

РАЗВИТИЕ НАУЧНОГО ТУРИЗМА И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОТЕНЦИАЛА ПГРЭЗ: ПЕРСПЕКТИВЫ, ПРОБЛЕМЫ И ОГРАНИЧЕНИЯ

Полесский государственный радиационно-экологический заповедник (далее – заповедник) находится на крайнем юго-востоке Беларуси, на наиболее загрязненной радионуклидами территории зоны эвакуации, или отчуждения, Чернобыльской АЭС (далее – ЗО ЧАЭС). В его задачи входят осуществление комплекса мероприятий по предотвращению выноса радионуклидов за пределы территории, ведение радиационного мониторинга, проведение радиоэкологических и радиобиологических исследований, изучение животного и растительного мира, изучение естественного течения природных процессов в экосистемах и ландшафтах.

Заповедник функционирует с 1988 г. Современная его площадь составляет 216 тыс. га, или 3,5% от площади Белорусского Полесья. Заповедник имеет бинарный статус: *загрязненной радионуклидами территории*, опасной для проживания человека, и крупнейшей в Беларуси *природоохранной территории*. Де-юре заповедник не является особо охраняемой природной территорией (далее – ООПТ), но фактически выполняет все ее функции, а режим охраны природных комплексов и объектов на его землях является более строгим, чем на других ООПТ страны. Это обусловлено тем, что после аварии на ЧАЭС в ЗО не осуществляется никакая хозяйственная деятельность, кроме ряда охранных и противопожарных мероприятий, а также ограниченного перечня работ в экспериментально-хозяйственной зоне. В заповеднике полностью отсутствует население, которое в количестве 24,5 тыс. человек было

эвакуировано после аварии на ЧАЭС. На протяжении 35 лет антропогенное воздействие на природные экосистемы заповедника было незначительным.

Природный потенциал заповедника. В дочернобыльское время в результате многовековой хозяйственной деятельности человека значительная часть естественных лесных, луговых и болотных экосистем в его границах была полностью уничтожена и трансформирована в антропогенизированные сельскохозяйственные (поля, луга, пастбища, сады), селитебные (населенные пункты) и техногенные (фермы, мехдворы, карьеры, мелиоративные системы, торфоразработки и др.) ландшафты. На плодородных почвах северо-восточной части заповедника леса были сведены полностью, а деревни стали «полевыми». В сохранившихся лесах велось интенсивное лесное хозяйство, поймы рек регулярно прокашивались. Около 85 тыс. га болот и заболоченных земель, а это 94% их площади или 39% территории заповедника, были осушены [1] и превращены в сенокосы, пастбища, поля.

До аварии на ЧАЭС на полях были распространены агроценозы, на мелиорированных землях – преимущественно окультуренные сенокосы, вблизи деревень – пастбища, личные земельные наделы, плодовые сады сельскохозяйственных предприятий, вдоль дорог – озеленительные и защитные насаждения. В деревнях (на приусадебных участках, в скверах, парках, уличных посадках) сформировалась комплексная дендрофлора, представленная специфическим для каждой деревни видовым составом плодово-ягодных, декоративных местных и интродуцированных (интродукция растений – случайное или преднамеренное переселение видов или сортов растений в места, области, где они раньше не встречались) древесных и кустарниковых видов растений [2, 3]. То есть аборигенная флора была сменена антропофитной. Антропофиты – это растения, вошедшие в местную флору благодаря человеку (культурные, окультуренные, сорные и рудеральные растения), и любые виды, постоянно растущие на местообитаниях, созданных человеком.

Прошло 35 лет с момента аварии на ЧАЭС. Для природы это срок мизерный, но ландшафты ЗО ЧАЭС за это время претерпели значительные

изменения. Отсутствие хозяйственной деятельности дало импульс процессам естественного развития в измененных эксплуатацией биоценозах и самовосстановления в сильно нарушенных и трансформированных экосистемах.

Так как зональным типом растительности на территории Полесского заповедника является лесная растительность, интразональными – болотный, пойменно-луговой, водный типы, то выведенные из оборота бывшие сельскохозяйственные (залежные) земли и отселенные деревни стали зарастать лесом, мелиорированные угодья – заболачиваться и закустариваться. Леса являются мощным биологическим барьером переноса радионуклидов, поэтому, на некоторой части залежных земель ЗО ЧАЭС создавались искусственные лесные насаждения, состав которых не всегда был представлен местными лесными видами.

В итоге только за 1988–2008 гг. площадь осушенных земель сократилась в 3,8 раза, площадь болот и заболоченных участков выросла в 2,4 раза, лесов – на 22,8% [4], лесистость в границах заповедника выросла с 38,5% в 1975 г. до 55,9% в 2020 г.

Естественным образом развивается произраставшая здесь до аварии лесная растительность, представленная сосняками, дубравами, черноольшаниками, березняками, осинниками, грабняками, кленовниками, ясенниками, липняками, насаждениями древовидных и кустарниковых ив разного возраста и состава. Отсутствие лесозаготовок обеспечило «старение», то есть повышение возраста, лесов. В их структуре увеличилась доля мелколиственных насаждений.

В отселенных деревнях формируются лесные насаждения непостоянного и несвойственного для местных лесов породного состава. В них преобладают в основном интродуцированные виды – клен ясенелистный, акация белая, тополь белый, плодовой вид – слива домашняя, реже местные лесные породы – береза, осина, клен остролистный, вяз, ясень. Всего в составе дендрофлоры бывших населенных пунктов насчитывается 111 видов и 2 разновидности растений, в

том числе 48 видов и 2 разновидности деревьев, 61 вид кустарников и 2 вида одревесневающих лиан. Среди них 37 аборигенных видов и 74 адвентивных, то есть проникших за пределы своего первичного ареала либо естественным путем (с воздушными потоками, по морю), либо непреднамеренно занесенных человеком. В числе адвентивных насчитывается 16 гибридов и гибридогенных видов. Там же встречается 11 чужеродных вредоносных древесно-кустарниковых видов. Из них наиболее многочисленными и агрессивными являются клен ясенелистный, акация белая, тополь белый, ирга колосистая, бузина красная. Они создают наибольшую угрозу для естественных фитоценозов ЗО ЧАЭС [3, 5, 6].

Отсутствие эксплуатации сохранившихся и восстановление нарушенных природных экосистем привело к появлению на территории заповедника многих редких и охраняемых видов растений, порой в значительных количествах.

Современная флора заповедника включает 1162 вида и гибрида сосудистых растений, в том числе 4 вида плаунов, 7 хвощей, 16 папоротников, 13 голосеменных, 248 однодольных и 874 двудольных. Среди них 44 редких и охраняемых вида растений. В составе флоры заповедника наибольшая в стране доля присутствия лесостепных и степных видов [7]. Данные видового разнообразия мохообразных, лишайников, водорослей, грибов далеко не полные или отсутствуют [8]. Для изучения этих групп растительного мира необходимо привлечение узких специалистов [7].

В монографии [7] отмечено, что заповедник является уникальной базой для изучения ассортимента культивировавшихся до аварии на ЧАЭС видов растений, способности их натурализоваться и сохраняться длительное время в местах культивации. Целесообразно проведение популяционных исследований растений, наблюдение за критическими видами, описание хромосомных чисел и хромосомных рас на местном материале ввиду возможности генетических перестроек и мутаций в связи с высоким уровнем радиоактивного загрязнения биоценозов. Необходимы популяционные, морфологические, молекулярно-генетические исследования редких для Беларуси видов растений, основные

популяции которых в стране сосредоточены именно на территории заповедника. Важным аспектом флористических исследований являются постоянные популяционные мониторинговые наблюдения за редкими видами, ограниченно встречающимися в стране и имеющими международный охранный статус. Особое направление – изучение особенностей распространения инвазионных видов.

Насущной экологической проблемой является интенсивное зарастание отселенных деревьев агрессивными чужеродными ~~инвазионными~~ видами растений и расселение их по территории заповедника. Необходима оценка их распространения и разработка мер борьбы в условиях радиационного фактора [5].

Определенный интерес представляет изучение процессов формирования лесов, возникших на залежных землях. Крайне интересен вопрос развития в покинутых человеком лесах, которые образовались на основе антропофитной флоры с преобладанием интродуцированных и культурных видов (гибридов, сортов). В них повышается доля местных лесных пород. Возникают конкурентные взаимоотношения между аборигенными и интродуцированными древесными и кустарниковыми видами, в которых интересны роль, значимость и перспективы каждого из них. Значительный интерес представляют также вопросы заселения этих лесов представителями различных групп фауны.

Специфические исследования могут быть проведены в отношении отдельных групп представителей животного мира заповедника, который также богат и разнообразен. Позвоночные животные представлены 311 видами. В их числе 60 видов млекопитающих (72% от выявленных в стране), среди которых 4 интродуцированных вида, 11 включены в Красную книгу Беларуси. В заповеднике выявлены 233 вида птиц (60 краснокнижных), 11 видов земноводных из 13 известных в Беларуси (2 краснокнижных), все 7 встречающихся в стране видов пресмыкающихся (1 краснокнижный) [8]. В водотоках и водоемах установлено обитание 38 видов рыб [9]. Сведения по

разнообразие групп беспозвоночных животных крайне скудны либо отсутствуют.

Вследствие снятия антропогенного пресса в заповеднике возникли условия, благоприятные для обитания представителей самых разных фаунистических групп и роста их численности— увеличены жизненное пространство и емкость кормовых угодий, снизился фактор беспокойства. Это обеспечило успешную реинтродукцию (повторное вселение вида животного в районы, где он обитал ранее) зубра в белорусский сектор ЗО ЧАЭС. В заповеднике самостоятельно формируется микропопуляция лошади Пржевальского, распространившейся со смежной территории Украины.

Отметим наличие в заповеднике **географического (геоморфологического) потенциала**, обусловленного особенностями строения рельефа его территории, большая часть которой расположена в широкой долине Припяти, представленной поймой и двумя надпойменными террасами. На севере и северо-востоке заповедника находится полоса участков Хойникской водно-ледниковой равнины, перекрытых чехлом лессовидных отложений. Поверхность ее плоская, мелкозападинная или пологоволнистая, слабо наклонена к югу, относительные превышения составляют в основном 3–5 м. Часть юго-западной территории занимает водно-ледниковая равнина с ровной, слабо всхолмленной поверхностью с небольшими площадями моренных равнин. Относительные превышения рельефа там составляют 2–3 м, местами до 8–10 м. В долине Припяти возвышаются беспорядочно рассеянные эоловые (созданные деятельностью ветра) холмы высотой 3–8 м, которые группируются в гряды длиной до нескольких сотен метров [1, 10].

В заповеднике имеется 1667 пойменных озер общей площадью 2430 га, 130 прудов и водохранилищ (69 га). Площадь всех водных объектов составляет 3810 га, или 1,8% территории заповедника [11].

Весьма разнообразен почвенный покров заповедника. Близкое залегание к дневной поверхности грунтовых вод на 70,5% площади заповедника обусловило многообразие полугидроморфных и гидроморфных почв [12].

Важным для территории заповедника является **климатический фактор**. Последние 30–40 лет в регионе происходит потепление климата и повышение его аридности, то есть сухости [13, 14]. В силу того, что заповедник находится на крайнем юго-востоке страны, климат его территории постепенно приобретает черты лесостепного. Следствием потепления является проникновение на территорию заповедника новых южных представителей флоры [7] и фауны. Под влиянием климата прогнозируется изменение видового состава, структуры и продуктивности лесов [15] и других растительных сообществ, а также фаунистических комплексов. Эти изменения представляют несомненный интерес для естественных наук на междисциплинарном уровне.

Функционирование на территории заповедника метеостанции и наличие базы 30-летних метеорологических наблюдений могут позволить связать нюансы динамики растительного покрова, различных групп животного и растительного мира с изменениями климата.

Радиационный аспект. При аварии на ЧАЭС 26 апреля 1986 г. произошел выброс из реактора больших объемов радиоактивного материала. На 10 мая 1986 г. на всей территории 30-километровой зоны ЧАЭС мощность дозы гамма-излучения превышала 5000 мкР/ч [4]. В биогеоценозах заповедника сосредоточено около 30% выпавшего при аварии на ЧАЭС на территорию Беларуси ^{137}Cs , 73% ^{90}Sr и 97% изотопов $^{238-241}\text{Pu}$ [16]. В связи с распадом ^{241}Pu (период полураспада 14,4 года) активность и запасы ^{241}Am (период полураспада 432,2 года), который является альфа-излучателем и намного токсичнее ^{241}Pu (бета-излучатель), в экосистемах заповедника будут расти до 2060 г.

К настоящему времени количество ^{137}Cs , ^{90}Sr уменьшилось более чем в 2 раза по отношению к выпавшему. Тем не менее, радиационная обстановка в заповеднике остается весьма сложной. Эти радиоизотопы, а также $^{238-241}\text{Pu}$ и ^{241}Am определяют радиационную обстановку и формируют дозовые нагрузки на биоту заповедника.

Радионуклиды распространены по территории заповедника крайне неравномерно. В ближней части ЗО высока концентрация в почве «горячих»

частиц [4], которые разрушаются под действием факторов природной среды и являются источником вторичного радиоактивного загрязнения экосистем. Высокая плотность радиоактивного загрязнения почв [4] обеспечивает высокий уровень накопления радионуклидов компонентами лесных биоценозов [17, 18], включая флористические объекты, которым свойственна индивидуальная специфичность накопления радионуклидов [19].

Наличие в природных средах ЗО ЧАЭС трансурановых изотопов ($^{238,239,240}\text{Pu}$ и ^{241}Am) с периодами полураспада до нескольких десятков тысяч лет исключает возможность проживания людей в заповеднике в обозримом будущем. Наиболее оптимальным является его использование в качестве природоохранной территории и «полевой научной лаборатории».

Территория заповедника имеет довольно весомый **исторический потенциал**. Это внесенные в Государственный список историко-культурного наследия Республики Беларусь стоянки человека каменного и бронзового веков (6), городища (6), а также 13 прочих археологических памятников (стоянки, бескурганный могильник, поселения), не включенных в указанный Список.

Поколения людей, живших в границах современной территории заповедника, прошли через множество драматичных исторических событий. Все основные моменты задокументированы в районных книгах «Память» и других литературных источниках. На территории заповедника находится 60 памятников и памятных мест Второй мировой войны и последующих событий. Это братские и индивидуальные захоронения (могилы советских воинов и партизан, погибших во время Второй мировой войны, могилы жертв фашизма, советских активистов), памятники уроженцам этих мест, погибшим в Великой Отечественной войне, места базирования партизанских отрядов, места сожженных деревень. Часть их включена в Государственный список историко-культурных ценностей Республики Беларусь.

И, наконец, оставленные людьми 92 населенных пункта со школами, домами культуры и другими общественными зданиями, а также производственные сооружения и комплексы (комбикормовый завод,

свинокомплекс, молочно-товарные фермы, хлебозавод, осушительные системы и другие) представляют интерес с точки зрения ознакомления с условиями жизни и быта населения, уровнем развития сельскохозяйственного производства в середине 1980-х годов. В ряде отселенных деревень установлены посвященные им памятники.

Приведенный выше анализ показывает, как богата и разнообразна биота Полесского заповедника, где в условиях воздействия радиационного фактора, минимального антропогенного влияния и меняющегося климата протекают различные природные процессы.

Выше обозначены лишь некоторые актуальные научные проблемы и вопросы, касающиеся большей частью растительности и флоры. Безусловно, другие природные объекты заповедника также требуют проведения научных исследований и наблюдений. Заповедник с этой точки зрения фактически является «природной лабораторией».

Среди множества определенных на перспективу направлений научных исследований и практических разработок на территории заповедника особо выделим *«...возможность организации полигона и **создание международного научно-исследовательского центра**, который мог бы являться площадкой решения природоохранных вопросов, проведения исследований в области радиобиологии, радиозэкологии, флоры, фауны, динамики экосистем в условиях ограниченной антропогенной нагрузки...»* [20, 8]. Для работы в этом центре предполагается привлечение специалистов различных областей знаний из Беларуси и зарубежья. Посещение заповедника в научных целях определяется как научный туризм.

В июле 2021 г. экспертами ОО «Белорусский зеленый крест» был инициирован вопрос о проведении международных научно-полевых форумов на территориях Полесского заповедника и Днепро-Сожского заказника. Их цель заключается в изучении видового разнообразия и различных аспектов функционирования экосистем этих территорий, в оценке современного состояния и прогнозирования их динамики на юго-востоке Беларуси в условиях

радиационного загрязнения и современных климатических изменений. Ведущий научный сотрудник лаборатории наземных беспозвоночных животных НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам, к.б.н. А.В. Кулак отмечал, что *«...предлагается такая форма изучения отдельных компонентов биогеоценозов обеих территорий, как проведение исследовательских полевых форумов-семинаров специальными группами, включающими академических и вузовских специалистов как Беларуси, так и зарубежных стран, аспирантов, магистрантов, студентов, натуралистов, волонтеров...»*.

Полагаю, что предлагаемые ежегодные форумы-семинары могут заложить основу для формирования научно-исследовательского центра, первым реальным практическим шагом к нему.

Важными задачами на современном этапе развития заповедника являются придание ему статуса особо охраняемой природной территории, включение его в схему национальной экологической сети; разработка плана экологического управления заповедником; создание центра реинтродукции и натурализации хозяйственно значимых и редких видов животных и растений, включая эксперименты ревайдинга (ревайлдинг – природоохранная идеология, направленная на восстановление экосистем такими, какими они были до вмешательства человека, осуществляемая посредством возвращения крупных животных на места их исконного проживания, из которых они были вытеснены вследствие человеческой деятельности; возвращение таких животных в свою очередь запускает целый ряд процессов, способствующих повышению биоразнообразия); создание нормативного документа, определяющего порядок проведения видов деятельности с учетом специфики радиоактивного загрязнения территории заповедника [8]. Многие вопросы при решении этих и других проблем могут быть решены путем проведения полевых форумов-семинаров.

Научные результаты и материалы этих форумов будут входить в междисциплинарную информационную базу по заповеднику и регулярно пополняться.

Экологическое образование. Полесский заповедник имеет огромный и разноплановый природный и, в меньшей степени, культурно-исторический потенциал. Его комплексы и объекты, без сомнения, могут и должны использоваться как «природные классы», где представители различных слоев населения, прежде всего молодые люди, смогут получать знания в области ботаники, зоологии, географии, экологии, охраны природы, истории, радиационной безопасности и других направлений. Это вызывает необходимость разработки научно-образовательных, образовательных, просветительских программ и мероприятий (экскурсий, выездных занятий, туров, экспедиций, семинаров, тематических школ, отдельных акций и т.д.) на территории заповедника.

В плане экскурсий по территории Полесского заповедника уже проведена определенная работа. На основе имеющегося природного потенциала бывших населенных пунктов, накопленных научных знаний и с учетом происходящих в экосистемах и биогеоценозах процессов и изменений нами разработан образовательный маршрут протяженностью 95 км длительностью 7 час.

Однако при организации различных форм научного и познавательного туризма, экологического просвещения и образования на территории Полесского заповедника приходится сталкиваться с рядом проблем. Во-первых, заповедник является режимным объектом, что обусловлено факторами радиационного загрязнения и близости государственной границы. Поэтому при организации посещения его территории сторонними лицами, помимо договоренностей и договоров с администрацией заповедника, необходимо получение пропусков в ЗО ЧАЭС и приграничную зону. Во-вторых, из-за высокого уровня загрязненности экосистем существуют ограничения по продолжительности нахождения людей на этой территории. В-третьих, согласно белорусскому законодательству, нахождение лиц моложе 18 лет на территории ЗО ЧАЭС не допускается. Это является серьезнейшим ограничительным фактором посещения этой «зеленой школы» и проведения просветительских и образовательных мероприятий для школьников.

Литература:

1. Выполнить комплекс контактно-дистанционных исследований по изучению современной структуры природных ландшафтов Полесского ГРЭЗ, анализу долговременной динамики с использованием данных тематического дешифрирования разновременных аэрокосмических снимков и выборочных наземных данных : отчет о НИР (заключ.) / Космоаэрогеология ; рук. И. А. Тяшкевич. – Минск, 2008. – 86 с.

2. Турчин, Л. М. Локальная флора отселенных деревень, расположенных на песчаных почвах зоны отчуждения Чернобыльской АЭС / Л. М. Турчин, Д. К. Гарбарук, А. В. Углянец // Веснік Мазырскага дзярж. педагагічнага ўн-та імя І. П. Шамякіна. – Минск : ИВЦ Минфина, 2021. – № 1 (57). – С. 34–41.

3. Углянец, А. В. Современная дендрофлора отселенных деревень зоны отчуждения Чернобыльской АЭС Беларуси / А. В. Углянец, Д. К. Гарбарук, Л. М. Турчин // Известия Гомельского гос. ун-та им. Ф. Скорины. Естественные науки. – Гомель : ГГУ, 2021. – № 3 (126). – С. 68–74.

4. Атлас современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси (АСПА Россия – Беларусь) / под ред. Ю. А. Израэля, И. М. Богдевича. – Москва : Фонд «Инфосфера» – НИА – Природа; Минск : Белкартография, 2009. – 140 с.

5. Углянец, А. В. Естественное возобновление леса в отселенных деревнях, расположенных на песчаных почвах в зоне отчуждения Чернобыльской атомной электростанции / Углянец А. В., Гарбарук Д. К. // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2021. № 1 (240). С. 26–41.

6. Гарбарук, Д. К. Лесообразование в бывших населенных пунктах, расположенных на плодородных почвах в зоне отчуждения Чернобыльской атомной электростанции / Гарбарук Д. К., Углянец А. В., Воронцовская А.Н. // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2021. № 2 (246). С. 36–50.

7. Биологическое разнообразие Полесского радиационно-экологического заповедника: сосудистые растения / Д. В. Дубовик, А. Н. Скуратович, М. В. Кудин, Д. К. Гарбарук, А. В. Углянец, С. С. Савчук, А. О. Саулов, Л. М. Турчин, С. В. Шумак ; под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Беларуская навука, 2021. – 234 с.

8. Кудин, М.В. Аспекты развития Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / М.В. Кудин // Радиоэкологические последствия радиационных аварий – к 35-й годовщине аварии на ЧАЭС : Сб. докладов междунар. науч.-практ. конф., Обнинск, 22–23 апреля 2021 г. / ФГБНУ ВНИИРАЭ ; под ред. Н. И. Санжаровой, В. М. Шершакова. – Обнинск, 2021. – С. 344–346.

9. Иванцов, Д.Н. Видовой состав рыб и их гельминтов, обитающих в водных объектах зоны отчуждения Чернобыльской АЭС / Д.Н. Иванцов, И.С. Юрченко // Актуальные проблемы экологии: сб. науч. ст. по материалам XV Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 22–24 сентября 2020 г. / Гродн. гос. ун-т им. Янки Купалы ; редкол.: И. Б. Заводник (гл. ред.) [и др.]. – Гродно : ГрГУ, 2020. – С. 33–35.

10. Матвеев А.В., Гурский Б.Н., Левицкая Р.И. Рельеф Белоруссии. – Мн.: Университетское, 1988. – 320 с.

11. Проект организации и ведения лесного хозяйства У «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник» Министерства по чрезвычайным ситуациям на 2013-2022 гг. – Гомель, 2012. – Т. 1 (пояснительная записка). – 259 с.– (Препринт) / Минлесхоз РБ. ЛРУП «Белгослес».

12. Почвы Полесского государственного радиационно-экологического заповедника = Soils of Polesye state radiation-ecological reserve / В.В. Лапа [и др.]; по ред. В.В. Лапа, Н.Н. Цибулько. – Минск : ИВЦ Минфина, 2019. – 97 с.

13. Логинов, В. Ф. Изменение климата Беларуси: причины, последствия, возможности регулирования / В. Ф. Логинов, С. А. Лысенко, В. И. Мельник. – 2-е изд. – Минск : Энциклопедикс, 2020. – 264 с.

14. Бровка, Ю. А. Изменение гидротермического коэффициента и повторяемости экстремальных условий увлажнения на территории Беларуси в период потепления климата / Ю. А. Бровка, И. В. Буяков // Природопользование. – 2020. – № 2. – С. 5–18.

15. Багинский, В. Ф. Особенности хода роста древостоев сосны в Белорусском Полесье / В. Ф. Багинский // Сб. науч. тр. / НАН Беларуси, Ин-т леса. – Гомель, 2016. – Вып. 76 : Проблемы лесоведения и лесоводства. – С. 307–317.

16. 35 лет после Чернобыльской катастрофы: итоги и перспективы преодоления ее последствий : национальный доклад Республики Беларусь / Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. – Минск : ИВЦ Минфина, 2020. – 152 с.

17. Переволоцкий, А. Н. Распределение ^{137}Cs и ^{90}Sr в лесных биогеоценозах / А. Н. Переволоцкий. – Гомель : Институт радиологии, 2006. – 255 с.

18. Gupta, D. K. Impact of Cesium on Plants and the Environment / D. K. Gupta, C. Walther // Distribution of ^{137}Cs Between the Components of Pine Forest of Chernobyl NPP Exclusion Zone / ed.: M. Kudzin, V. Zabrotski, D. Harbaruk. – Hannover, 2016. – P. 149–169.

19. Парфёнов, В. И. Радиоактивное загрязнение растительности Беларуси / В. И. Парфёнов, Б. И. Якушев, Б. С. Мартинович. – Минск : Навука і тэхніка, 1995. – 578 с.

20. Кудин, М. В., Бондарь, Ю. И. Результаты и перспективы научных исследований в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике // Проблемы и перспективы развития территорий, пострадавших в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС, на современном этапе : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Хойники, 26–27 июля 2018 г. / Полесский гос. радиационно-экологический заповедник ; под общ. ред. М. В. Кудина – Минск, 2018. – С. 9–20.