере окуня и красноперки за период снижения уровня воды нами не зарегистрировано.

Таким образом, определенная неустойчивость экосистемы ВО ЧАЭС в период ее трансформации, вызванной снижением уровня воды, свидетельствует о том, что увеличение антропогенной нагрузки или уровня органического загрязнения, а также изменение параметров водной среды может привести к ухудшению экологического состояния ВО ЧАЭС, что делает крайне важными и необходимыми дальнейшие гидробиологические наблюдения.

Вследствие изменения гидрологического и гидрохимического режима ВО ЧАЭС в последующие годы можно ожидать изменения физико-химических форм радионуклидов в донных отложениях, их перехода в растворенное состояние и более интенсивного накопления живыми организмами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Kryshev I. I.* Radioactive contamination of aquatic ecosystems following the Chernobyl accident // Environ. Radioact. – 1995. – Vol. 27. – P. 207–219.
2. *Казаков С. В., Вовк П. С., Фильчагов Л. П.* Радиоэкологическое состояние пруда-охладителя ЧАЭС // Проблеми Чорнобильської зони відчуження. – 1994. – № 1. – С. 129–138.
3. *Оксиюк О. П., Жукинский В. Н. и др.* Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиологический журнал, 1993. – Т. 29, № 4. – С. 62–76.
4. *Романенко В. Д., Жукинський В. М., Оксіюк О. П. та ін.* Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. – К.: Символ-Т, 1998. – 28 с.

ДИНАМІКА ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА І РАДІОНУКЛІДНОГО ЗАБРУДНЕННЯ КОМПОНЕНТІВ ЕКОСИСТЕМИ ВОДОЙМИ-ОХОЛОДЖУВАЧА ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АЕС

Д. І. Гудков, В. І. Щербак, О. О. Протасов, А. А. Силаєва, О. В. Пашкова, Н. Е. Семенюк, А. Є. Каглян, М. І. Лінчук, А. М. Задорожна, В. В. Бєляєв, Л. П. Юрчук, Т. І. Степанова

Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

Представлено результати досліджень динаміки показників якості водного середовища (гідрофізичних, гідрохімічних і гідробіологічних), а також зміни радіонуклідного забруднення компонентів екосистеми (води та гідробіонтів) водойми-охолоджувача Чорнобильської АЕС на стадії виведення з експлуатації в період 2016−2017 рр.
Ключові слова: водоймище-охолоджувач, Чорнобильська АЕС

DYNAMICS OF INDICATORS OF WATER ENVIRONMENT QUALITY AND RADIOACTIVE CONTAMINATION OF COMPONENTS OF THE CHERNOBYL NPP COOLING POND ECOSYSTEM

D. I. Gudkov, V. I. Shcherbak, A. A. Protasov, A. A. Silaeva, O. V. Pashkova, N. E. Semenyuk, A. E. Kaglyan, M. I. Lynchuk, A. M. Zadorozhnaya, V. V. Belyaev, L. P. Yurchuk, T. I. Stepanova

Institute of Hydrobiology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

The results of studies of the dynamics of water quality indicators (hydrophysical, hydrochemical and hydrobiological), as well as changes in radionuclide contamination of ecosystem components (water and hydrobionts) of the Chornobyl NPP cooling pond at the decommissioning stage during 2016−2017 are presented.
Keywords: cooling pond, Chernobyl NPP

РІЗНОМАНІТТЯ ФІТОПЛАНКТОНУ ТА ФІТОПЕРИФІТОНУ ВОДОЙМИЩА-ОХОЛОДЖУВАЧА ЧАЕС НА СТАДІЇ СПРАЦЮВАННЯ РІВНІВ ВОДИ

В. І. Щербак, Н. Є. Семенюк , Г. М. Задорожна

Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

Встановлено основні закономірності відгуку водоростей різних екологічних груп – фітопланктону і фітоперифітону на спрацювання рівнів водоймища-охолоджувача (ВО) ЧАЕС. Показано, що водорості водної товщі та обростань представлено значним таксономічним різноманіттям. У часовому аспекті розвиток водоростей характеризується чітко вираженою сезонною динамікою з максимальним якісним і кількісним різноманіттям у весняно-літній період і мінімальним – у зимовий. Оцінка трофічного статусу ВО ЧАЕС за водоростевими угрупованнями показала, що у весняний, літній, осінній періоди водоймище характеризується як високоевтрофне, а в зимовий – як мезотрофно-евтрофне. Доведено, що зниження рівня води у ВО ЧАЕС на 4,3 м призвело до цвітіння води, зумовленого експансією у водойму основних агентів цвітіння води дніпровських водосховищ – синьо-зелених водоростей *Anabaena flos-aquae, Aphanizomenon flos-aquae, Microcystis aeruginosa*. Це спричинило підвищення вмісту органічних речовин у водоймищі, погіршення якості води та світлових умов для фітоперифітону. Вважаємо, що надалі інтенсивність цвітіння води може зростати, що створюватиме суттєву біологічну загрозу для гідробіонтів вищих трофічних рівнів.

Ключові слова: водоймище-охолоджувач ЧАЕС, фітопланктон, цвітіння води, фітоперифітон, біологічні загрози

Вступ

Упродовж усього існування природно-штучної екосистеми, якою є водоймище-охолоджувач ЧАЕС, провідними компонентами біологічного різноманіття, що формують потоки енергії, кругообіг речовин, визначають якість води, інтенсивність процесів самоочищення-самозабруднення, фотосинтетичне насичення води киснем, є водоростеві угруповання водної товщі й різнотипних субстратів – фітопланктон і фітоперифітон.

Наукову новизну та актуальність цієї роботи зумовлено тим, що в світовій практиці донині не проводилося аналогічних великомасштабних гідротехнічних робіт із перебудови водоймища-охолоджувача АЕС із відповідною реакцією фітопланктону та фітообростань на дію цього чинника.

Для більшої достовірності натурних даних, отриманих на ВО ЧАЕС, об’єктивнішого аналізу їх та вивчення впливу зниження рівня води на водоростеві угруповання правомірними є паралельні дослідження на природних водоймах зони відчуження, таких як озера Глибоке й Далеке.

Мета роботи – встановити основні закономірності відгуку водоростевих угруповань планктону та обростань на спрацювання рівнів ВО ЧАЕС, оцінити можливі загрози для життєдіяльності водної екосистеми ВО ЧАЕС та провести порівняльний аналіз із різноманіттям природних водних екосистем зони відчуження − озер Далеке та Глибоке.

© В. І. Щербак, Н. Є. Семенюк , Г. М. Задорожна, 2018

Методи і матеріали

Рівень води у ВО ЧАЕС до виведення з експлуатації становив 110,2 м Бс. У 2014 р. було припинено підкачування води до водоймища з р. Прип'ять. У результаті в лютому 2016 р. рівень води у ВО знизився до 107,0 м Бс (на 3,2 м), у травні 2016 р. – до 106,8 м Бс (на 3,4 м), у серпні 2016 р. – до 106,5 м Бс (на 3,7 м), у жовтні 2016 р. – до 106,3 м Бс (на 3,9 м), у травні 2017 р. – до 106,2 м Бс (на 4,0 м) і в серпні 2017 р. – до 105,9 м Бс (на 4,3 м). Отже, на сьогодні, порівняно з періодом до виведення з експлуатації рівень води у ВО ЧАЕС знизився більш ніж на 4 м. Це призвело до того, що ВО ЧАЕС розділилося на кілька окремих водоймищ.

Відбір проб фітопланктону й фітоперифітону здійснювали на стаціонарних багаторічних станціях спостереження: на ВО ЧАЕС – на чотирьох станціях (Стара тепла частина, Стара холодна частина, Нова тепла частина і Нова холодна частина), а на озерах Глибоке і Далеке – на двох станціях (північній та південній). При цьому одним із важливих методологічних аспектів, що дає змогу мінімізувати потенційні похибки та одержати репрезентативні матеріали, є чітке дотримання використовуваних методів упродовж різних років і сезонів досліджень.

Проби фітопланктону об'ємом 1 дм^3 відбирали з поверхневих і придонних горизонтів водної товщі за допомогою батометра Рутнера, консервували 40% розчином формальдегіду з розрахунку 1:100 і згущували методом седиментації.

Проби фітообростань відбирали із занурених у воду різнотипних субстратів − металевих труб, стовбурів і коріння затоплених дерев, вищих водних рослин. Із деревних і металевих субстратів проби фітоперифітону відбирали за допомогою рамки площею 50 см^2. Обростання в межах рамки знімали з твердого субстрату за допомогою ножа, вміщували у склянки об'ємом 100 мл і заливали дистильованою водою. При відбиранні проб фітоепіфітону фрагменти вищих водяних рослин обережно зрізали під водою, вміщували у склянки й заливали дистильованою водою. Зі зрізаних фрагментів рослин спеціальною щіточкою зчищали обростання та визначали площу поверхні рослин.

Камеральна обробка проб водоростей планктону та обростань, визначення їхнього таксономічного складу, розрахунок кількісних показників виконували відповідно до загальноприйнятих гідробіологічних методів [1].

Результати досліджень та обговорення їх

Первинною ланкою кругообігу речовин і потоків енергії у водній екосистемі є автотрофи, до яких належать водорості різних екологічних груп: фітопланктон, фітоперифітон, фітоепіфітон (рис. 1). Основна роль водоростей полягає у здійсненні процесу фотосинтезу, в результаті якого сонячна енергія зони фотосинтетично активної радіації (ФАР) перетворюється на енергію хімічних зв'язків новосинтезованої органічної речовини. Це енергія, акумульована в біомасі водоростей, за вирахунком тієї її частини, яку було використано на забезпечення їхнього метаболізму (дихання). Асимільована автотрофами енергія переходить на наступні трофічні рівні – до консументів різного порядку. Первинна продукція водоростей є енергетичним базисом функціонування гідробіонтів вищих трофічних рівнів, отже, водорості відіграють провідну роль у забезпеченні життєдіяльності водної екосистеми.

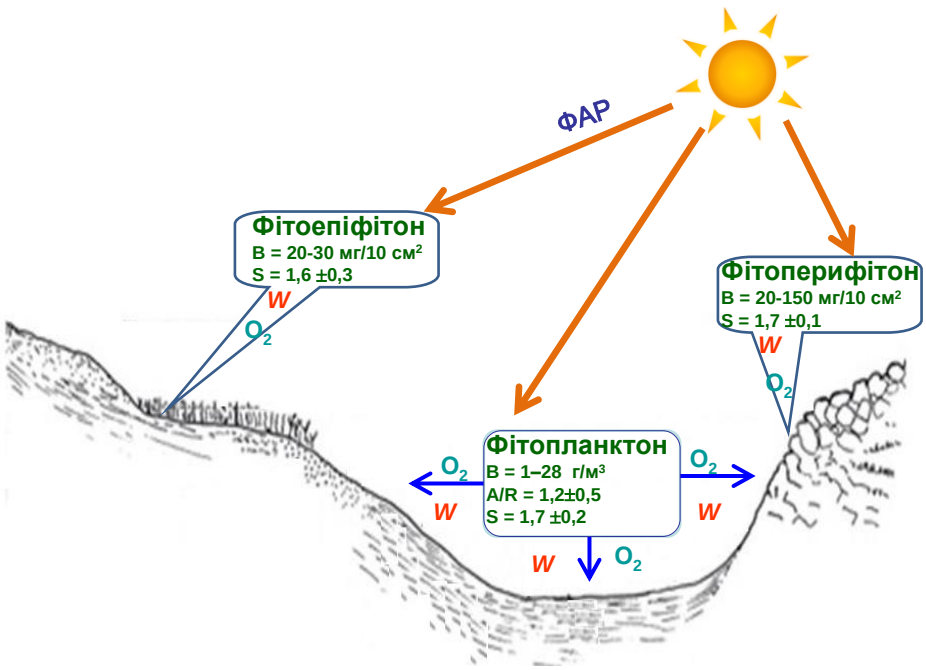


Рис. 1. Функціонування водоростевих угруповань і їхня роль у забезпеченні життєдіяльності водної екосистеми

Установлено, що біологічна роль фітопланктону в екосистемі ВО ЧАЕС зростає в міру зниження рівня води, при якому контурні угруповання (молюски чи зарості вищих водяних рослин), більшість представників планктонних безхребетних і риб утрачають свої ареали. Чим більше спрацьовуватимуться рівні води у колишньому ВО ЧАЕС, тим більше зростатиме роль планктонних водоростей як організмів, що найбільшою мірою пристосовуються до нових умов існування.

Натурними дослідженнями на ВО ЧАЕС встановлено, що водорості водної товщі і обростань представлено значним таксономічним різноманіттям на всіх рівнях ботанічної ієрархії – від відділів до видів, різновидів і форм. У часовому аспекті розвиток водоростей характеризується чітко вираженою сезонною динамікою з максимальним якісним і кількісним різноманіттям у весняно-літній період і мінімальним – у зимовий.

Показано, що влітку 2017 р. при спрацюванні рівня води на 4,3 м нижче від початкового рівня на акваторії ВО ЧАЕС спостерігався масовий розвиток синьо-зелених водоростей (Cyanoprocaryota) до рівня цвітіння води.

Найінтенсивнішим цвітінням води характеризувалася Стара холодна частина, де загальна чисельність фітопланктону в поверхневих горизонтах водної товщі досягала 204 млн кл на 1 дм^3, а в придонних – 85 млн кл на 1 дм^3. При цьому частка синьо-зелених водоростей у формуванні чисельності фітопланктону становила 97%, а участь інших відділів була незначною та не перевищувала 1–2%. Дещо нижчі величини чисельності планктонних водоростей, але все-таки характерні для цвітіння води, зареєстровано в Старій теплій частині ВО ЧАЕС – 43 млн. кл на 1 дм^3 у поверхневих горизонтах і 24 млн. кл на 1 дм^3 – у придонних із часткою синьо-зелених водоростей 84–87%. При безперечному домінуванні Cyanoprocaryota і в Новій частині (46–60%) їхній розвиток був менш інтенсивним і загальна чисельність фітопланктону відповідно становила 7–11 млн. кл на 1 дм^3 у поверхневих горизонтах і 2–4 млн. кл на 1 дм^3 у придонних. Треба підкреслити, що таких високих показників кількісного розвитку Cyanoprocaryota у ВО ЧАЕС у попередні роки не спостерігалося.

Важливим є те, що основу чисельності синьо-зелених водоростей формували види, які є основними агентами цвітіння води водосховищ Дніпровського каскаду − *Anabaena flos-aquae, Aphanizomenon flos-aquae, Microcystis aeruginosa.* При цьому для представників родів *Anabaena* та *Aphanizomenon* було встановлено наявність великої кількості гетероцист. Зазвичай гетероцисти – це життєві форми Cyanoprocaryota, що утворюються в осінній період для успішної перезимівлі. Проте масове утворення гетероцист також може бути відгуком водоростей на вплив негативних екологічних чинників (у тому числі антропогенних).

Оцінка трофічного статусу ВО ЧАЕС за водоростевими угрупованнями показала, що у весняний, літній, осінній періоди водоймище характеризується як високоевтрофне, а в зимовий період – як мезотрофно-евтрофне.

В озерах Глибоке й Далеке загальна чисельність фітопланктону змінювалася від 1 до 28 млн. кл на 1 дм^3, тобто її максимальні величини були майже на порядок нижчими, ніж у ВО ЧАЕС. Значно меншою була й частка синьо-зелених водоростей. Так, якщо у ВО ЧАЕС було встановлено монодомінування Cyanoprocaryota, то в озерах, крім домінуючих синьо-зелених водоростей, відмічено й субдомінанти – евгленові, динофітові, золотисті та зелені водорості. Отже, можна зробити висновок, що основним чинником, який призвів до цвітіння води у ВО ЧАЕС, було спрацювання рівня води.

Дослідження кількісного розвитку водоростей обростань різних субстратів у ВО ЧАЕС улітку 2017 р. показало, що їхня біомаса коливалася від 0,75 до 18,97 мг на 10 см^2 й у середньому для акваторії водоймища становила 10,68±2,08 мг на 10 см^2. Важливим є те, що до виведення ВО ЧАЕС з експлуатації (влітку 2013 р.) біомаса фітообростань досягала 27,08–37,85 мг на 10 см^2 (у середньому 32,47±5,38 мг на 10 см^2). Отже, встановлено достовірне зниження біомаси фітоперифітону ВО ЧАЕС у сучасний період майже втричі порівняно з періодом до виведення водоймища з експлуатації.

Таке зниження пов’язано з тим, що в 2013 р. основу біомаси фітоперифітону формували великоклітинні нитчасті зелені водорості з родів *Oedogonim sp., Bulbochaete sp., Cladophora sp., Ulothrix sp,* частка яких у загальній біомасі могла досягати 90%. Нитчасті зелені водорості також слугували субстратом для поселення вторинних епіфітів – дрібноклітинних діатомових водоростей (*Cocconeis placentula, Nitzschia pusilla, Encyonema ventricosa, Gomhonema parvula*). Наприклад, на одній нитці *Oedogonium sp. зав*довжки 1180 мкм було зареєстровано до 50 клітин *Gomphonema parvula* та 120 клітин *Cocconeis placentula*. Отже, фітоперифітон ВО ЧАЕС характеризувався складною багатоярусною структурою.

У той же час на сьогодні біомасу фітоперифітону в основному формують діатомові водорості, а частка зелених нитчастих водоростей є незначною. Зміна структури домінуючого комплексу фітоперифітону зі зменшенням його біомаси, ймовірно, пояснюється суттєвим зниженням рівня води у водоймищі.

Крім того, зменшення біомаси фітообростань зумовлено й тим, що натурні дослідження проводилися в період інтенсивного цвітіння води, коли на поверхні ВО ЧАЕС формувалася водоростева плівка, яка виконувала роль екрана, який поглинав сонячну енергію. А це, відповідно, дуже погіршувало світлові умови для розвитку фітообростань. Вважаємо, що надалі інтенсивність цвітіння води може зростати, що створюватиме суттєву біологічну загрозу для функціонування гідробіонтів вищих трофічних рівнів.

Висновки

Установлено, що в результаті спрацювання рівнів води ВО ЧАЕС на 4,3 м в автотрофній ланці біоти відбулися суттєві зміни. У першу чергу це цвітіння води через синьо-зелені

водорості. Масовий розвиток водоростей та їхній інтенсивний фотосинтез призводить до збільшення у водоймищі вмісту органічних речовин, а також гіпернасичення поверхневих горизонтів водної товщі розчинним киснем. У той же час у придонних горизонтах спостерігається дефіцит кисню зі значним зниженням pH, що спричиняє десорбцію радіонуклідів, важких металів та інших токсичних речовин із донних відкладів у придонні горизонти товщі води.

У цілому можна прогнозувати, що в зв'язку з формуванням особливих екологічних умов надалі інтенсивність цвітіння води може значно зростати й охоплювати всю акваторію водоймища, створюючи суттєву біологічну загрозу функціонуванню водної екосистеми. Також, зважаючи на аномально високі температури води сучасного періоду, часовий інтервал цвітіння може значно збільшуватися.

Таким чином, на сучасному етапі сукцесії ВО ЧАЕС основною загрозою життєдіяльності екосистеми є біологічний чинник – цвітіння води.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Щербак В. І.* Методи визначення характеристик головних угруповань гідробіонтів водних екосистем. 1. Фітопланктон // Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / За ред. В. Д. Романенка. – НАН України. Ін-т гідробіології. – К.: ЛОГОС, 2006. – С. 8–27.

РАЗНООБРАЗИЕ ФИТОПЛАНКТОНА И ФИТОПЕРИФИТОНА ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ ЧАЭС НА СТАДИИ СРАБОТКИ УРОВНЕЙ ВОДЫ

В. И. Щербак, Н. Е. Семенюк, А. М. Задорожная

Институт гидробиологии НАН Украины, г. Киев

Установлены основные закономерности реакции водорослей разных экологических групп – фитопланктона и фитоперифитона на сработку уровней водоема-охладителя (ВО) ЧАЭС. Показано, что водоросли водной толщи и обрастаний представлены значительным таксономическим разнообразием. Во временном аспекте развитие водорослей характеризуется четко выраженной сезонной динамикой с максимальным качественным и количественным разнообразием в весенне-летний период и минимальным – в зимний. Оценка трофического статуса ВО ЧАЭС по водорослевым сообществам показала, что в весенний, летний, осенний периоды водоем характеризуется как высокоэвтрофный, а в зимний – как мезотрофно-эвтрофный. Доказано, что снижение уровня воды в ВО ЧАЭС на 4,3 м привело к цветению воды, обусловленному экспансией в водоем основных агентов цветения воды днепровских водохранилищ – сине-зеленых водорослей *Anabaena flos-aquae, Aphanizomenon flos-aquae, Microcystis aeruginosa*. Это вызвало повышение содержания органических веществ в водоеме, ухудшение качества воды и световых условий для фитоперифитона. Считаем, что в дальнейшем интенсивность цветения воды может возрастать, что создаст существенную угрозу для гидробионтов высших трофических уровней.

Ключевые слова: водоем-охладитель ЧАЭС, фитопланктон, цветение воды, фитоперифитон, биологические угрозы

PHYTOPLANKTON AND PHYTOPERIPHYTON DIVERSITY IN CHORNOBYL NPP COOLING POND AT DRAWDOWN STAGE

V. I. Shcherbak, N. Ye. Semeniuk, H. M. Zadorozhna

Institute of Hydrobiology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

The paper considers the response of algae belonging to different ecological groups – phytoplankton and phytoperiphyton to the water level drawdown in the Chornobyl NPP Cooling Pond. Algal communities in water columns and on different substrata are represented by high taxonomic diversity. Algae growth is marked by distinct seasonal dynamics with maximal qualitative and quantitative diversity in spring and summer, and minimal – in autumn. In spring, summer and autumn the Chornobyl NPP Cooling Pond is characterized as highly-eutrophic water-body, and in winter – as meso-eutrophic. The water level drawdown in the Chornobyl NPP Cooling Pond by 4.3 m has led to water blooming, caused by the Dnieper reservoirs' main agents of water blooming (blue-green algae *Anabaena flos-aquae*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa*) invading the cooling pond. This has brought about a rise in the organic matter content in the pond, aggravation of the water quality and light conditions for phytoperiphyton. In the future the water blooming intensity may increase, which creates a serious biological hazard for hydrobionts of higher trophic levels.
Keywords: Chornobyl NPP cooling pond, phytoplankton, water blooming, phytoperiphyton, biological hazards

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ МАКРОСУКЦЕССИИ КОНТУРНОЙ (ЗООПЕРИФИТОН И ЗООБЕНТОС) ПОДСИСТЕМЫ ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

А. А. Силаева, А. А. Протасов, Т. И. Степанова

Институт гидробиологии НАН Украины, г. Киев

Представлены результаты исследований беспозвоночных контурной подсистемы (зообентоса и зооперифитона) водоема-охладителя Чернобыльской АЭС на протяжении пяти этапов техногенной сукцессии в экосистеме. В период перед спуском водоема-охладителя была отмечена относительная стабильность состава группировок беспозвоночных бентоса и перифитона. Снижение уровня воды привело к коренной перестройке контурной подсистемы. Погибла значительная часть поселений дрейссенид, особенно в перифитоне, снизились общие показатели обилия. На данном этапе существует определенная неоднородность таксономического богатства, численности и биомассы гидробионтов как в пространстве, так и во времени.

Ключевые слова: водоем-охладитель, Чернобыльская АЭС, зооперифитон, зообентос, дрейссениды

Гидробиологические исследования водоема-охладителя Чернобыльской АЭС (ВО ЧАЭС) имеют многолетнюю историю [1]. От начала эксплуатации ВО ЧАЭС до настоящего времени можно выделить 5 основных этапов техногенной сукцессии в экосистеме. Целью исследований была характеристика беспозвоночных бентоса и перифитона ВО ЧАЭС, их изменений в многолетнем аспекте. Изучение беспозвоночных бентоса и перифитона на всех этапах проводили в четырех зонах ВО по ходу подогретого циркуляционного потока от АЭС и этапов строительства: СТ – Старая теплая, НТ – Новая теплая, НХ – Новая холодная, СХ – Старая холодная. Отбор проб зообентоса и зооперифитона проводили по стандартным гидробиологическим методикам [2], фиксацию осуществляли 4%-м раствором формальдегида. Рельеф дна ВО неровный с углублениями, около 28% приходилось на глубины более 10 м. Грунты ВО представлены песком, илом и коренными грунтами. Основными биотопами обитания зооперифитона до спуска водоема являлись каменная отсыпка берегов и облицовка откосов каналов и струенаправляющей дамбы.

На первом доаварийном этапе (1978–1986 гг.) при эксплуатации ВО первой и второй очереди основными факторами, определявшими развитие беспозвоночных бентоса и перифитона, были техногенная циркуляция и подогрев. В зообентосе отмечено до 32 таксонов беспозвоночных [1], сходство состава зообентоса холодной и теплой зон было высоким, количественные показатели – низкими: численность 0,49–2,37 тыс. экз./м^2, биомасса мягкого (без моллюсков) зообентоса 0,30–0,97 г/м^2. Доминирующими группами являлись олигохеты и личинки хирономид, встречались ракообразные и дрейссена (*Dreissena polymorpha*). Уровень развития зооперифитона в этот период определялся термическим градиентом. В отличие от зообентоса, зооперифитон был богаче: определено более 170 таксонов, численность их составляла 1,6–2173,2 тыс. экз./м^2, биомасса – 3,8–16 745,0 г/м^2. Было выделено 22 группировки, в холодной части доминировала *D. polymorpha*, на участках с повышенной температурой – мшанки [3].

© А. А. Силаева, А. А. Протасов, Т. И. Степанова, 2018

Второй этап (послеаварийный, 1986–1990 гг.) характеризовался нестабильным режимом работы ЧАЭС, гидробиологические исследования сократили. Было установлено, что существенных изменений в структуре и показателях обилия дрейссеновых группировок в перифитоне не произошло [4].

Третий этап (1990–2000 гг.) ознаменовался инвазией *Dreissena bugensis*, которая к 2000 г. распространилась по всей акватории водоема и стала доминантом по биомассе во всех зонах ВО [4]. Биомасса дрейссенид на каменной отсыпке в теплой части в этот период оставляла 1,1–2,9 кг/м^2, в холодной – 4,5–13,3 кг/м^2. В зообентосе отмечен 61 таксон беспозвоночных; как и ранее доминировали личинки хирономид, олигохеты и ракообразные, численность их составляла 703–4304 экз./м^2, биомасса мягкого зообентоса – 1,81–8,93 г/м^2, в донных биотопах по биомассе доминировала *D. bugensis* − 1,6–10,3 кг/м^2 [4–6]. Для распределения количественных показателей беспозвоночных бентоса и перифитона характерным было их снижение от водозаборного канала к сбросному.

Условия в ВО, в частности термический и гидродинамический режим, на протяжении четвертого этапа (2000–2013 гг.) определялись природными факторами в связи с остановкой станции в 2000 г. В 2002 г. зообентосе было зарегистрировано 93 таксона, в 2013 г. – 89, к 2002 г. количество таксонов увеличилось относительно доаварийного периода, но за последние 10 лет сохранялось на сходном уровне. Таксономическая структура в период 2002–2013 гг. была относительно стабильной, доминирование олигохет и личинок хирономид сохранялось, их доля в общем количестве таксонов составляла в среднем около 30% [7].

Количественные показатели зообентоса в 2012–2013 гг. колебались в значительной мере на разных станциях: численность – от 960 до 57480 экз./м^2, биомасса – от 0,43 до 9148,52 г/м^2, биомасса мягкого зообентоса – 0,43–50,37 г/м^2. В целом численность определяли Dreissenidae, Oligochaeta, Chironomidae и Gammaridae. По биомассе доминировала *D. bugensis* (от 90 до 99%), в мягком зообентосе – Gammaridae, Chironomidae, Corophiidae и Oligochaeta. Распределение количественных показателей зообентоса характеризовалось поясностью, которая могла быть связана с ранее существовавшим подогревом. Наибольшие показатели обилия отмечены на глубине 3 м в зоне холодной зоне, на глубине 5 м – в теплой [8, 9].

В 2002 г. относительно доаварийного периода в перифитоне снизилось видовое богатство олигохет, личинок насекомых и брюхоногих моллюсков, однако увеличилось количество видов мшанок, отмечены Kamptozoa (*Urnatella gracilis*). В период 2012–2013 гг. снижение количества НОТ произошло практически во всех группах. В 2002 г. численность беспозвоночных в среднем составляла 66,4 тыс. экз./м^2, биомасса – 8,4 кг/м^2. В 2012–2013 гг. численность зооперифитона на отдельных станциях изменялась в пределах 11,70–190,3 тыс. экз./м^2, биомасса составляла 1,29–17,78 кг/м^2. В 2013 г. можно отметить снижение численности и биомассы в старых зонах ВО. Показатели обилия на разных глубинах различались – на большей (2 м) численность была выше в 2 раза, биомасса – в 2,7 раза, чем на глубине 0,5 м. Доминирование дрейссенид в общей биомассе составило от 96% до практически 100% [10, 11]

Пятый период сукцессии начался с момента неконтролируемого спуска ВО в 2014 г. Со снижением уровня воды количество неживых субстратов для развития беспозвоночных зооперифитона значительно сократилось. Основными субстратами для развития зооперифитона в ВО в период спуска являются ветки, остатки деревянных сооружений, металлические конструкции, камни, поверхность раковин живых и отмерших моллюсков-перловиц, стебли тростника и другие субстраты, встречающиеся крайне мозаично и в незначительном количестве. Осушение каменной наброски ВО привело к массовому отмиранию организмов зооперифитона, в основном дрейссенид. По

проведенным оценкам в июле 2013 г. запас зооперифитона в холодной части составлял 1240,5 т, в теплой – 1039,7 т. Запас зообентоса к 2013 г. до глубины 6–7 м составлял 17135,7 т. Однако негативных последствий поступления органического вещества после отмирания дрейссенид в водоем в период исследований 2016–2017 гг. отмечено не было. Значительных изменений в таксономическом составе беспозвоночных относительно предыдущих лет исследований не зарегистрировано – зообентос в этот период насчитывал 108, зооперифитон – 70 таксонов при сохранении доминирования олигохет и личинок хирономид. Пока сохраняется высокое таксономическое богатство разноногих ракообразных.

Зообентос характеризовался высокой неоднородностью показателей обилия на отдельных станциях, что может объясняться нестабильностью условий обитания. Развитие зообентоса участков выше уреза воды было очень низким, при снижении уровня воды идет процесс отмирания беспозвоночных.

Показатели обилия зообентоса колебались в значительных пределах: численность – 100–112500 экз./м^2, биомасса − 0,12–10500,09 г/м^2. По зонам и на разных глубинах виды-доминанты по показателям обилия различались и не имели определенной закономерности распределения. Биомассу мягкого зообентоса на больших глубинах определяли крупные личинки хирономид, на прибрежных участках – ракообразные. Уровень развития дрейссеновых поселений на участках литорали в целом был того же порядка, что и на протяжении предыдущих лет исследований.

Показатели обилия зооперифитона также колебались в значительных пределах: численность − 800–618800 экз./м^2, биомасса – 0,31–32297,02 г/м^2. Высокую численность определяли ракообразные, олигохеты и личинки хирономид, биомассу – дрейссениды. Численность и биомасса отличались, в частности в зависимости от субстрата. Наибольшее таксономическое богатство было отмечено на деревянном субстрате, численность – на поверхности раковины *Unio tumidus*, биомасса – на деревянном субстрате (в основном за счет двух видов дрейссенид). Следует отметить возрастание роли *D. polymorpha* в показателях обилия зооперифитона. Если в конце III этапа после инвазии *D. bugensis*, доля *D. polymorpha* в биомассе двух видов была всего 9% (2000 г.), а в 2002 г. – 3%, то к лету 2017 г. этот показатель возрос до 19%.

Таким образом, за период существования ВО ЧАЭС от начала его эксплуатации группировки зообентоса и зооперифитона прошли пять этапов техногенной сукцессии. В период перед спуском ВО была отмечена относительная стабильность состава группировок беспозвоночных бентоса и перифитона. Результаты исследований в период спуска показали, что в контурной подсистеме существует определенная неоднородность таксономического богатства, численности, биомассы гидробионтов как в пространстве, так и во времени (рис. 1).

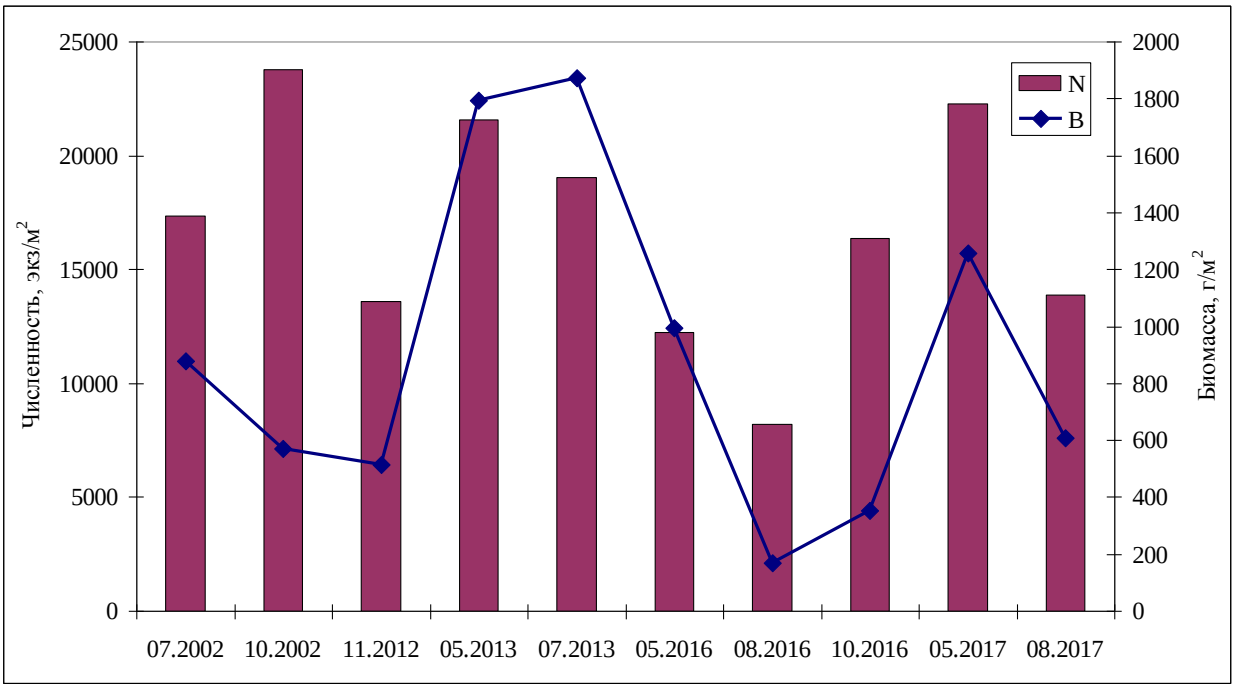


Рис. 1. Изменение численности (N) и биомассы (B) зообентоса
в среднем по водоему-охладителю ЧАЭС в разные периоды исследований

На современном этапе зоны водоема четко отмежевываются осушенными участками и постепенно трансформируются в отдельные пойменные водоемы (рис. 2). Полное отделение теплой и холодной зон первой очереди ВО, а также осушение каменной отсыпки, которая была основным биотопом для развития перифитона, произошло уже в 2015 г. С началом пятого этапа погибла значительная часть поселений дрейссенид, но, несмотря на это, резкого повышения трофности водоема не произошло. Дрейссеновые группировки в зообентосе и зооперифитоне сохраняются, хотя и фрагментарные. Однако доминирование в зообентосе таких индикаторных видов, как *Procladius ferrugineus* и *Chironomus plumosus* может свидетельствовать о процессе эвтрофирования в ВО ЧАЭС. Нестабильность условий в ВО, определяющая неоднородность развития беспозвоночных бентоса и перифитона, указывает на необходимость дальнейших мониторинговых исследований.

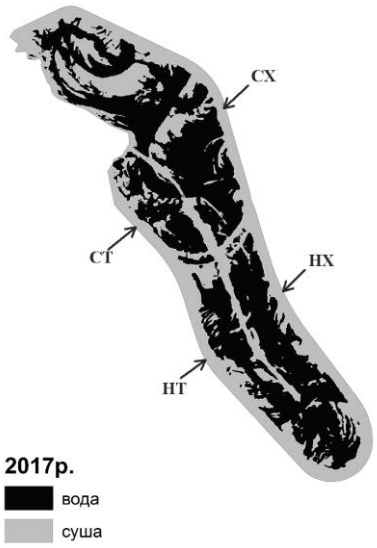


Рис. 2. Соотношение участков суши и воды водоема-охладителя ГСП ЧАЭС, 2017 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гидробиология* водоемов-охладителей тепловых и атомных электростанций Украины. – Киев: Науова. думка, 1991. – 192 с.
2. *Методи* гідроекологічних досліджень поверхневих вод / За ред. В. Д. Романенка. – К.: Логос, 2006. – 408 с.
3. *Протасов А. А., Силаева А. А.* Контурные группировки гидробионтов в техно-экосистемах ТЭС и АЭС / Институт гидробиологии НАН Украины. – К., 2012. – 274 с.
4. *Модельні* групи безхребетних тварин як індикатори радіоактивного забруднення екосистем. – К.: Фітосоціоцентр, 2002. – 204 с.
5. *Лукашев Д. В.* Современное состояние популяций дрейссенид в водоеме-охладителе Чернобыльской АЭС // Гидробиол. журн. – 2001. – Т . 37, № 3. – С. 40–45.
6. *Лукашев Д. В., Северенчук Н. С.* Изменение структуры макрозообентоса водоема-охладителя Чернобыльской АЭС в условиях уменьшения тепловой нагрузки на экосистему // Гидробиол. журн. – 2004. – Т. 40, № 4. – С. 64–72.
7. *Protasov A. A., Silayeva A. A.* Communities of Invertebrates of the Cooling Pond of the Chernobyl NPS. Report 3. Communities of Zoobenthos, Their Composition and Structure. – Hydrobiol. J. – 2006. – Vol. 42, N 3. – P. 3–23.
8. *Силаєва А., Протасов О.* Довгострокові зміни у контурних угрупованнях водоймища-охолоджувача Чорнобильської АЕС: The scientific proceedings of the international network AgroBioNet «Biodiversity after the Chernobyl accident». P. II. – Nitra: Slovak University of Agriculture, 2016. – P. 211–214.
9. *Гудков Д. І., Протасов О. О., Щербак В. І., Дьяченко Т. М. та ін.* Санітарно-екологічні критерії // Техніко-економічне обґрунтування зняття з експлуатації водоймища-охолоджувача Чорнобильської АЕС. – Т. 1. – К.: Інститут проблем безпеки атомних електростанцій НАН України, 2013. – С. 268–272.
10. *Protasov A. A., Silayeva A. A.* Communities of Invertebrates of the Cooling Pond of the Chernobyl Nuclear Power Station. Report 2. Communities of Zooperiphyton, Their Composition and Structure. – Hydrobiol. J. – 2006. – Vol. 42, N 2. – P. 13–30.
11. *Силаева А. А., Протасов А. А.* Характеристика группировок беспозвоночных бентоса и перифитона водоема-охладителя Чернобыльской АЭС перед выводом его из эксплуатации // Гидробиол. журн. – 2017. – Т. 53, № 6. – С. 70−86.

ОСНОВНІ ЕТАПИ МАКРОСУКЦЕСІЇ КОНТУРНОЇ (ЗООПЕРИФІТОН І ЗООБЕНТОС) ПІДСИСТЕМИ ВОДОЙМИ-ОХОЛОДЖУВАЧА ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АЕС

А. А. Силаєва, О. О. Протасов, Т. І. Степанова

Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

Наведено результати досліджень безхребетних контурної підсистеми (зообентосу і зооперифітону) водоймища-охолоджувача Чорнобильської АЕС впродовж 5 етапів техногенної сукцесії в екосистемі. У період перед спуском водоймища-охолоджувача було відмічено відносну стабільність складу угруповань безхребетних бентосу і перифітону. Зниження рівня води призвело до корінної перебудови контурної підсистеми. Загинула значна частина поселень дрейсенід, особливо у перифітоні, знизилися загальні показники рясності. На даному етапі існує певна неоднорідність таксономічного багатства, чисельності й біомаси гідробіонтів як у просторі, так і у часі.
Ключові слова: водоймище-охолоджувач, Чорнобильська АЕС, зооперифітон, зообентос, дрейсеніди

MAIN STAGES OF MACROSUCCESSION OF THE CONTOUR SUBSYSTEM (ZOOBENTOS AND ZOOPERIPHYTON) OF THE CHERNOBYL NPP COOLING POND

A. Sylaieva, A. Protasov, T. Stepanova

Institute of Hydrobiology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

The results of research of invertebrates of the contour subsystem (zoobentos and zooperiphyton) of the Chernobyl NPP cooling pond during 5 stages of technogenic succession in ecosystem are presented. During the period before drawdown of the cooling pond a relative stability of benthos and periphyton communities was noted. The decline of water level resulted to radical restructuring of the contour subsystem. Considerable part of Dreissenidae settlements (especially in periphyton) was eliminated, and the overall diversity indices were decreased. Presently there is certain heterogeneity of taxonomic riches, number and biomass of hydrobionts, both in space and in time.
Keywords: cooling pond, Chernobyl NPP, zoobentos, zooperiphyton, Dreissenidae

ВЛИЯНИЕ ВЫВЕДЕНИЯ ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД ПРОМПЛОЩАДКИ ЧАЭС

Н. И. Панасюк, И. А. Литвин, Е. И. Петросенко

Институт проблем безопасности атомных электростанций НАН Украины, г. Чернобыль

Выполнено сравнение прогнозов влияния снижения уровня воды в водоеме-охладителе и фактически наблюдаемых изменений уровней подземных вод промплощадки ЧАЭС. Определено, что при использовании в прогнозах коэффициента фильтрации аллювиального водоносного горизонта, равного 30 м/сут, совпадение прогнозных расчетов и фактически наблюдаемых снижений уровней подземных вод существенно выше. Коэффициент фильтрации, равный 30 м/сут, может быть принят как достоверно установленный параметр, так как определен по стандартной методике в результате проведения двух кустовых откачек воды из водозаборных скважин, которые пробурены для поддержания уровней в отводящем и подводящем каналах. Показаны новые ореолы распространения ^{3}H и ^{90}Sr, которые формируются под влиянием изменения направления движения подземных вод.

Ключевые слова: точность прогнозов изменения уровней подземных вод, водоем-охладитель, промплощадка ЧАЭС, коэффициент фильтрации, изменение направления миграции ^{3}H та ^{90}Sr с подземными водами

В работе [1] проанализировано влияние вывода водоема-охладителя (ВО) из эксплуатации на снижение уровней подземных вод для радиационно опасных объектов ближней зоны ЧАЭС. По результатам прогнозных расчетов, на промплощадке 1-й и 2-й очереди ЧАЭС понижение напора должно было составить 1,7−4 м. При этом, для прогнозов был использован коэффициент фильтрации аллювиальных отложений равный 12 м/сут.

В работе [2] (рис. 1 цветной вкладки) с помощью фильтрационной трехмерной математической модели в формате лицензионной программы Visual ModFlow v. 2011.1. выполнен прогноз изменения уровней и направления движения подземных вод для участка расположения объекта «Укрытие» (рис. 1) и в целом для охраняемого периметра промплощадки ЧАЭС под воздействием вывода водоема-охладителя из эксплуатации. Также в расчете прогнозного снижения уровней грунтовых вод (УГВ) учитывалось (рис. 1 цветной вкладки) влияние непрерывной работы двух водозаборных скважин на каждом из двух водозаборов, призванных поддерживать уровень воды в отводном и подводном каналах на отметке 110,7 м. Кроме того, фильтрационной моделью в сочетании с другими факторами оценивалось влияние свайного фундамента нового безопасного конфайнмента (НБК) на гидродинамические условия в подземных водах. Свайный фундамент НБК состоит из 424 свай глубиной 20 м, установленных в сервисной зоне, и 396 свай глубиной 25,15 м – в монтажной зоне. В прогнозных фильтрационных расчетах использован коэффициент фильтрации равный 30 м/сут. Такое значение впервые для этой территории получено в результате проведенных нами в 2014 г. двух кондиционных кустовых откачек воды из водозаборных скважин при их опытной эксплуатации. В качестве наблюдательных были использованы скважины дренажные, а также группы П и С [3]. Коэффициент фильтрации определен методом Джейкоба по данным временного и площадного прослеживания.

© Н. И. Панасюк, И. А. Литвин, Е. И. Петросенко, 2018

Коэффициент фильтрации является одним из главных параметров грунтов, который оказывает значительное влияние на точность прогнозов изменения радиогидрогеологических условий территории и радиационной обстановки в грунтах.
Вместе с тем до работ, выполненных нами, достоверные специальные полевые определения этого параметра за годы после аварии и в процессе изысканий для проектов ЧАЭС не проводились. Прежде всего, это вызвано высокой стоимостью опытно-фильтрационных работ. При использовании существующих водозаборных скважин в качестве центральных и существующих скважин в качестве наблюдательных данные опыты практически ничего не стоили.
Как показано на рис. 1 цветной вкладки [2], по результатам математического моделирования под объектом «Укрытие» и НБК уровень грунтовых вод должен был снизиться на 1,3−1,5 м, а в целом на промплощаке ЧАЭС − до 2 м. При этом на участке водозаборов снижение уровней прогнозировалось до 3 м.

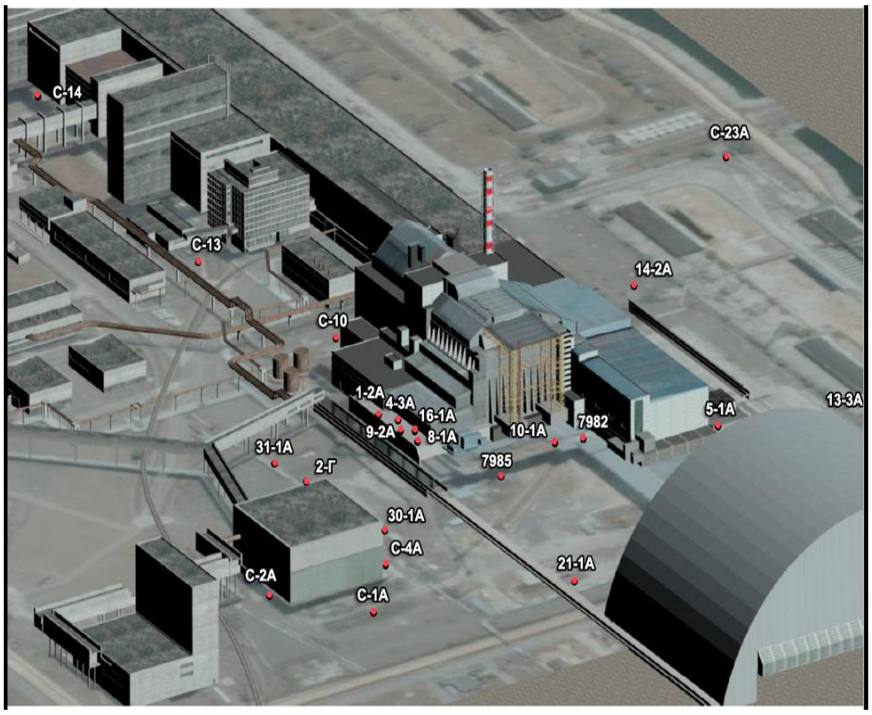


Рис. 1. Промплощадка ЧАЭС и расположение наблюдательных скважин на участке комплекса НБК−ОУ

На рис. 2 цветной вкладки показаны фактические УГВ и их взаимоотношение с фундаментами ОУ и НБК. Фактическое снижение УГВ в 2017 г. по сравнению с УГВ 1999 г. и 2013 г. составили 1,1–1,9 м в зависимости от сезонных факторов, связанных с различной водностью года.
По состоянию на октябрь 2017 г. отметки УГВ на промлощадке ЧАЭС изменяются от 109,2 м вблизи комплекса НБК – ОУ до 107,2 м. в районе ст. Семиходы (рис. 3 цветной вкладки).
Как показано на рис. 4 цветной вкладки, снижение УГВ под влиянием водоема-охладителя происходило с июня 2014 г. по декабрь 2015 г., далее колебания уровней в наблюдательных скважинах происходили под влиянием сезонных факторов.

Выведение водоема-охладителя из эксплуатации также повлиял на снижение уровней в напорном бучакском водоносном горизонте (скважина 8024н на рис. 5 цветной вкладки). Таким образом, можно констатировать, что прогнозные расчеты изменения гидродинамических параметров водоносного горизонта под влиянием выведения водоема-охладителя из эксплуатации в ТЭО [1] и в отчете по радиогидроэкологическому мониторингу [2] в целом подтверждаются фактическими наблюдениями, но при использовании экспериментально полученного коэффициента фильтрации, равного 30 м/сут, точность прогнозных расчетов оказалась выше.

Изменение направления движения подземных вод привело к изменению конфигураций ореолов распространения радионуклидов с подземными водами. На рис. 6 цветной вкладки показано изменение направления движения и концентрации трития по наблюдательным скважинам ниже по потоку подземных вод от ОУ в 2017 г по сравнению с 2012 г.

Вместе с тем по отдельным наблюдательным скважинам с 2014 г. наблюдается рост в 15-25 раз объемных активностей ^{90}Sr и других компонентов химического состава (рис. 2).

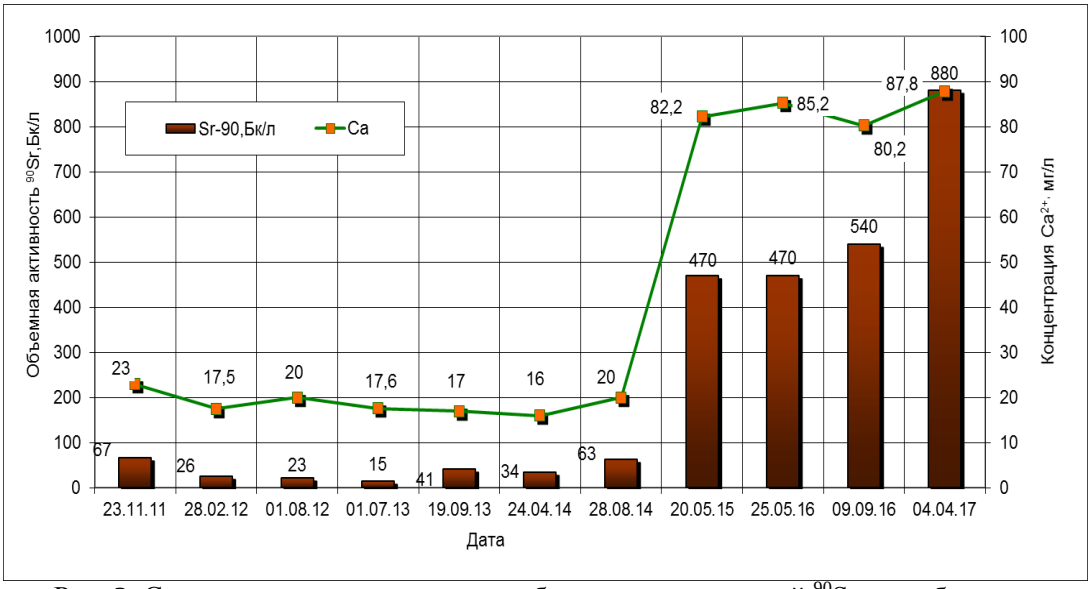


Рис. 2. Содержание ионов кальция и объемных активностей ^{90}Sr в пробах воды из скважины 21-1А

Выводы

1. В ТЕО выполнен прогноз влияния выведения ВО из эксплуатации на снижение УГВ для радиационно опасных объектов ближней зоны ЧАЭС. По результатам прогнозных расчетов, на промплощадке 1-й и 2-й очереди ЧАЭС понижение напора должно было составить 1,7−4 м. При этом для прогнозов был использован коэффициент фильтрации ($К_ф$) аллювиальных обложений, равный 12 м/сут.

2. По данным фактических наблюдений, влияние выведения ВО из эксплуатации на промплощадке ЧАЭС проявилось:

- в снижении уровней подземных вод на 1,3−2 м;
- в изменении направления движения подземных вод с северного на северо-восточное;
- в изменении направления миграции радионуклидов с подземными водами с северного на северо-восточное;

- в снижении степени подтопления и затопления помещений блоков «Машзал» и ВСРО Чернобыльской АЭС.

3. Результаты прогнозных расчетов изменения гидродинамических условий водоносного горизонта на промплощадке ЧАЭС в целом подтверждены фактическими наблюдениями. Вместе с тем при использовании экспериментально полученного в процессе обработки кустовых откачек воды из водозаборных скважин коэффициента фильтрации, равного 30 м/сут, точность прогнозов может быть выше.

4. В условиях летне-осенней или зимне-весенней межени (отсутствия существенных атмосферных осадков), приходная статья водного баланса водоема-охладителя на 90−100 % состоит из объемов разгрузки подземных вод в чашу водоема. С учетом того, что подземные воды на берегах ПО имеют существенное радиоактивное загрязнение, вероятно, радиоактивное загрязнение воды в водоеме формируется в том числе и за счет подземных вод. Нельзя исключить, что причиной роста концентраций радионуклидов в воде остаточных водоемов в бывшей чаше водоема-охладителя во второй половине 2017 г. в условиях летне-осенней межени является разгрузка радиоактивно загрязненных подземных вод. В частности, это касается повышения концентраций поверхностных вод по ПК 216, находящемуся вблизи коренного берега водоема-охладителя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Техніко-економічне* обґрунтування зняття з експлуатації водоймища-охолоджувача Чорнобильської АЕС. Т. 1 – 290 с. (ГР 0112U005382).
2. *Отчёт о научно-исследовательской работе*: «Радиогидроэкологический мониторинг в районе объекта «Укрытие». Проведение радиогидроэкологического мониторинга по второму этапу 2014 г. (заключительный, дог. № 346/14 от 03.06.2014). – Чернобыль, 2014. − 214 с. (ГР 0114U006288).
3. *Панасюк Н. И.* Определение коэффициента фильтрации аллювиальных песков в районе промплощадки ЧАЭС // Проблеми безпеки атомних електростанцій і Чорнобиля. − 2014. − Вип. 23. − С. 124–130.

ВПЛИВ ВИВЕДЕННЯ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВОДОЙМИЩА-ОХОЛОДЖУВАЧА НА РАДІОЕКОЛОГІЧНІ УМОВИ ГРУНТОВИХ ВОД ПРОММАЙДАНЧИКА ЧАЕС

М. І. Панасюк, І. А. Литвин, Є. І. Петросенко

Інститут проблем безпеки атомних електростанцій НАН України, м. Чорнобиль

Виконано порівняння прогнозів впливу зниження рівня води у водоймищі-охолоджувачі та фактичних змін рівнів підземних вод, які спостерігаються. Показано, що при використанні в прогнозах коефіцієнта фільтрації алювіального водоносного горизонту, рівного 30 м/добу, збіжність прогнозних розрахунків і фактичних змін рівнів підземних вод істотно вища. Коефіцієнт фільтрації, рівний 30 м/добу, може бути прийнято як достовірно встановлений параметр, оскільки його визначено за стандартною методикою в результаті проведення двох кущових відкачувань води з водозабірних свердловин, пробурених для підтримки рівнів у відвідному та підвідному каналах. Показано нові ореоли розповсюдження ^{3}H та ^{90}Sr, які формуються під впливом зміни напрямків руху підземних вод.

Ключові слова: точність прогнозів зміни рівнів підземних вод, водоймище-охолоджувач, проммайданчик ЧАЕС, коефіцієнт фільтрації, зміна напрямку міграції ^{3}H та ^{90}Sr з підземними водами

INFLUENCE OF REMOVAL FROM SERVISE OF COOLING POND AT RADIOECOLOGICAL CONDITIONS OF GROUDWATER OF WORKING AREA OF ChNPP

M. I. Panasyuk, I. A. Lytvyn, E. I. Petrosenko

Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants of the National Academy of Sciences of Ukraine,Chornobyl

We have made a comparison of forecasts of influence of water level reduction of cooling pond and actual changes of groundwater level. It was calculated that convergence of forecast calculated and actually observed reductions of groundwater levels is much higher if permeability coefficient is equal to 30 m / day. Permeability coefficient equal to 30 m / day could be taken as reliable parameter, because it was defined by the standard procedure as a result of two pumping tests from wells, which were drilled for keeping water levels of Deferent and Supply canals. Defined new halos of distribution of ^{3}H and ^{90}Sr, which are formed under the influence of changes in the direction of movement of groundwater.
Keywords: accuracy of forecasts of changes of groundwater levels, cooling pond, working area of ChNPP, permeability coefficients, change of migration direction of the ^{3}H and ^{90}Sr with groundwater

ПРОГНОЗНА ОЦІНКА ДИНАМІКИ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ФОРМ РАДІОНУКЛІДІВ У ДОННИХ ВІДКЛАДЕННЯХ ВОДОЙМИЩА-ОХОЛОДЖУВАЧА ЧАЕС ПІСЛЯ ОСУШЕННЯ ЙОГО

В. П. Процак[1], О. О. Одінцов[2], М. А. Журба[1], Н. М. Прокопчук[1], В. О. Кашпаров[1]

[1]Український науково-дослідний інститут сільськогосподарської радіології Національного університету біоресурсів і природокористування України, м. Київ
[2]Інститут проблем безпеки атомних електростанцій НАН України, м. Київ

Оцінено динаміку форм знаходження радіонуклідів у донних відкладах водойми охолоджувача ЧАЕС після імітації осушення їх та експозиції в натурних умовах. За результатами досліджень, переважна частина радіонуклідів (> 90%) впродовж 4 років після осушення донних відкладів продовжує знаходитися у необмінному стані. У зв'язку з цим, на оголених ділянках ложа водоймища-охолоджувача (ВО) ЧАЕС не слід очікувати істотного підвищення мобільності й біологічної доступності радіонуклідів в найближчі 5−10 років. За результатами радіографічних досліджень, динаміка зростання мобільних форм радіонуклідів на осушених ділянках ВО ЧАЕС, принаймні у північній його частині, буде визначатися процесами деструкції та вилуговування радіонуклідів з паливних частинок розміром більше 20 мкм.
Ключові слова: *послідовне вилуговування радіонуклідів, форми знаходження радіонуклідів, радіоактивне забруднення, донні відклади, паливні частинки, водоймище-охолоджувач ЧАЕС*

Дослідження поведінки паливних частинок (ПЧ) у ґрунтах та модельних середовищах у тому числі й у рідинах показали, що основними факторами, відповідальними за вилуговування радіонуклідів із паливної компоненти, є склад матриці оксиду урану, ступінь окислення її та кислотність середовища [1, 2]. Характер поведінки ПЧ в умовах ВО ЧАЕС, на жаль, до цього часу досліджено недостатньо. Наразі вважається, що переважна частина активності ^{90}Sr, $^{238, 239, 240}$Pu, ^{241}Am у ВО ЧАЕС капсульована в матриці ПЧ [3, 4]. Згідно з прогнозними оцінками, на ділянках ложа ВО, які осушують, розпочнуться інтенсивні процеси аерації та ґрунтоутворення, що має призвести до закислення середовища та, як наслідок, до зростання швидкості розчинення ПЧ, вивільнення радіонуклідів та переходу їх у рухливі форми [5]. За розрахунками Булгакова (2009 р.) та ін., які базуються на даних щодо динаміки зміни pH ґрунтового розчину після вапнування ґрунтів і даних залежності швидкості розчинення ПЧ від кислотності ґрунту [6], на осушених ділянках ВО впродовж 15−25 років має розчинитися основна частини ПЧ [5].

Для експериментальної перевірки наявних прогнозів та оцінювання динаміки фізико-хімічних форм існування радіонуклідів на ділянках ВО ЧАЕС, які осушують, було проведено модельний експеримент. Суть експерименту полягала в імітації осушення реальних донних відкладів ВО ЧАЕС та довгострокової експозиції їх у натурних умовах із періодичними відбором та аналізом зразків методом послідовних екстракцій. Зразки донних відкладів відбиралися влітку 2012 р в північно-західній частині водоймища-охолоджувача ЧАЕС на глибинах 5−7 м.

Відбирання проб здійснювалося з човна за допомогою донного пробовідбірника ківшового типу СДЧ-250. Акваторія відбирання проб становила приблизно 4000 м^2. Загальний об'єм відібраних зразків сягав 150 л. Безпосередньо на березі ВО ЧАЕС була встановлено заздалегідь виготовлену кювету розміром 1×1 м без дна, заповнену відібраними донними відкладами. Для визначення форм існування радіонуклідів ^{90}Sr, ^{137}Cs, ^{238,239,240}Pu і ^{241}Am у донних відкладах ВО ЧАЕС використовувався метод послідовних екстракцій.

© В. П. Процак, О. О. Одінцов, М. А. Журба, Н. М. Прокопчук, В. О. Кашпаров, 2018

Умови вилуговування та реагенти, що застосовувалися, та форми радіонуклідів, які з ними асоціюються, наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Умови послідовного вилуговування радіонуклідів зі зразків донних відкладів ВО ЧАЕС та форми, які з ними асоціюються

№	Реагент та умови вилуговування	Форми радіонуклідів
1	Дистильована вода; 24 год. за кімнатної температури та періодичному перемішуванні	Водорозчинні
2	1 М CH_3COONH_4 (NH_4Ac); pH 7; 24 години за кімнатної температури	Обмінні
3	1 М HCl; 24 год. за кімнатної температури	Рухливі
4	0,2 М $(NH_4)_2C_2O_4$ + 0,1 М $H_2C_2O_4$ (розчин Тама); pH 3,2; 2 год. за кімнатної температури	Пов'язані з аморфними оксидами й гідроксидами Fe і Al у формі органо-мінеральних комплексів
5	8 М HNO_3; 24 год. за кімнатної температури	Важкорозчинні та асоційовані з паливними частинками (U_xO_y)
6	Залишок після п. 5 озолювався за t = 550 °C протягом 6 год. з дальшою обробкою суміші кислот 8 М HNO_3 + 10 М HCl протягом 2 год. за t = 95° C	Пов'язані з органічними компонентами донних відкладів та паливними частинками (UO_2)
7	Залишок після п. 6 вилуговували сумішшю кислот: 8 М HNO_3 + 4 М HF протягом 2 год. за t = 95 °C	Міцнофіксовані на мінеральних компонентах донних відкладів та в складі конструкційних паливних частинок ($U_xZ_yO_z$)
8	–	Нерозчинний залишок

Відносні розподіли активності ^{137}Cs, ^{90}Sr, $^{238,239,240}Pu$ та ^{241}Am у вилугах послідовних екстракцій зразків донних відкладів ВО ЧАЕС на початок експерименту (t = 0) та після імітації осушення їх та експозиції в натурних умовах упродовж 9, 15, 26 та 47 місяців наведено на рис. 1.

Згідно з отриманими результатами, переважна частина радіонуклідів у донних відкладах ВО ЧАЕС до початку зниження рівня води була в необмінному стані (> 98%), при цьому в складі матриці ПЧ було близько 70% ^{90}Sr та більш ніж 80% ^{241}Am та ізотопів плутонію. Дослідження динаміки водорозчинних форм радіонуклідів у донних відкладах ВО ЧАЕС після осушення їх та експозиції в натурних умовах впродовж 4 років вказує на зростання їх для ^{90}Sr (до 5 разів), але в абсолютному значенні збільшення водорозчинних форм ^{90}Sr є зовсім незначним (до 0,6% валового вмісту). Для інших радіонуклідів вміст водорозчинних форм упродовж експерименту істотно не змінився й залишився вкрай низьким (< 0,1% валового вмісту). Аналіз динаміки ацетатних вилугів вказує на зростання для ^{90}Sr внеску обмінних форм від 1% до 10% валового вмісту. Для інших радіонуклідів вміст обмінних форм істотно не змінився й залишився меншим від 2% валового вмісту. Вміст кислоторозчинних рухливих форм для ^{241}Am впродовж 4 років експозиції зріс від 17% до 35% валового вмісту. Для інших радіонуклідів значущої динаміки рухливих форм не виявлено. Відсутність значущої динаміки форм радіонуклідів у донних відкладах ВО ЧАЕС після осушення їх та експозиції в натурних умовах і характер вилуговування їх може вказувати на те, що переважна частина активності ^{90}Sr, ^{241}Am та ізотопів плутонію міститься у складі ПЧ з матрицею UO_2 (60−70%), а перерозподіл форм існування радіонуклідів у донних відкладах після осушення їх та експозиції в натурних умовах відбувається в межах частини активності, що потрапила до ВО у вигляді ПЧ із матрицею U_xO_y і впродовж 30 років встигла розчинитися в умовах ВО ЧАЕС.

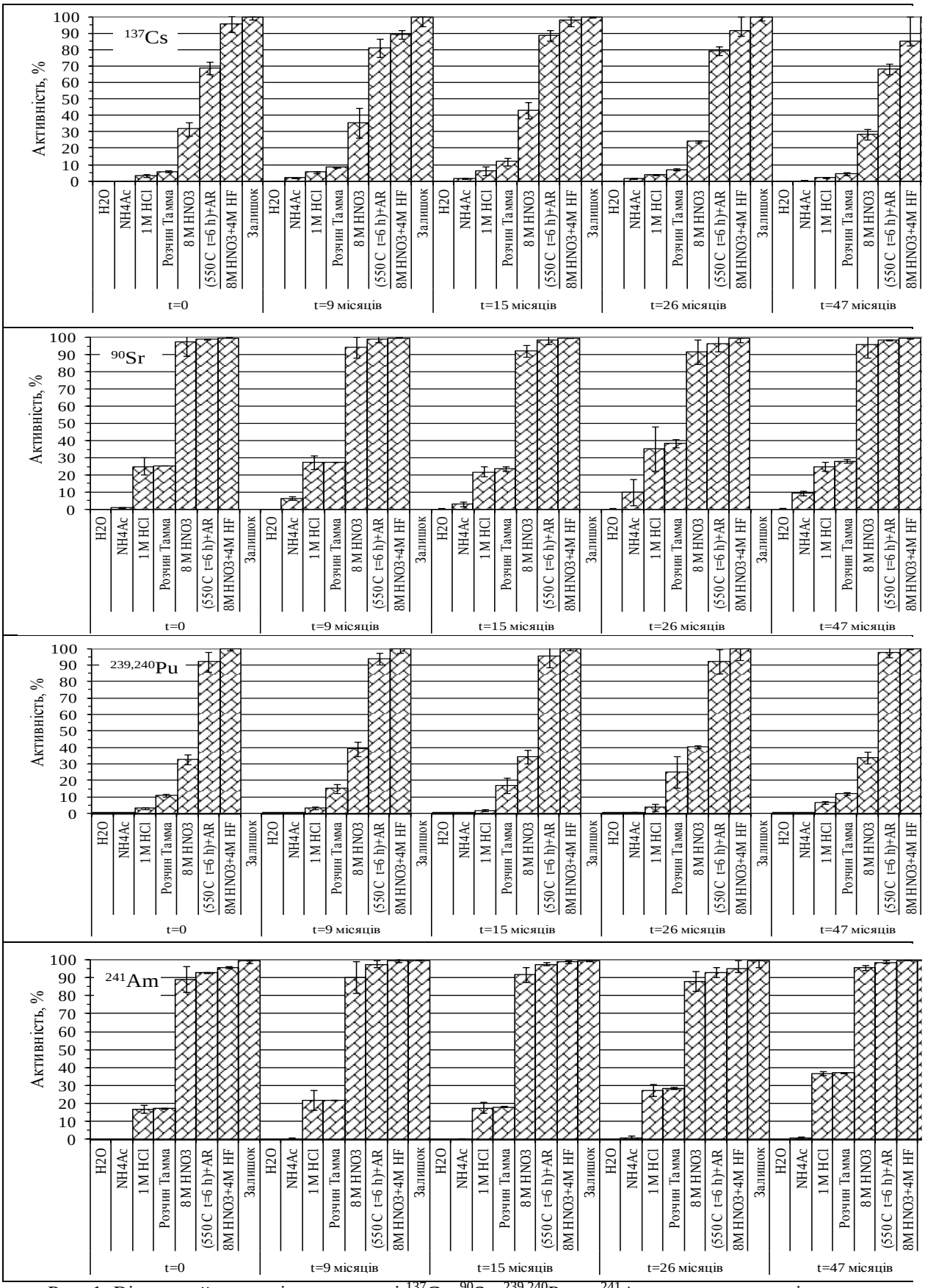


Рис. 1. Відносний розподіл активності ^{137}Cs, ^{90}Sr, $^{239,240}Pu$ та ^{241}Am у вилугах послідовних екстракцій зразків донних відкладів ВО ЧАЕС у початковий момент (t = 0) та після осушення і експозиції в натурних умовах впродовж 9, 15, 26 та 47 місяців

Таким чином, можна припустити, що початковий склад паливного забруднення ВО ЧАЕС, принаймні її північної частини, було зумовлено 60−65 % ПЧ з матрицею UO_2, 30−35% ПЧ із матрицею U_xO_y та 5-10 % ПЧ з матрицею $U_xZ_yO_z$, що також узгоджується з оцінками для чорнобильських радіоактивних випадань у ближній зоні [7, 8]. Тривале збереження слаболужної реакції середовища донних відкладів на експериментальному майданчику (pH ~ 7,7) є додатковим чинником, що мінімізує швидкість розчинення паливних частинок (рис. 2).

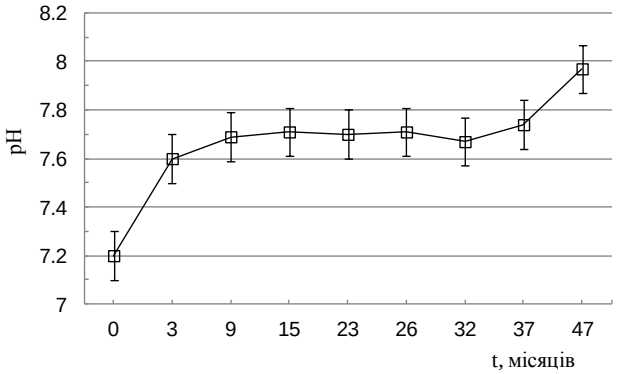


Рис. 2. Динаміка актуальної кислотності донних відкладів ВО ЧАЕС на експериментальному майданчику

Таким чином, якщо екстраполювати отримані результати на всю частину ложа ВО ЧАЕС, яку осушують, то можна констатувати, що, всупереч науковим прогнозам [5], умови, які складуться на осушених ділянках, не спровокують значущої деструкції наявних на цей час ПЧ у донних відкладах ВО ЧАЕС. У радіоекологічному плані це досить позитивний момент. Підсумовуючи, можна констатувати, що, крім зростання водорозчинних і обмінних форм ^{90}Sr та кислоторозчинних рухливих форм ^{241}Am у донних відкладах ВО ЧАЕС після осушення їх та експозиції в натурних умовах впродовж 4 років, вміст інших форм існування ^{137}Cs, ^{90}Sr, $^{239,240}Pu$ і ^{241}Am достовірно не змінився порівняно з початковими формами.

Радіографічні дослідження підтвердили наявність радіоактивних паливних частинок у донних відкладах ВО ЧАЕС (рис. 3).

Переважна кількість їх має розмір менше від 3 мкм. При цьому їхній внесок у загальну активність становить лише кілька відсотків, а основну активність паливної компоненти, принаймні у північній частині ВО ЧАЕС, зосереджено в окремих паливних частинках розміром понад 20 мкм (рис. 4). Тому динаміка мобільності радіонуклідів на осушених ділянках ВО ЧАЕС визначатиметься процесами деструкції та вилуговування радіонуклідів із частинок зазначених розмірів.

Найбільш хімічно стійкі ПЧ мають розмір близько 3−5 мкм. Згідно з результатами досліджень, максимальна концентрація паливних частинок спостерігається у північній частини ВО ЧАЕС. Співвідношення активності ^{137}Cs до ^{90}Sr у донних відкладах північної частини водоймища становить приблизно 4, для центральної частини − 12, для південної частини − 25, що вказує на різне співвідношення внеску паливної та конденсаційної компонент радіоактивного викиду в забруднення ВО ЧАЕС.

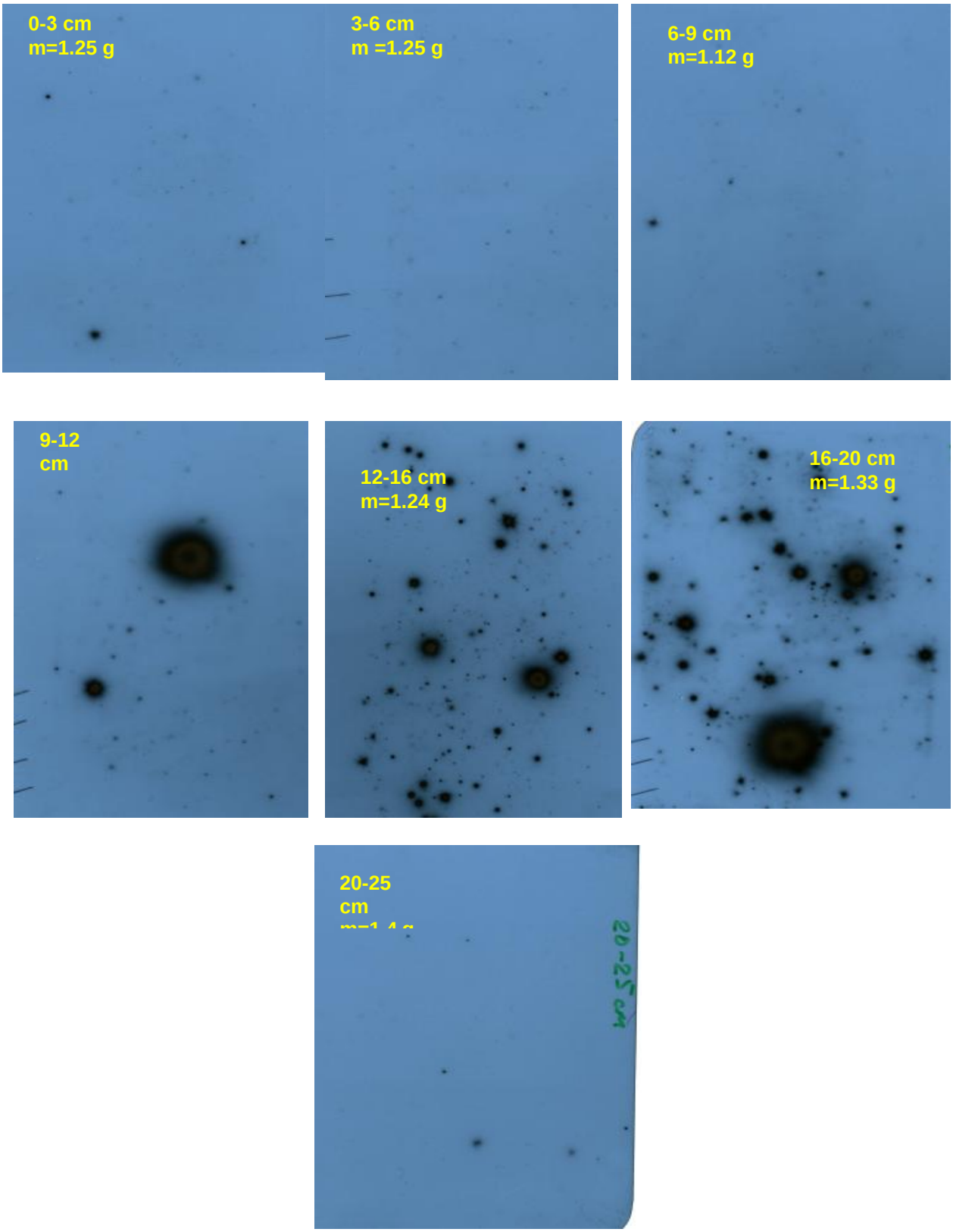


Рис. 3. Радіографічні зображення зразків профілю донних відкладів (глибина відбору 0–25 см), відібраних на осушеній ділянці ВО ЧАЕС

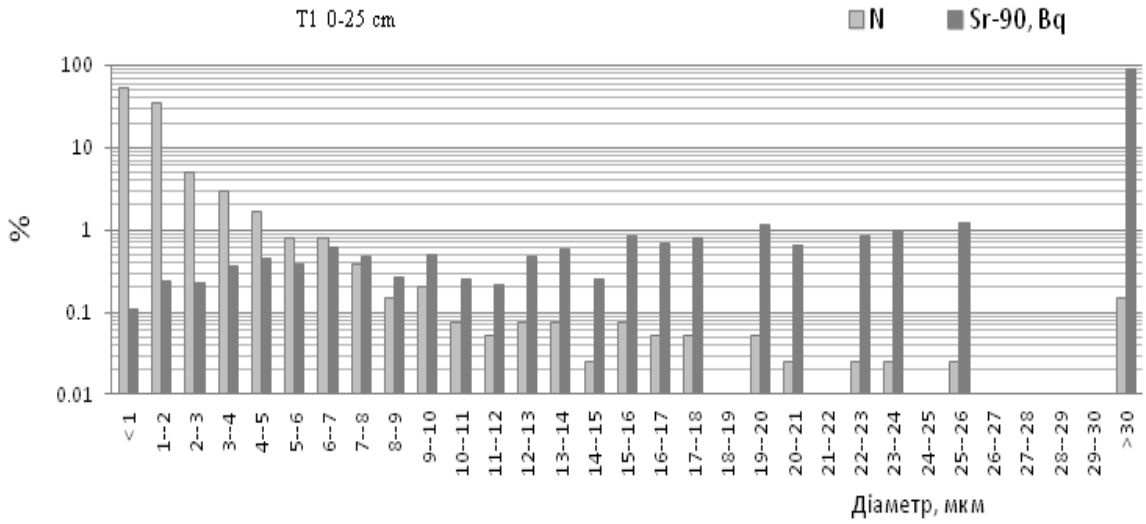


Рис. 4. Дисперсний склад та розподіл активності ^{90}Sr на фракціях розмірів паливних частинок у профілі донних відкладів 0−25 см

Висновки

На осушених територіях ВО ЧАЕС не слід очікувати істотного підвищення мобільності радіонуклідів у найближчі 5−10 років. Причиною цього є тривале збереження слаболужної реакції донних відкладів та присутність паливної компоненти у ВО ЧАЕС у вигляді хімічно стійких паливних частинок. Тому в міграційних процесах на осушених ділянках ложа ВО ЧАЕС може бути задіяно тільки ту частину радіонуклідів, що наразі існує в рухливих формах (< 30% валового вмісту).

Значна частина активності радіонуклідів залишається не вилученою з твердої фази донних відкладів ВО ЧАЕС навіть після застосування «наджорстких» умов екстракції. Це може свідчити про існування ^{90}Sr, ^{238,239,240}Pu, ^{241}Am та частини ^{137}Cs у складі хімічно дуже стійких ПЧ і, відповідно, цю частину радіонуклідів не може бути мобілізовано в природних умовах упродовж десятків років.

У майбутньому динаміка зростання мобільних форм радіонуклідів на осушених ділянках ВО ЧАЕС визначатиметься процесами деструкції та вилуговування радіонуклідів із паливних частинок розміром понад 20 мкм.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Kashparov V. A., Oughton D. H., Zvarich S. I., Protsak V. P. et al.* Kinetics of fuel particle weathering and 90Sr mobility in the Chernobyl 30-km exclusion zone // Health Physics. − 1999. − Vol.76, N. 3. − P.251−259.
2. *Kashparov V. A., Protsak V. P., Ahamdach N., Stammose D. et al.* Dissolution kinetics of particles of irradiated Chernobyl nuclear fuel : influence of pH and oxidation state on the release of radionuclides in contaminated soil of Chernobyl // Nuclear Materials. − V. 279. – 2000. − P. 225−233.
3. *Weiss D., Laure P.-J., Bogorinski P., Watermeyer V. et al.* Collection and analysis of data related to thecontamination of the Chernobyl cooling pond. CEC Contract No. B7–5350/99/62/42/MAR/C2. Final report. GRS. − 2000.
4. *Коноплев А. П., Булгаков А. А.* 1999. Трансформация ^{90}Sr и ^{137}Cs в почве и донных отложениях // Атомная энергия/ − № 88. − С. 55–60.

5. *Bulgakov A., Konoplev A., Smith J., Laptev G. et al.* Fuel particles in the Chernobyl cooling pond: current state and prediction for remediation options // Environ. Radioact. − 2009. − V. 100. − P. 329–332.
6. *Kashparov V. A.* Hot Particles at Chernobyl // Environ. Science and Pollution Res. − V.10, Special (1). – 2003. P.21−30.
7. *Kashparov V. A., Ahamdach N., Zvarich S. I., Yoschenko V. I. et al.* Kinetics of dissolution of Chernobyl fuel particles in soil in natural conditions. // Environ.l Radioact. − V.72, Issue 3. – 2004. − P. 335−353.
8. *Кашпаров В. А.* Радиологическая значимость топливной компоненты Чернобыльских радиоактивных выпадений // Проблеми Чорнобильської зони відчуження: науково-технічний збірник. – К.: ЗАТ «Книга». − № 9. – 2009. − С. 5−22.

ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ФОРМ РАДИОНУКЛИДОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ ЧАЭС ПОСЛЕ ИХ ОСУШЕНИЯ

В. П. Процак[1], А. А. Одинцов[2], М. А. Журба[1], Н. Н. Прокопчук[1], В. А. Кашпаров[1]

[1]Украинский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной радиологии Национального университета биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев
[2]Институт проблем безопасности атомных электростанций НАН Украины, г. Киев

Оценена динамика форм нахождения радионуклидов в донных отложениях водоема охладителя ЧАЭС после имитации их осушения и экспозиции в натурных условиях. Согласно результатам исследований большая часть радионуклидов (> 90%) в течение 4 лет после осушения донных отложений продолжает находиться в необменном состоянии. Поэтому на обнаженных участках ложа ВО ЧАЭС не следует ожидать существенного повышения мобильности и биологической доступности радионуклидов в ближайшие 5−10 лет. Согласно результатам радиографических исследований, динамика роста мобильных форм радионуклидов на осушенных участках ВО ЧАЭС, по крайней мере, в северной его части, будет определяться процессами деструкции и выщелачивания радионуклидов из топливных частиц размером более 20 мкм.
Ключевые слова: *последовательное выщелачивания радионуклидов, формы нахождения радионуклидов, радиоактивное загрязнение, донные отложения, топливные частицы, водоем-охладитель ЧАЭС*

PREDICTIVE ASSESSMENT OF DYNAMIC OF THE PHYSICAL-CHEMICAL FORMS OF RADIONUCLIDES IN THE BOTTOM SEDIMENT OF THE CHNPP COOLING POND AFTER ITS DRAINING

V. P. Protsak[1], O. O. Odintsov[2], M. A. Zhurba[1], N. M. Prokopchuk[1], V. O. Kashparov[1]

[1]Ukrainian Scientific and Research Institute of Agricultural Radiology of the National University of Bioresources and Natural Resources of Ukraine, Kyiv
[2]Institute of Safety Problems of Nuclear Power Plants of NAS of Ukraine, Kyiv

The dynamics of the forms of radionuclides in the bottom sediments of cooling pond of the ChNPP after simulation of their drying and exposure in full-scale conditions has been estimated. According to the results, the main part of the radionuclides (> 90 %) continues to be in the non-exchange state for 4 years after drying bottom sediments. The obtained results indicate that on the drained parts of the cooling pond bed of the ChNPP should not expect significant increase of mobility and bioavailability of radionuclides in the next 5-10 years. According to the results of radiographic studies, the dynamics of increasing of the mobile forms of radionuclides in drained areas of the CP ChNPP, at least in its northern part, will be determined by the processes of destruction and leaching of radionuclides from fuel particles with size bigger than 20 mkm.
Keywords: *sequential leaching of radionuclides, forms finding of radionuclides, radioactive contamination, bottom sediments, fuel particles, cooling pond of the ChNPP*

ХАРАКТЕРИСТИКА РОСЛИННОГО ПОКРИВУ Й ТВАРИННОГО НАСЕЛЕННЯ НА ДІЛЯНКАХ ОСУШЕНОГО ДНА ВОДОЙМИЩА-ОХОЛОДЖУВАЧА ЧАЕС

С. А. Паскевич, **Д. В. Городецький**

Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, м.Чорнобиль

Спостереження за формуванням рослинного покриву на осушених ділянках дна водоймища-охолоджувача ЧАЕС було спрямовано на дослідження видового різноманіття та вивчення продуктивності новоутворених фітоценозів. В рамках робіт проведено пілотні дослідження можливості створення штучних насаджень із верби гостролистої на піщаних ділянках осушених територій. За допомогою фотопасток отримано дані про наявність великих ссавців на осушених ділянках водоймища та здійснено порівняння з ділянками ближньої зони ЧАЕС. Установлено певні територіальні прив'язаності хижаків та визначено періоди їхньої добової активності.
Ключові слова: водоймище-охолоджувач, фітоценози, фауна, продуктивність, видове різноманіття, фотопастки

Дослідженнями встановлено, що заростання трав'янистими та деревно-кущовими рослинами осушених ділянок дна відбувається в цілому відповідно до прогнозу [1], який було розроблено в рамках Техніко-економічного обґрунтування діяльності з виведення водоймища-охолоджувача з експлуатації. Фітоценози формуються відповідно до властивостей ґрунтів осушених територій та режиму зволоження, що сформувався для ділянок осушеного ложа водоймища. На ділянках осушеного дна на глибинах до 3 м та ґрунтовий покрив яких утворено пісками (без мулистих частинок) намитими з дна річки Прип'ять, утворилися угруповання з домінуванням ксерофітних видів рослин. Основними з них є куничник наземний (*Calamagrostis epigeios*), булавоносець сіруватий (*Corynephorus canescens*), очиток їдкий (*Sedum acre*), цмин пісковий (*Helichrysum arenarium),* золотушник звичайний (*Solidago virgaurea*), злинка канадська (*Erigeron canadensis L.*) та ін. Серед деревної рослинності на цих ділянках відбувається поновлення верби гостролистої (*Salix acutifolia*), берези повислої (*Betula pendula Roth.*), сосни звичайної (*Pinus sylvestris L.*), тополі білої (*Populus alba*) та робінії звичайної (*Robinia pseudoacacia*). Продуктивність фітоценозів у таких умовах становить до 0,15−0,27 кг/м^2 повітряно-сухої ваги.

На горизонтальних ділянках осушеної площі, що знаходилися на глибинах 3−5 метрів, ґрунти якого зволожені та утворені замуленими пісками, рослинний покрив утворено такими мезофітними рослинами, як шоломниця звичайна (*Scutellaria galericulata*), очерет звичайний (*Phragmites australis*), рогіз вузьколистий (*Typha angustifolia*), рогіз широколистий (*Typha latifolia*), зніт болотяний (*Epilobium palustre*) тощо. Такі ділянки нерідко заростають вербою гостролистою (шелюгою) (*Salix acutifolia*), яка утворює суцільні монодомінантні зарості.

На прибережних ділянках, які лежать біля самого урізу води новостворених водоймищ формуються найсприятливіші умови для швидкого утворення рослинного покриву. На цих ділянках формується досить потужний (густий) трав'янистий покрив, де висота рослин досягає 1,5–1,8 м, а продуктивність становить 1,5–1,6 кг/м^2 повітряно-сухої ваги.

© С. А. Паскевич, Д. В. Городецький, 2018

У таких умовах домінуючими видами є повітряно-водні види рослин − очеретянка звичайна (*Phalaroides arundinacea*), очерет звичайний (*Phragmites australis*), рогіз вузьколистий (*Typha angustifolia*), рогіз широколистий (*Typha latifolia*), а також ситник членистий (*Juncus articulatus*), зніт болотяний (*Epilobium palustre*), хвощ болотяний (*Equisetum palustre*), череда трироздільна (*Bidens tripartite*) та ін.

Однією з особливостей, яка тимчасово перешкоджає формуванню рослинного покриву на осушених ділянках, є покриття значних територій дна черепашками [2], що залишилися після масової загибелі колоній річкової дрейсени (*Dreissena polymorpha*). Найбільші площі, вкриті черепашками річкової дрейсени, знаходяться на ділянках другої черги водоймища-охолоджувача, особливо в південній частині. На таких ділянках спостерігається формування піонерних угруповань із переважанням злинки канадської (*Erigeron canadensis L.*) та берези повислої (*Betula pendula Roth.*). Продуктивність таких фітоценозів знаходиться в межах 0,01–0,05 кг/м^2 повітряно-сухої ваги.

За період виведення з експлуатації водойми-охолоджувача (2014−2017 рр.) видове різноманіття фітоценозів зросло з 14 (дослідження 2001 р.) [3] до більш ніж 50 (серед них 9 деревних) видів рослин.

Упродовж 2017 р. на піщаних невкритих рослинністю ділянках осушеного дна (глибини 1−2 м) було проведено дослідження зі штучного відновлення рослинного покриву шляхом висадження саджанців верби гостролистої. Схема досліду передбачала висадження сотні саджанців, коріння яких було оброблено гідрогелем. При висадженні було застосовано повний комплекс мінеральних добрив. На період жовтня 2017 р. всі саджанці прижилися, що свідчить про високу ефективність такого способу відновлення рослинного покриву на бідних ґрунтах, не вкритих рослинністю, на радіаційно небезпечних ділянках ложа водоймища-охолоджувача, які можуть становити потенційну небезпеку як джерело радіоактивного пилу.

У 2017 р. було проведено дослідження видового складу тваринного населення (великих ссавців та птахів) осушеного ложа водоймища-охолоджувача. Дослідження передбачали встановлення автоматичних фотокамер, які фіксували появу чи перебування тварини в полі зору об’єктива фотокамери (на відстані до 10 м). Фотокамери розміщували переважно в північній частині водоймища-охолоджувача, в місцях, де було помічено сліди чи стежки тварин, що вказувало на присутність тварин на ділянках, які досліджувалися. Передумовою досліджень було розуміння того, що трансформування водної екосистеми в наземну внаслідок відмирання організмів призведе до появи доброї кормової бази для хижих видів, а також появи нового життєвого простору для інших видів тварин, котрі живуть на прилеглих територіях. У 2015−2016 рр. дослідження прилеглих до промислового майданчика ЧАЕС територій (територія біля озера Азбучин – 1,5 км від ЧАЕС) показали присутність майже всіх великих ссавців Чорнобильської зони відчуження [4].

У результаті досліджень було встановлено, що ділянки осушеного дна водоймища-охолоджувача періодично або постійно відвідують такі види тварин, як рись, видра, вовк, лисиця, дикий кабан, козуля, лось, заєць. Фотокамери також зафіксували птахів – орлана білохвостого, крука, сіру ворону, білу трясогузку та ін.

Аналіз кількості появ представників того чи іншого виду в об’єктиві фотокамери використали для порівняння частоти появи тварин на осушених територіях із ділянками фітоценозів у заплаві р. Прип’ять (оз. Азбучин), які є звичними для існування тварин. При порівнянні результатів роботи фотокамер було встановлено, що екосистеми водоймища-охолоджувача є набагато привабливішими для хижаків. Так, поява лисиці фіксувалася в 5 разів більше (6−7 разів на місяць), аніж на ділянках у районі оз. Азбучин. Подібна ситуація відмічалася і в поведінці вовка. Особини цього виду з’являлися як у нічний час, так і в ранкові години – 7.30–8.30 ранку. Це говорить про комфортну

поведінку та добру адаптацію тварин до умов, які сформувалися на цій території. Незважаючи на постійне сусідство (присутність) людини, вовки активно відвідували північні (найближчі до ЧАЕС) та північно-західні (район берегової насосної станції) ділянки водоймища-охолоджувача впродовж усього періоду спостережень 2017 року.

Одним із масових видів, які населяють території осушеного водоймища-охолоджувача, є заєць. Певні ділянки водоймища-охолоджувача періодично відвідували козулі та лосі, але частота появи їх суттєво менша порівняно з ділянками оз. Азбучин. Так, наприклад, козулі в 5−10 разів рідше відвідують осушені території (1−2 особини на місяць). Дикі кабани, як і лосі та козулі, відвідують лише окремі ділянки осушеного дна водоймища. Ймовірно, що ділянки фітоценозів, які сформувалися вздовж берегової лінії новоутворених водоймищ, є найпривабливішим кормовим ресурсом для цих видів тварин.

Спостереження за станом екосистем водоймища-охолоджувача в період виведення його з експлуатації показали, що ці території трансформуються в ландшафти з високим біорізноманіттям фауни та флори. Із часом ділянки колишнього водоймища-охолоджувача ЧАЕС можуть стати цінним природним комплексом, що важливо з огляду на діяльність [5] зі створення в Чорнобильській зоні відчуження радіаційно-екологічного біосферного заповідника.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Оцінка* впливів на навколишнє середовище зняття з експлуатації водоймища-охолоджувача Чорнобильської АЕС. Додаток В // Техніко-економічне обґрунтування зняття з експлуатації водоймища-охолоджувача Чорнобильської АЕС. ДСП ЧАЕС. Чорнобиль, 2013.
2. *Лукашов Д. В., Вовк П. С.* Екологія та радіоекологія двостулкових молюсків водойми-охолоджувача ЧАЕС. – Чорнобиль, 1999. – 67 с.
3. *Заліський О. О. та ін.* Розробка методичних підходів та рекомендацій щодо оптимізації системи моніторингу водойми-охолоджувача та прилеглих до нього екосистем при виведенні ЧАЕС з експлуатації. Метрологічне та інформаційне забезпечення // Проміжний звіт з НДР. ДСП «Екоцентр». – Чорнобиль, 2001. С. 32.
4. *Гащак С. П., Вишневський Д. О., Заліський О. О.* Фауна хребетних тварин Чорнобильської зони відчуження (Україна) / За заг. ред. С. П. Гащака. − Славутич, 2006. − 100 с.
5. *Указ* Президента України «Про створення Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника» № 174/2016 від 26 квітня 2016 р.

ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА И ЖИВОТНОГО НАСЕЛЕНИЯ НА УЧАСТКАХ ОСУШЕННОГО ДНА ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ ЧАЭС

С. А. Паскевич, Д. В. Городецкий

Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, г. Чернобыль

Наблюдение за формированием растительного покрова на осушенных участках дна водоема-охладителя ЧАЭС было направлено на исследование видового разнообразия и изучения производительности новых фитоценозов. В рамках работ проведены пилотные исследования возможности создания искусственных насаждений ивы остролистной на песчаных участках осушенных территорий. С помощью фотоловушек получены данные о наличии крупных млекопитающих на осушенных участках водоема и проведено сравнение с участками ближней зоны ЧАЭС. Установлены определенные территориальные привязанности хищников и определены периоды их суточной активности.

Ключевые слова: водоем-охладитель, фитоценозы, продуктивность, фауна, видовое разнообразие, фотоловушка

CHARACTERISTICS OF THE VEGETATION COVER AND THE ANIMAL POPULATION ON THE TERRITORY OF CHERNOBYL NPP COOLING POND'S DRIED BOTTOM

S. A. Paskevych, D. V. Gorodetskyi

Institute of NPP Safety Problems of the National Academy of Sciences of Ukraine, Chornobyl

Presented data that describe process of formation of the vegetation cover, which was formed on the territory of dried bottom of the Chernobyl NPP's cooling pond. The productivity of the main types of phytocenosis is estimated. The technology of afforestation of sandy areas of the bottom with the help of saplings of willow has been tested. The Observations results of observations of large mammals, received using photo traps, are shown.
Keywords: cooling pond, phytocenosis, productivity, fauna, species diversity, cameratrap

ДИНАМИКА РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС В ПРОЦЕССЕ СПУСКА ВОДЫ И ПОСЛЕ НЕГО: НАЧАЛО И ПЛАНИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПРОЕКТУ SATREPS В 2017−2021 ГОДАХ

С. Юмацу[1], И. М. М. Рахман[2], А. Сакагучи[1], С. Ямасаки[1], Н. Шибасаки[3], Т. Вада[2], К. Нанба[2], М. Железняк[2]

[1]Центр исследований изотопов и динамики окружающей среды, Цукубский университет
[2]Институт радиоактивности окружающей среды, Фукусимский университет
[3]Факультет симбиотической системологии, Фукусимский университет

Проект украинско-японского сотрудничества SATREPS был реализован для поддержания мониторинга и моделирования активности поведения радионуклидов в водоеме-охладителе, реках, лесах и в воздухе Чернобыльской зоны отчуждения. В 2017 г. были созданы системы мониторинга радионуклидов в окружающей среде и проведены полевые исследования. Конечной целью проекта SATREPS является улучшение понимания данных мониторинга путем совершенствования радиоаналитических методов и предложение стратегии по решению экологических проблем и радиационной защите внутри и за пределами Чернобыльской зоны отчуждения.
Ключевые слова: SATREPS, миграция радионуклидов, радиоэкологический мониторинг и моделирование

Проект под названием «Укрепление радиационного контроля окружающей среды и законодательной базы Украины для экологической реабилитации радиоактивно загрязненных территорий» начался в 2017 г. Он известен как проект SATREPS и финансируется Научно-техническим агентством Японии и Агентством международного сотрудничества Японии. Проект SATREPS совместно выполняют несколько украинских институтов и три японских университета − Институт радиоактивности окружающей среды Фукусимского университета, Центр исследований радиоизотопов и динамики окружающей среды Цукубского университета и Фукусимский медицинский университет. Конечная цель проекта SATREPS − предложить стратегию экологической реабилитации и радиационной защиты для Чернобыльской зоны отчуждения (ЧЗО) и окружающих ее территорий. Общей задачей проекта SATREPS стала разработка и оптимизация процедуры мониторинга и моделирование поведения радионуклидов в ЧЗО и на окружающих ее территориях.

Исследования в рамках проекта SATREPS выполняют четыре группы. Первая группа проводит исследования для изучения влияния снижения уровня воды (Рис.1) на поведение радионуклидов в водоеме-охладителе Чернобыльской АЭС (ЧВО).

© С. Юмацу, И. М. М. Рахман, А. Сакагучи, С. Ямасаки, Н. Шибасаки, Т. Вада, К. Нанба, М. Железняк, 2018

Рис. 1. Снимки со спутника, изображающие снижение уровня воды в водоеме-охладителе Чернобыльской АЭС. Фото слева было сделано в августе 2015г., справа – в мае 2017 г. (Источник: программа «Landsat» USGS/NASA)

Вторая группа занимается оптимизацией мониторинга радионуклидов в лесных, почвенных и речных системах с целью изучения долгосрочного поведения радионуклидов в ЧЗО. Объектом исследований третьей группы является содействие в разработке процедур для прогнозирования и контроля переноса радионуклидов из ЧЗО через атмосферные и речные пути на большие расстояния. Результаты исследований в области мониторинга и моделирования, полученные первыми тремя группами, будут сведены и обобщены четвертой группой для оптимизации процедур мониторинга ЧЗО, экологической реабилитации и управления ЧЗО. Авторы участвуют в работе первой группы, окончательной целью которой является изучение поведения радионуклидов в ЧВО в процессе снижения уровня воды, который начался в 2014 г., а также после него. Мы планируем достичь нашей конечной цели в ходе совместной работы японских исследователей и украинских научных сообществ, чтобы подвести итоги научных работ, выполненных ранее в ЧЗО, и распространить в Японии результаты исследований в области мониторинга и моделирования [1−7].

Мониторинг радионуклидов в отложениях, воде, организмах и биоте ЧВО выполнялся в течение всего периода после аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 году. Как известно, pH воды влияет на растворение ^{90}Sr из топливных частиц, которые были выброшены в результате аварии на Чернобыльской АЭС [8]. Поведение отдельных радионуклидов в отложениях и воде зависит от концентрации в ней конкурентных ионов, например K^+ и NH_4^+ для ^{137}Cs и Ca^{2+} для ^{90}Sr [9]. На основании этих данных были разработаны различные методы моделирования. Модель, представленная М. Железняком и др. в работе [10], объясняет гидродинамику воды, перенос ^{137}Cs в отложениях и воде, а также перенос отложений на основании данных мониторинга за 2001−2003 гг. Данная модель оказалась полезной при прогнозировании сезонных изменений концентрации ^{137}Cs в воде ЧВО [10]. Другие методы моделирования могли бы предоставить возможность прогнозирования переноса радионуклидов в гидробионтах, например [11].

В происходящем в настоящее время процессе снижения уровня воды возможное изменение концентраций радионуклидов в воде ЧВО может происходить за счет изменения характеристик воды, определяющих концентрации радионуклидов (т. е. pH, окислительно-восстановительного потенциала, концентрации K^+ и NH_4^+ в воде).

Особенно важным является осуществление постоянного мониторинга данных характеристик воды, а также концентрации радионуклидов в ЧВО в ходе снижения уровня воды и после. Для моделирования концентрации радионуклидов в ЧВО в период снижения уровня воды и после него может потребоваться пересмотр существующей модели как, например, в работе [3], поскольку после начала снижения уровня воды гидродинамическое состояние ЧВО вряд ли останется прежним.

Группа авторов работает в трех направлениях. Совместно с ГСП «Экоцентр», Украинским научно-исследовательским гидрометеорологическим институтом (УкрНИГМИ), Украинским НИИ сельскохозяйственной радиологии (УкрНИИСХР) и Институтом гидробиологии (ИГБ) первая подгруппа изучает поведение загрязняющих агентов в воде и отложениях ЧВО. Она будет выполнять масс-спектрометрию при помощи индуктивно связанной плазмы (ICP-MS), что, возможно, повысит результативность анализа долгоживущих радионуклидов, а также будет работать с сигнальной пластиной (IP), которая улучшит качество анализа распределения радионуклидов, т. е. топливных частиц, в образцах окружающей среды. Указанное измерительное оборудование установят в украинских институтах.

Вторая подгруппа проводит исследования в области изучения и прогнозирования системы подземных вод в процессе снижения уровня воды. Она работает с ГСП «Экоцентр», УкрНИГМИ, УкрНИИСХР, Институтом проблем математических машин и систем (УкрИПММС) и Институтом геологических наук (УкрИГН). В ЧЗО будут созданы новые наблюдательные скважины для расширения мониторинга подземных вод и оптимизации моделирования трехмерной динамики подземных вод.

Третья подгруппа занимается изучением и прогнозированием переноса радионуклидов в живой природе в ЧВО и на окружающих его территориях. Участники подгруппы сотрудничают с ГСП «Экоцентр», УкрНИГМИ, УкрНИИСХР, Чернобыльским центром по проблемам ядерной безопасности, радиоактивных отходов и радиоэкологии (Чернобыльский центр), ИГБ и НИИ радиационной защиты (НИИРЗ). Данная подгруппа будет использовать профилометр качества воды для выполнения мониторинга распределения характеристик воды по глубине и германиевый детектор, улучшающий качество исследования гамма-излучающих радионуклидов в биологических образцах.

Данные мониторинга, полученные первой подгруппой, могут использоваться при разработке модели для второй и третьей подгрупп. Таким образом, мы будем содействовать взаимообмену данными между подгруппами и получению наилучших возможных результатов при реализации совместного проекта.

В соответствии с украинско-японским соглашением наши подгруппы выполнили полевые исследования в мае и октябре 2017 года. Коллеги из Украины ознакомили нас со своей методикой отбора проб воды, отложений, организмов и выполнения мониторинга в ЧВО и на прилегающих территориях. Мы также провели предварительные наблюдения на участках для отбора проб и обсудили с украинскими коллегами программы мониторинга и анализа.

Сотрудничество между украинскими и японскими учеными в области мониторинга и анализа радионуклидов поможет в определении механизмов, имеющих ключевое значение для поведения радионуклидов в ЧВО, а также в оптимизации моделирования радионуклидов в период снижения уровня воды и после него.

Благодарность

Мы выражаем благодарность Научно-техническому агентству Японии и Агентству международного сотрудничества Японии за финансирование исследований в рамках проекта SATREPS, а также профессору Т. Хинтону (Фукусимский университет) за предложения по данному проекту.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Нанба К., Железняк М., Кивва С., Коноплев А. и др.* Применение модуля компенсации гидрологической дисперсии JRODOS для оценки переноса и поведения ^{137}Cs в реках, водохранилищах и прудах префектуры Фукусима. – Радиозащита. − 2016. − № 51. − С. 145−148.
2. *Саваи Х., Рахман И. М. М., Лу С., Бегум З. А. И др.* Экстрактивная дезактивация содержащей цезий почвы с использованием биологически разлагаемого аминополикарбоксилатного хелатора. − Вестник микрохимии. − 2017. − № 134. − С. 230−236.
3. *Шибасаки Н.* Точное моделирование гидрогеологических ценозов для вертикального двухмерного и трехмерного потока подземных вод, моделирование переноса массы и тепла. В: M. Thangarajan & Vijay P. Singh Eds. Оценка, моделирование и управление подземными водами. − CRC Press, Boca Raton, 2016. – С. 251−267.
4. *Такахаши Й., Фан К., Суга Х., Танака К. и др.* Сравнение распределения радиоцезия в воде в твердом состоянии в водах рек, протекающих на территории Фукусимы и Чернобыля. Научные доклады. – 2017. − №7, 12407.
5. *Юмацу С., Смолдерс Е., Свеек Л., Ваннджин Дж. и др.* Прогнозирование сорбционных характеристик радиоцезия относительно химических свойств почв в Японии. Наука общей среды. – 2015. − № 524. − С. 148−156.
6. *Вада Т., Томия А., Эномото М., Сато Т. и др.* Радиологическое воздействие аварии на атомной электростанции на пресноводных рыб Фукусимы: обзор результатов мониторинга. Вестник радиоактивности окружающей среды. – 2016. − № 151. − С. 144−155.
7. *Ямасаки С., Имото Дж., Фуруки Г., Очиаи А. и др.* Радиоактивный Cs в устьевых отложениях вблизи атомной электростанции Фукусима-Дайити. Наука общей среды. – 2016. − № 551−552. − С. 155−162.
8. *Кашпаров В. А., Ахамдач Н., Зварич С. И., Йощенко В. И. и др.* Кинетика растворения чернобыльских топливных частиц в почве в естественных условиях. Вестник радиоактивности окружающей среды. – 2004. − № 72. − С. 335−353.
9. *Количественный* анализ переноса радионуклидов в наземных и пресноводных средах для радиологических оценок. МАГАТЭ-TECDOC-1616, Вена, Австрия. – 2009.
10. *Железняк М., Несвит О., Дзюба Н., Кошебуцкий В.* Водоем-охладитель Чернобыльской АЭС: Моделирование влияния качества воды на радионуклидный обмен между водой и отложениями. Международная конференция по радиоэкологии и радиоактивности окружающей среды (ICRER), Гамильтон, Канада. – 2011.
11. *Смит Дж. Т., Белова Н. В., Булгаков А. А., Команс Р. Н. Дж. и др.* Упрощенная модель «AQUASCOPE» для прогнозирования ^{89,90}Sr, ^{131}I и ^{134,137}Cs в поверхностных водах после крупномасштабных радиоактивных выпадений. Физика радиационной безопасности. – 2005. − № 89. − С. 628−644.

ДИНАМІКА РАДІОЕКОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДОЙМИЩА-ОХОЛОДЖУВАЧА ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АЕС В ПРОЦЕСІ СПУСКУ ВОДИ ТА ПІСЛЯ НЬОГО: ПОЧАТОК І ПЛАНУВАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗА ПРОЕКТОМ SATREPS У 2017−2021 РОКАХ

С. Юмацу[1], І. М. М. Рахман[2], А. Сакагучі[1], С. Ямасаки[1], Н. Шибасаки[3], Т. Вада[2], К. Нанба[2], М. Железняк[2]

[1]Центр досліджень ізотопів і динаміки довкілля, Цукубський університет
[2]Інститут радіоактивності довкілля, Фукусимський університет
[3]Факультет симбіотичної системології, Фукусимський університет

Проект українсько-японського співробітництва SATREPS було реалізовано для підтримки моніторингу та моделювання активності поведінки радіонуклідів у водоймищі-охолоджувачі, річках, лісах і в повітрі Чорнобильської зони відчуження. У 2017 р. було створено системи моніторингу радіонуклідів у довкіллі та проведено польові дослідження. Кінцевою метою проекту SATREPS є покращення розуміння даних моніторингу шляхом вдосконалення радіоаналітичних методів і пропонування стратегії щодо вирішення екологічних проблем і радіаційного захисту всередині й за межами Чорнобильської зони відчуження.
Ключові слова: SATREPS, міграція радіонуклідів, радіоекологічний моніторинг та моделювання

DYNAMICS OF RADIOECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE CHERNOBYL COOLING POND IN THE PROCESS OF WATER DRAINAGE AND AFTER IT: THE BEGINNING AND PLANNING OF RESEARCH ON SATREPS PROJECT FOR 2017-2021

S. Yumatsu, I. M. M. Rahman, A. Sakaguchi, S. Yamasaki, N. Shibasaki, T. Wada, K. Nanba, M. Zheleznyak

[1]Center for Research in Isotopes and Environmental Dynamics, University of Tsukuba
[2]Institute of the Environmental Radioactivity, Fukushima University
[3]Faculty of Symbiotic Systems Science, Fukushima University

The Ukraine-Japan cooperation Project SATREPS was implemented to support monitoring and modelling of radionuclides activity in the Cooling Pond, rivers, forests, and in the air of the Chernobyl Exclusion Zone. In 2017 the systems for radionuclides monitoring in the environment were created and field studies were conducted. The final objective of SATREPS Project is to improve the understanding of monitoring data by developing radioanalytical methods and proposing the strategy to solve the ecological problems and radiation protection inside and outside the Chernobyl Exclusion Zone.
Keywords: SATREPS, radionuclide migration, radioecological monitoring and modelling

Матеріали міжнародного семінару «Водоймище-охолоджувач Чорнобильської АЕС на стадії виведення з експлуатації: екосистемні та радіаційні дослідження». 12 жовтня 2017 р., м. Київ, Україна

МІНІСТЕРСТВО ЕКОЛОГІЇ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНЕ АГЕНТСТВО УКРАЇНИ З УПРАВЛІННЯ ЗОНОЮ ВІДЧУЖЕННЯ

ПРОБЛЕМИ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ

Науково-технічний збірник

Випуск 18

(російською та українською мовами)

Підпис. до друку 16.03.2018. Формат 70×108/16. Папір офсет. Друк офсет.
Ум. друк. арк. 7,7. Наклад 300 пр. Зам. № 12-1058.

ДНДУ «Чорнобильський центр з проблем ядерної безпеки,
радіоактивних відходів та радіоекології»
вул. 77-ї Гвардійської дивізії, 11, м. Славутич, Київська обл., Україна, 07101
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи КВ № 20395-10195 Р від 20.11.2013

Видавництво «КІМ»
Свідоцтво про внесення до державного реєстру
суб'єктів видавничої справи серії ДК № 2888 від 03.07.2007
03680, м. Київ, вул. Академіка Кржижановського, 3
ОКТБ – корп. 5, оф. 140. Тел. (044) 502 41 23