

УДК 629.039.58

ОСНОВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ПРОТИВОСТОЯНИЯ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИМ РИСКАМ И БЕДСТВИЯМ

М. Г. ГЕРМЕНЧУК¹⁾

¹⁾Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова,
Белорусский государственный университет,
ул. Долгобродская, 23/1, 220070, г. Минск, Беларусь

Широкое использование ядерной энергии в целях научного и экономического прогресса, улучшение качества жизни человека, решение иных социальных или военных задач создают новые источники рисков и угроз антропогенного характера (радиоэкологические), последствия которых могут усугубляться бедствиями природного характера (экологическими, гидрометеорологическими, сейсмологическими и др.). В последние десятилетия наблюдается стремительный рост количества источников рисков и масштабов последствий бедствий, вызванных радиоэкологическими угрозами. Международное сообщество для решения глобальной задачи противостояния и повышения готовности к реагированию на них в рамках Хиогской и Сендайской программ действий разработало общие подходы для формирования механизмов управления рисками, которые также применимы для управления радиоэкологическими рисками. Показано, что в Республике Беларусь успешно реализуются основные приоритеты Хиогской и Сендайской программ действий, в том числе в виде Внешнего плана реагирования на аварийную ситуацию на Белорусской АЭС. Особо отмечено, что на настоящем этапе системное внедрение превентивного подхода повышает потенциал Республики Беларусь в части противостояния радиоэкологическим бедствиям за счет автоматизации систем раннего оповещения с использованием IT- и IA-технологий. Представлен Алгоритм действий по управлению рисками в сфере обеспечения радиационной безопасности в Республике Беларусь, предусматривающий функционирование механизмов управления радиоэкологическими/радиоэкологическими рисками.

Ключевые слова: обеспечение радиационной безопасности (далее – ОРБ); потенциал противостояния радиоэкологическим рискам и бедствиям; Хиогская и Сендайская программы действий; раннее оповещение.

GENERAL MECHANISMS FOR COUNTERING RADIOECOLOGICAL RISKS AND DISASTERS

M. G. GERMENCHUK^a

^aInternational Sakharov Environmental Institute, Belarusian State University,
23/1 Dauhbrodskaja Street, Minsk 220070, Belarus

The widespread use of nuclear energy for the purposes of scientific and economic progress, improving the quality of human life, solving other social or military problems, creates new sources of risks, threats and disasters of an anthropogenic nature (radioecological disasters), the consequences of which can be aggravated by natural disasters (environmental, hydrometeorological, seismological, others). In recent decades, there has been a rapid increase in the number of sources of risks and the scale of the consequences of disasters caused by radioecological risks.

Образец цитирования:

Герменчук МГ. Основные механизмы противостояния радиоэкологическим рискам и бедствиям. *Журнал Белорусского государственного университета. Экология.* 2025;2:40–51. <https://doi.org/10.46646/2521-683X/2025-2-40-51>

For citation:

Germenchuk MG. General mechanisms for countering radioecological risks and disasters. *Journal of the Belarusian State University. Ecology.* 2025;2:40–51. Russian. <https://doi.org/10.46646/2521-683X/2025-2-40-51>

Автор:

Герменчук Мария Григорьевна – кандидат технических наук, доцент; заместитель директора по научной работе.

Author:

Maria G. Germenchuk, PhD (engineering), docent; deputy director for research.
germenchuk@iseu.by

The international community, in order to meet the global challenge of confronting and improving preparedness for disaster response within the framework of the Hyogo and Sendai framework for action, has developed common approaches for the formation of risk management mechanisms that are also applicable to the management of radioecological risks. It is shown that the Republic of Belarus is successfully implementing the main priorities of the Hyogo and Sendai framework for action, including in the form of an External Emergency Response Plan for the Belarusian NPP. It was especially noted that at the present stage, the systemic introduction of preventive increases the potential of the Republic of Belarus in terms of countering radioecological disasters, including through the automatization of early warning systems, including using IT and AI technologies. The Algorithm of actions for risk management in the field of radiation safety in the Republic of Belarus was presented, providing for the functioning of mechanisms for managing radiological/radioecological risks:

Keywords: radiation safety; potential for confronting radioecological risks and disasters; Hyogo and Sendai framework for action; early warning.

Введение

Для научного обоснования и сопровождения деятельности в сфере противодействия рискам, угрозам и бедствиям радиоэкологического характера целесообразно рассмотреть и адаптировать к условиям Республики Беларусь общие научно-методические и практические подходы к снижению рисков бедствий для последующих оценок и стратегий формирования и поддержания потенциала противодействия на национальном и региональном уровнях.

Анализ рисков и бедствий радиоэкологического характера свидетельствует, что начиная с 1940-х гг. идет стремительное нарастание количества источников рисков и бедствий, а также масштабов последствий в случае их реализации. Так, в период 1949–2024 гг. были зафиксированы и описаны в открытых источниках 8 ядерных и радиационных аварий и катастроф, уровень которых по шкале INES составляет от 4 (авария с локальными последствиями) до максимального уровня 7 (глобальная авария)¹. Также известно, что с 1945 по 2003 г. были опубликованы сведения о 59 случаях ядерных аварий с возникновением самоподдерживающейся цепной реакцией (далее – СЦР), из них 37 при проведении экспериментов на реакторах и критических сборках [1].

Наибольшее количество случаев аварий на промышленных предприятиях зафиксировано в бывшем СССР – 13, в том числе на ПО «Маяк» – 7 (г. Озерск, 15 марта 1953, 21 апреля 1957, 2 января 1958, 5 декабря 1960, 7 сентября 1962, 16 декабря 1965, 10 декабря 1968), на Сибирском химическом комбинате – 4 (г. Северск, Завод разделения изотопов, 14 июля 1961, химико-металлургический завод, 30 января 1963, 2 декабря 1963, 13 декабря 1978), а также Машиностроительный завод в г. Электросталь (3 ноября 1965) и Новосибирский завод химических концентратов (15 мая 1997).

В этот период в США зафиксированы 7 случаев промышленных аварий с возникновением СЦР, в том числе на радиохимическом заводе Y-12 (Окридж, 16 июня 1958), в Лос-Аламосской Национальной лаборатории (30 декабря 1958), на радиохимическом заводе в штате Айдахо (16 октября 1959, 25 января 1961, 17 октября 1978), на заводе в Ханфорде в штате Вашингтон (7 апреля 1962), завод по переработке топлива компании UNF в штате Рок-Айленд (24 июля 1964).

Кроме того, известно об авариях с СЦР в Великобритании (Виндскейл, 24 августа 1970) и Японии на заводе по изготовлению топлива (Токаймура, 30 сентября 1999).

При проведении экспериментов на реакторах и критических сборках в США были зафиксированы 26 случаев возникновения аварий с СЦР, в том числе в Лос-Аламосской Национальной лаборатории (11 февраля 1945, 6 июня 1945, 21 августа 1945, 21 мая 1946, декабрь 1949, 1 февраля 1951, 18 апреля 1952, 3 февраля 1954, 3 июня 1956, 12 февраля 1957, 17 июня 1960, 11 декабря 1962), на заводе в Ханфорде в штате Вашингтон (16 ноября 1951), Окриджской Национальной лаборатории (26 мая 1954, 1 февраля 1956, 30 января 1968, 10 ноября 1961), в Ливерморской лаборатории им. Лоуренса (26 марта 1963), на ракетном полигоне Уайт Сендз (28 мая 1965), на испытательном полигоне Абердин, штат Мериленд (6 сентября 1968), в Арагонской национальной лаборатории (2 июня 1952), в Национальной испытательной станции ядерных реакторов в Айдахо (22 июля 1954, 3 января 1961, 5 ноября 1962, 29 ноября 1955, 18 ноября 1958).

В бывшем СССР зафиксированы 6 случаев возникновения СЦР во время аварий при проведении экспериментов на реакторах и критических сборках, в том числе в ВНИИЭФ в г. Саров/Арзамас – 16 (9 апреля 1953, 11 апреля 1963, 17 июня 1997), Челябинске-70 (5 апреля 1968), в Российский научный центр «Курчатовский институт» г. Москва (15 февраля 1971, 26 мая 1971).

В Канаде были зафиксированы 2 случая аварий с СЦР в лаборатории Чок-Ривер (в конце 40-х – начале 1950-х гг., а также 12 декабря 1952).

¹Обзор ядерных аварий с возникновением СЦР [Электронный ресурс]. Лос-Аламосская Национальная лаборатория, США, 2003. URL: <https://ncsp.llnl.gov/sites/ncsp/files/2021-05/la-13638-tr.pdf> (дата обращения: 20.05.2025).

Известны аварии с СЦР в Бельгии (Мол, 30 декабря 1965), во Франции (Центр ядерных исследований в Сакле, 15 марта 1960) и в бывшей Югославии в Институте Бориса Кидрича (15 октября 1958).

Кроме того, к перечисленным выше событиям необходимо добавить глобальные ядерные катастрофы XX и XXI в.: аварии на Чернобыльской (26 апреля 1986) и Фукусимской АЭС (11 марта 2011), а также иные события, например, авария на Ленинградской АЭС (30 ноября 1975), АЭС «Три-Майл-Айленд» (28 марта 1979) или авария на АЭС «Сен Лоран-дез О» (13 марта 1980), пожар на АЭС Вандельос в Испании (19 октября 1989) и др.

Следует отметить, что такой анализ не может считаться полным в силу объективных и субъективных причин: в 40–50 гг. XX в. фиксировались в основном аварии с наличием СЦР, иным событиям не всегда давалась оценка, адекватная с позиций ОРБ в настоящее время, кроме того, информация о ядерных исследованиях всегда имеет конфиденциальный статус, поэтому в открытом доступе представлены далеко не все сведения, а оценки событий могут быть неполными, поэтому следует принять, что количество зафиксированных событий, важных для ОРБ, не отражает реальную ситуацию. Однако можно утверждать, что, начиная с 1945 г., в мире произошло не менее 100 событий, важных для ОРБ, которые стали, или могли стать, источниками радиологических/радиоэкологических бедствий разного масштаба (от локальных до глобальных).

Перевозка ядерных и радиоактивных материалов является постоянным источником потенциальных бедствий радиологического и радиоэкологического характера, требует постоянных системных мер по управлению такими рисками. Отметим, что, по оценкам МАГАТЭ, ежегодно осуществляется 20 млн поставок либо одной упаковки, либо нескольких упаковок радиоактивного материала [2].

Кроме того, в сфере ОРБ особое внимание уделяется обращению с ядерными материалами и радиоактивными отходами, темпы и объемы образования которых как в ядерных, так и добывающих отраслях постоянно возрастают.

Концепция национальной безопасности Республики Беларусь (далее – Концепция) определяет, что основными национальными интересами в экологической сфере являются, в числе прочих, преодоление негативных последствий радиоактивного загрязнения территории страны и иных чрезвычайных ситуаций, реабилитация экологически нарушенных территорий (п. 17). При этом к основным угрозам национальной безопасности относится радиоактивное загрязнение почв, земель, вод, недр, растительности и атмосферы (п. 29). Согласно Концепции, незаконный оборот радиоактивных веществ и материалов (п. 40) также является источником радиоэкологических угроз и рисков².

В настоящее время в Республике Беларусь выявлены 15 основных действующих и потенциальных источников радиоэкологических рисков и бедствий, в том числе, радиоактивное загрязнение окружающей среды вследствие испытаний ядерного оружия и радиационной катастрофы на Чернобыльской АЭС, Белорусская, Ровенская, Смоленская, Игналинская АЭС, ГНУ «ОИЭЯИ-СОСНЫ», пункты захоронения отходов дезактивации на «чернобыльских» территориях, КУП «Экорес», источники ионизирующего излучения, используемые в организациях, действующих на территории страны, ранее утерянные источники ионизирующего излучения, а также планируемые к строительству ОИАЭ и объекты по обращению с РАО, строительство хранилищ радиоактивных отходов на промплощадках Игналинской АЭС при выводе станции из эксплуатации, транспортировка радиоактивных материалов через территорию Республики Беларусь, незаконное использование радиоактивных материалов и источников ионизирующего излучения (далее – ИИИ), в том числе ИИИ, санкционированно перевозимые по территории страны, радиологический/ядерный терроризм, утерянные источники ионизирующего излучения, трансграничный перенос загрязняющих веществ на территорию Республики Беларусь воздушными и водными потоками, в том числе в аварийной ситуации [3–5].

Материалы и методы исследования

Анализ источников радиоэкологических рисков и бедствий на глобальном уровне, а также их последствий для обеспечения ОРБ, опубликованных Международным агентством по атомной энергии, Научным комитетом по действию атомной радиации (далее – МАГАТЭ, НКДАР) и другими организациями ООН, показывает, что можно выделить шесть основных категорий источников, которые охватывают основные направления деятельности с использованием ядерной энергии и радиоактивных веществ и их последствия:

I. Ядерные и радиационные аварии и катастрофы, в том числе на ядерных и реакторных установках, промышленные аварии, аварии с бесхозными ИИИ, аварии с космическими кораблями и спутниками, случайные сбросы в мировой океан и др.

²Концепция национальной безопасности Республики Беларусь [Электронный ресурс]. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. Минск. URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=P924v0005> (дата обращения: 17.05.2025).

II. Ядерные взрывы в мирных целях.

III. Добыча естественных радиоактивных материалов.

IV. Ядерное наследие, в том числе радиоактивное загрязнение окружающей среды вследствие испытаний ядерного оружия и радиационных аварий / катастроф.

V. Сброс радиоактивных материалов в мировой океан.

VI. Транспортировка радиоактивных материалов.

Отметим, что Республика Беларусь широко вовлечена в глобальные процессы деятельности с использованием ядерной энергии и радиоактивных веществ, поэтому из шести выделенных категорий деятельности и их последствий актуальными являются четыре, за исключением ядерных взрывов в мирных целях и сброса радиоактивных материалов в мировой океан.

Мировым сообществом последовательно разработаны несколько основополагающих документов по противодействию природным/стихийным и техногенным бедствиям:

Международные рамки действий для Международного десятилетия по уменьшению опасности стихийных бедствий (1989 г.).

Йокогамская стратегия по обеспечению более безопасного мира: руководящие принципы предотвращения стихийных бедствий, обеспечения готовности и смягчения их последствий и План действий (1994 г.).

Международная стратегия уменьшения опасности бедствий (1999 г.).

Хиогская рамочная программа действий (ХПД) на 2005–2015 гг. (далее – ХПД).

Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий на 2015–2030 гг. (далее – СРП).

Первоначально в центре внимания этих документов находились природные/стихийные бедствия, однако общественная практика в сфере уменьшения опасности бедствий показала, что разработанная методология (принципы, стратегии, рамочные программы) может быть использована для предотвращения и минимизации антропогенных/техногенных бедствий радиоэкологического характера и их последствий. Далее этот методологический прием применяется для анализа общественной практике предотвращения и минимизации последствий радиоэкологических бедствий в условиях Республики Беларусь.

Следует отметить, что феномен взаимодействия источников бедствий с факторами уязвимости природного и техногенного характера является объективным свойством мира и имеет разнообразные проявления, важные для целей ОРБ, что необходимо учитывать при выборе стратегий и формировании программ. Взаимодействие природных опасностей с факторами уязвимости может стать источником антропогенных опасностей. Например, взаимодействие гидрометеорологических и/или сейсмических факторов уязвимости со строительными конструкциями объектов при использовании атомной энергии (далее – ОИАЭ) могут привести к радиационной катастрофе техногенного характера, как это случилось на Фукусимской АЭС в 2011 г.

С другой стороны, взаимодействия первичных техногенных факторов с факторами уязвимости физического, социального, экономического и экологического характера могут многократно увеличить масштабы последствий возникшего бедствия. Примером служит катастрофа на Чернобыльской АЭС в 1986 г., когда источник события имел антропогенный характер. В результате возникла техногенная катастрофа, которая, взаимодействуя с природными (гидрометеорологическими) факторами уязвимости, создала беспрецедентное по своим масштабам радиоэкологическое бедствие.

Глобальное радиоактивное загрязнение Северного полушария Земли за счет переноса радиоактивности в окружающей среде вследствие испытаний ядерного оружия и крупных радиационных катастроф, например, на Чернобыльской и Фукусимской АЭС, возникло в результате взаимодействия с физическими (гидрометеорологическим) факторами. Ущерб здоровью населения за счет высоких доз облучения возник за счет экологических и социальных факторов, а окружающей среде и экономике – в результате сочетания гидрометеорологических, экологических и экономических факторов.

Масштабы последствий взаимодействия первичных факторов с факторами уязвимости определяются на основе эмпирических данных по оценке радиационной обстановки, по результатам радиационного мониторинга окружающей среды. Для реализации превентивного подхода в части долгосрочного аварийного планирования, а также прогноза радиационной обстановки в окружающей среде, необходимо применять методы математического моделирования, в том числе для картирования загрязнения, которые, в том числе основаны на расчете параметров взаимодействия первичных факторов и факторов уязвимости (источник выброса/сброса → гидрометеорологические факторы → загрязнение окружающей среды или гидрометеорологические факторы/сейсмические факторы → воздействие на источник выброса/сброса → гидрометеорологические факторы → загрязнение окружающей среды). Для эффективной реализации такого метода необходимы организационные решения в части обмена информацией между Национальной системой мониторинга окружающей среды (далее – НСМОС), системой мониторинга чрезвычайных ситуаций и санитарно-гигиенического мониторинга.

В настоящее время наибольший методологический и практический интерес для целей ОРБ представляет Хиогская рамочная программа действий, определившая основные приоритеты деятельности, и Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий как ее дальнейшее развитие, участницей которых является Республика Беларусь^{3, 4}.

Результаты исследования и их обсуждение

Хиогская рамочная программа действий, действовавшая в течение 10-ти лет, определила пять основных приоритетов деятельности по противодействию рискам бедствий, на основе которых впоследствии формировались механизмы управления рисками природного и техногенного характера. В таблице представлен анализ реализации этих приоритетов применительно к рискам бедствий радиологического/радиоэкологического характера в Республике Беларусь.

Основные приоритеты Хиогской рамочной программы действий и реализация в Республике Беларусь в сфере ОРБ

Main priorities of the Hyogo Framework for Action and implementation in the Republic of Belarus in the field of radiation safety

	Приоритет ХПД	Общие подходы для формирования механизмов управления рисками	Реализация в Республике Беларусь
1	Обеспечение приоритетной роли снижения риска бедствий	Деятельность на национальном и местном уровнях с развитием и совершенствованием институциональной базой для реализации	Формирование и совершенствование национальной правовой и технической правовой базы в сфере защиты от чрезвычайных ситуаций, здравоохранения, природоохранной деятельности, ядерного права и др.
2	Определение, оценка и мониторинг риска бедствий и усиление раннего оповещения	Выявление и определение приоритетных источников рисков, ранжирование рисков, мониторинг рисков, усиление системы раннего оповещения	Создание национальных систем мониторинга чрезвычайных ситуаций, НСМОС, санитарно-гигиенического мониторинга, включение в мировые и европейские системы мониторинга и передачи данных, формирование государственной системы реагирования на чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера с созданием системы раннего оповещения, в том числе, с использованием АСПК/АСКРО
3	Использование знаний, инноваций и образования для создания культуры безопасности и устойчивости на всех уровнях	Формирование человеческого потенциала для обеспечения радиационной безопасности человека и окружающей среды, развитие научных исследований в сфере ОРБ, разработка и актуализация учебных программ в сфере подготовки кадров, в том числе повышения квалификации и дополнительного образования для взрослых, внедрение в практику основ культуры безопасности	Формирование и реализация государственных образовательных программ в сфере подготовки кадров для ядерной отрасли, ОРБ и научной сферы. Формирование и реализация государственных научных/научно-практических и иных программ в ядерной отрасли и ОРБ, в том числе, для создания инноваций с использованием автоматических систем и АИ. Формирование и совершенствование системы раннего оповещения различных информационных групп с использованием ИТ-технологий Формирование взаимодействия экспертов технических и научных специалистов, лиц, занимающихся вопросами планирования и других заинтересованных сторон, в том числе СМИ. ИТ-платформы для сохранения ядерных знаний. Использование потенциала МАГАТЭ, в том числе через технические проекты или образовательный проект PGEC

³Хиогская рамочная программа действий на 2005–2015 годы [Электронный ресурс]. Создание потенциала противодействия бедствиям на уровне государств и общин. URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/hyogoframework.shtml (дата обращения: 17.05.2025).

⁴Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий на 2015–2030 гг. [Электронный ресурс]. URL: https://www.unisdr.org/files/43291_russiansendaiframeworkfordisasterri.pdf (дата обращения: 17.05.2025).

Окончание табл. 1

Ending table 1

	Приоритет ХПД	Общие подходы для формирования механизмов управления рисками	Реализация в Республике Беларусь
4	Снижение исходных факторов риска	Оценка действующих и потенциальных рисков с использованием принципа обоснования деятельности, ранжирование рисков, выявление территорий повышенного риска, выявление факторов уязвимости с оценкой их синергетического эффекта	Оценка радиологических/радиоэкологических рисков на стадии планирования деятельности (например, ОВОС), прогнозирование возникновения рисков, их взаимодействия с факторами уязвимости физического, социального, экономического и экологического характера, ранжирование рисков, мониторинг чрезвычайных ситуаций и радиационный мониторинг окружающей среды
5	Усиление готовности к бедствиям для эффективного реагирования на всех уровнях	Организация эффективного реагирования на всех уровнях, включая проведение оценки риска и инвестирование в сферу развития	Реализация государственных программ по обеспечению радиационной безопасности в различных типах ситуаций облучения, в том числе в рамках ГСЧС, национальные, отраслевые и объектовые планы реагирования на ЧС, например, Внешний и внутренний План реагирования на аварийную ситуацию на Белорусской АЭС, противоаварийные тренировки на ОИАЭ и др. Поддержание сил и средств реагирования на ЧС на постоянной основе (материальные, финансовые и людские ресурсы)

Анализ приоритетов ХПД применительно к Республике Беларусь показывает, что в настоящее время страна реализует все пять приоритетов, при этом общие подходы для механизмов управления рисками представлены в отдельных реализованных мероприятиях, например, сформированная нормативная правовая и нормативная правовая техническая база или Внешний и внутренний План реагирования на аварийную ситуацию на Белорусской АЭС.

Следует обратить внимание, что ранее Республика Беларусь стала участницей трех международных конвенций и одного договора, направленных на обеспечение ядерной и радиационной безопасности и способствующих выполнению приоритетов ХПД:

Конвенция об оперативном оповещении о ядерной аварии и Конвенция о помощи в случае ядерной аварии или радиационной ситуации (ратифицированы Указом Президиума Верховного Совета Республики Беларусь № 1216-XI от 18 декабря 1986 г.).

Конвенция о физической защите ядерного материала (ратифицирована Постановлением Президиума Верховного Совета № 2381-ХП от 14 июня 1993 г.).

Договор о нераспространении ядерного оружия (ратифицирован Постановлением Верховного Совета Республики Беларусь № 2166-XI от 04 февраля 1993 г.) и др.

Следует признать, что как на глобальном, так и национальном уровнях ХПД носит общий характер и необходимы дальнейшие усилия по организации эффективно действующей системы формирования и совершенствования потенциала противодействию опасностям и бедствиям, в том числе радиологического и радиоэкологического характера, с учетом изменяющегося состава угроз и рисков в сфере ОРБ.

Дальнейшим развитием Хиогской рамочной программы действий стала «Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий на 2015–2030 гг. (далее – СРП)⁵.

За время реализации ХПД Республика Беларусь, как и другие страны, укрепила свой потенциал по управлению рисками бедствий в сфере ОРБ. При этом следует отметить, что на международном уровне эта деятельность продолжалась в тесном взаимодействии с МАГАТЭ, которое как часть ООН, последовательно включала в практику основные принципы управления бедствиями, особенно в части оценки радиологических/радиоэкологических рисков, раннего оповещения, внедрения инноваций и принципов культуры безопасности, сохранения ядерных знаний, повышения готовности к аварийным ситуациям на ОИАЭ.

⁵Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий на 2015–2030 гг. [Электронный ресурс]. URL: https://www.unisdr.org/files/43291_russiansendaiframeworkfordisasterri.pdf (дата обращения: 17.05.2025).

Однако результаты деятельности по реализации ХПД приводят к выводу, что наиболее эффективным является системное внедрение превентивного подхода, что означает повышение роли прогнозирования риска бедствий для последующего планирования защитных мероприятий.

За счет систематической работы по мониторингу и ранжированию многообразных действующих и потенциальных рисков такой подход позволяет фокусировать усилия по укреплению потенциала противодействия бедствиям на наиболее значимых рисках и угрозах, что повышает его действенность и эффективность.

Отметим, что СРП вводит новые подходы по классификации и оценке бедствий: мелкомасштабные и крупномасштабные, регулярные и нерегулярные, внезапные и замедленные, которые, например, играли значительную роль в формировании причин/рисков возникновения катастрофы на Чернобыльской АЭС и имеют определение «ползучие» катастрофы, обусловленные «организационными» рисками [6; 7].

Республика Беларусь, которая сталкивается со специфическими трудностями в виде радиологических и радиоэкологических последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС, на протяжении длительного периода имеет научную, техническую и гуманитарную поддержку в рамках международных конвенций и двух- и многосторонних договоров.

В целом, СРП определяет семь глобальных целевых задач, две из которых непосредственно затрагивают сферу обеспечения радиационной защиты и безопасности⁶.

Так, для реализации глобальной задачи (d) СРП, которая предусматривает к 2030 г. значительное уменьшение ущерба, причиняемого важнейшим объектам инфраструктуры, а также уменьшение ущерба в виде нарушения работы критической инфраструктуры, включая медицинские учреждения, необходимы существенные усилия по укреплению потенциала противодействия бедствиям.

В Республике Беларусь сфере ОРБ укрепление потенциала включает формирование институциональной базы в сфере государственного управления, здравоохранения, науки и образования в виде нормативной и нормативной технической базы, развитие способности противодействия на местном и региональном уровнях, поддержание критической инфраструктуры, формирование сил и средств реагирования материальных, финансовых и людских и иных резервов в виде государственной системы реагирования на чрезвычайные ситуации и иных государственных программ, что реализуется в рамках формирования механизмов управления рисками (табл.).

Для реализации глобальной задачи (g) СРП к 2030 г. необходимо значительно улучшить ситуацию с наличием систем раннего оповещения, охватывающих разные виды угроз, и расширить доступ заинтересованных информационных групп, в первую очередь, населения, к информации и оценкам относительно риска бедствий.

В настоящее время в Республике Беларусь созданы и успешно функционируют автоматические системы раннего выявления и оповещения о радиоактивном загрязнении окружающей среды в 100 км зонах Чернобыльской, Игналинской, Ровенской и Смоленской АЭС, а также в зоне наблюдения Белорусской АЭС. Информация присутствует общем доступе в режиме on-line с использованием современных коммуникативных IT-технологий [3; 4; 8].

Однако в Республике Беларусь отсутствует удовлетворительное практическое разрешение проблемы оценки и ранжирования рисков в сфере ОРБ, которые бы обеспечили выполнение глобальной задачи (g) СРП в части научно-обоснованных оценок в условиях меняющегося состава угроз и рисков. В настоящее время разработана и представлена методология оценки и ранжирования рисков в сфере ОРБ применительно к условиям, однако она должна выполняться на системной основе [3; 4].

К большим достоинствам СРП следует отнести то обстоятельство, что впервые были разработаны и предложены для использования в общественной практике экономические аспекты и руководящие принципы управления рисками бедствий, которые имеют деление на международный, национальный и местный уровни. Кроме того, СРП предложила общие подходы к организации деятельности в сфере снижения рисков бедствий, которые далее представлены на рисунке в виде общего алгоритма действий по управлению рисками в сфере ОРБ в Республике Беларусь.

СРП предлагает четыре основных приоритетных направления деятельности по управлению рисками. Проведем анализ этих направлений применительно к практике обеспечения радиационной защиты и безопасности в Республике Беларусь, принимая положения СРП в качестве международных рекомендаций и рассматривая практику ОРБ на национальном, региональном и объектовом уровнях. Отметим, что содержательная часть приоритетов СРП между собой весьма близка, поэтому и результаты анализа по отдельным приоритетам будут дополнять друг друга.

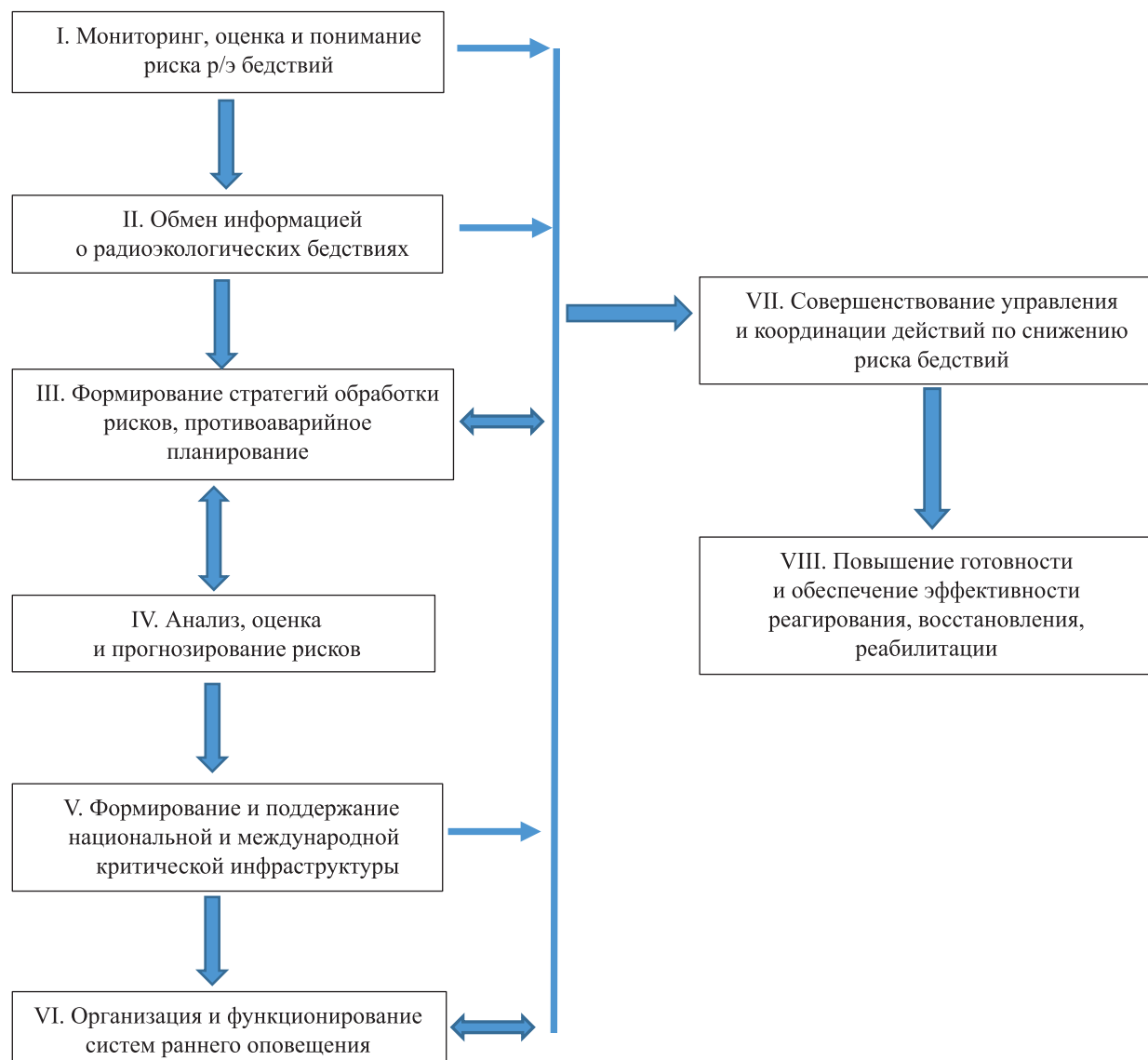
⁶Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий на 2015–2030 гг. [Электронный ресурс]. URL: https://www.unisdr.org/files/43291_russiansendaiframeworkfordisasterri.pdf (дата обращения: 17.05.2025).

Приоритет 1. Понимание риска бедствий (блоки I и IV Алгоритма)

Для эффективного противодействия бедствиям необходимо обеспечить оценку угроз и рисков в сфере ОРБ на постоянной основе с оценкой уязвимости объектов защиты до наступления событий и предотвращения бедствий или смягчения их последствий через разработку и реализацию надлежащих мер.

Формирование и реализация такого подхода в Республике Беларусь позволит обеспечить социально-приемлемый уровень ОРБ в различных условиях/типах ситуаций облучения на средне- и долгосрочную перспективу.

Приоритетное направление 2. Совершенствование организационно-правовых рамок управления риском бедствий (блоки II, III и VII Алгоритма)



Алгоритм действий по управлению рисками в сфере ОРБ в Республике Беларусь

Algorithm of actions for risk management in the field of radiation safety in the Republic of Belarus

Огромное значение для эффективного и действенного управления рисками в сфере ОРБ имеет организационно-правовая основа деятельности по снижению рисков бедствий на национальном, региональном и глобальном уровнях^{7, 8}.

⁷Закон Республики Беларусь от 26 мая 2012 г. № 385-З О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС [Электронный ресурс]. URL: <https://etalonline.by/document/?regnum=h11200385> (дата обращения: 24.04.2025).

⁸Закон Республики Беларусь от 6 января 2009 г. № 9-З О социальной защите граждан, пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС, других радиационных аварий [Электронный ресурс]. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. Минск. URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=H10900009> (дата обращения: 24.04.2025).

В Республике Беларусь разработаны и действуют необходимые стратегии противодействия рискам на национальном уровне, включающие конкретные планы и мероприятия, например, Внешний и внутренний аварийный для Белорусской АЭС или «Стратегия обращения с радиоактивными отходами в Республике Беларусь»⁹, определяющие компетенции отдельных органов государственного управления в сфере ОРБ и их координация на уровне отдельных секторов экономики и между секторами, а также участие соответствующих заинтересованных сторон – субъектов экономики.

Совершенствование организационно-правовых рамок деятельности по снижению радиологических и радиоэкологических рисков в части предотвращения, смягчения и минимизации последствий, обеспечения готовности, реагирования, восстановления и реабилитации имеет важное значение и способствует развитию сотрудничества и взаимодействия между различными механизмами и институтами в контексте осуществления положений документов, касающихся снижения риска бедствий для обеспечения устойчивого развития. Такая задача должна иметь соответствующее научное сопровождение и реализовываться в рамках государственных, отраслевых и местных программ.

Приоритетное направление 3. Инвестиции в меры по снижению риска бедствий в целях укрепления потенциала противодействия (блоки V и VI Алгоритма)

Для укрепления потенциала противодействия радиоэкологическим рискам для обеспечения радиационной защиты и безопасности человека (население и персонал) в экономической, социальной, медицинской и культурной областях, их имущества и окружающей среды необходимы государственные инвестиции в предотвращение и снижение риска в виде:

- научно-практического обоснования деятельности в сфере использования ядерной энергии и противодействия сопровождающим эту деятельность рискам;
- формирования необходимых сил и средств аварийного реагирования.

Такие инвестиции эффективны с точки зрения оптимизации затрат, играют важную роль в спасении жизни людей, предотвращении и сокращении потерь и успешном восстановлении и реабилитации объектов экономики и окружающей среды. Использование современных инновационных технологий способствует появлению новых «точек роста» в смежных отраслях экономики, науки и образования, обеспечивает более высокий уровень защиты и безопасности, способствует созданию новых рабочих мест и при оптимальном использовании доступных финансовых и трудовых ресурсов [8]. Важно, что инвестирование в формирование научно-технического потенциала для внедрения современных IT и AI- технологий, позволяет совершенствовать системы раннего оповещения в рамках системы радиационного мониторинга, что, наряду с превентивным подходом, является одним из важнейших приоритетов противодействия бедствиям, в том числе радиоэкологическим.

Приоритетное направление 4. Повышение готовности к бедствиям для обеспечения эффективного реагирования и внедрение принципа «сделать лучше, чем было» в деятельность по восстановлению, реабилитации и реконструкции (блоки II, IV и VIII Алгоритма)

Неуклонное повышение риска бедствий, в том числе радиоэкологических, усиление уязвимости человека и объектов окружающей среды и экономики в сочетании с уроками, извлеченными из бедствий прошлых лет, указывает на необходимость продолжать укреплять деятельность по обеспечению готовности к бедствиям в рамках реагирования на них, принимать упреждающие меры в ожидании таких событий, объединять меры по снижению риска бедствий с мерами по подготовке к реагированию и обеспечивать наличие потенциала для эффективного реагирования и восстановления на всех уровнях.

Практическая деятельность на примере Республики Беларусь по минимизации последствий радиоэкологического бедствия (катастрофы на Чернобыльской АЭС) демонстрирует, что этап восстановления, реабилитации и реконструкции имеет решающее значение для осуществления принципа «сделать лучше, чем было», в том числе посредством объединения мер по снижению риска бедствий с мерами по дальнейшему социально-экономическому развитию. Таким примером может служить Государственные программы по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2021–2025 годы¹⁰, которые предусматривают опережающее социально-экономического развития территорий, пострадавших после катастрофы на Чернобыльской АЭС, предусматривают строительство систем централизованного водоснабжения и газификацию сельских населенных пунктов, расширение сети квалифицированного медицинского обслуживания, меры по повышению производительности в сельском хозяйстве, которые призваны обеспечить приемлемый уровень радиационной защиты и безопасности, а с другой стороны,

⁹Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 22 марта 2018 г. n 211 Об утверждении плана защитных мероприятий при радиационной аварии на белорусской атомной электростанции (внешнего аварийного плана) [Электронный ресурс]. URL: https://gosatomnadzor.mchs.gov.by/upload/iblock/6b5/sovmin_211_20180322.pdf (дата обращения: 24.04.2025).

¹⁰Государственная программа по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2021–2025 годы [Электронный ресурс]. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. Минск. URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100159> (дата обращения: 24.04.2025).

решают социально-бытовые проблемы населения и повышают социальную приемлемость существующих радиологических и радиоэкологических рисков¹¹.

Следует отметить, что, используя подход «снизу – вверх», предпочтительной представляется стратегия постоянной готовности к противодействию каждому бедствию до возникновения самого бедствия. Однако в условиях неопределенности, при отсутствии выделенных приоритетных источников бедствий с учетом их потенциального экономического и социального ущерба, способность противодействия бедствиям резко уменьшается и, соответственно, многочисленные разрозненные меры и недостаточные ресурсы не позволяют обеспечить ОРБ по всей стране, но в состоянии решить проблему на объектовом, локальном или отраслевом уровне.

Для решения проблем на национальном уровне необходимо сочетание подходов «сверху – вниз» и «снизу – вверх», что позволяет выделить критические элементы общей системы противодействия рискам в части:

- формирования научно обоснованных оценок рисков возникновения бедствий с ранжированием их по степени риска (**RR**) с учетом потенциального ущерба с заданной периодичностью;
- эффективно действующей системы наблюдений и прогноза – систем мониторинга, включая системы раннего оповещения.

СРП особое внимание уделяет деятельности различных сторон, которые являются участниками событий как действующие силы по изучению природы бедствий, научной поддержке мероприятий по предотвращению и минимизации / ликвидации последствий бедствий, а также информационному обеспечению безопасности.

В этом контексте роль заинтересованных сторон в обеспечении радиационной защиты и безопасности может рассматриваться в следующих аспектах: научное и информационное сопровождение.

В Республике Беларусь научное сопровождение такой деятельности возложено на академические, научные и исследовательские организации, например, Институт радиобиологии НАН Беларуси, Республиканский центр по гидрометеорологии, мониторингу и радиационному контролю, Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности, Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова Белорусского государственного университета, иные организации научно-технической поддержки в сфере ядерной и радиационной безопасности¹².

Эти организации взаимодействуют между собой для предоставления государственным регуляторам в сфере ядерной и радиационной безопасности (министерства Республики Беларусь по чрезвычайным ситуациям, здравоохранения и природных ресурсов и охраны окружающей среды) текущих и прогнозных оценок состояния безопасности, в том числе окружающей среды, основанных на мониторинге факторов формирования, возникновения и проявления радиологических и радиоэкологических рисков.

Согласно СРП, для обеспечения эффективности таких оценок необходимо применять сценарные подходы для прогнозирования возникновения рисков, включая назревающие риски бедствий в среднесрочной и долгосрочной перспективе, в различных типах ситуаций облучения для последующего противоаварийного планирования с обязательным условием рационального использования доступных ресурсов.

Понятно, что реализация этих задач невозможна без создания эффективной системы управления рисками, в которую в качестве необходимого условия/компонента входят системы мониторинга, действующие в Республике Беларусь – мониторинг чрезвычайных ситуаций, радиационный мониторинг окружающей среды в составе НСМО, радиационно-гигиенический мониторинг, а также системы раннего оповещения.

Учитывая важность социальных последствий радиологических и радиоэкологических бедствий, особое значение приобретает деятельность в сфере информационного обеспечения. Она может быть разделена на две категории: с одной стороны, сбор, обработка, в том числе прогнозирование, анализ, хранение и передача информации о состоянии и загрязнении окружающей среды, с другой – представление оценок состояния и прогнозов радиационной обстановки различным информационным группам [8; 9]. Первая часть реализуется на уровне функционирования систем мониторинга и решается научно-техническими способами, например, внедрение автоматизированных или автоматических систем раннего оповещения, вторая часть решает социальные задачи, однако основывается на результатах систем мониторинга и воплощается помощью современных коммуникационных технологий.

¹¹ Государственная программа по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2021–2025 годы [Электронный ресурс]. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. Минск. URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100159> (дата обращения: 24.04.2025).

¹² Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 02.12.2016 № 991 «Об оказании научно-технической поддержки Министерству по чрезвычайным ситуациям в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности» [Электронный ресурс]. URL: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/http://pda.government.gov.by/upload/docs/file6f7e813daae7896c.pdf> (дата обращения: 24.04.2025).

В этом контексте средства массовой информации играют значительную роль на местном, национальном, региональном и глобальном уровнях, содействуют более глубокому осознанию и пониманию общественностью этих проблем и распространяют достоверную неконфиденциальную информацию о рисках, угрозах и радиологических и радиоэкологических бедствиях и их последствиях, а также о мерах для ОРБ.

При этом важно, что для каждой информационной группы форма представления должна иметь свои особенности, как это показано в [8]. Такая деятельность эффективна в интересах снижения риска бедствий, принятия защитных мер по спасению жизни людей; формирования культуры безопасности и предотвращения или минимизации последствий радиологических или радиоэкологических бедствий, например, своевременное проведение йодной профилактики в случае радиационной аварии на АЭС.

Отметим, что для информирования населения через СМИ широко используется Международная шкала ядерных событий (International Nuclear Event Scale – INES), которая разработана МАГАТЭ для оценки событий, связанных с аварийными радиационными выбросами в окружающую среду на атомных станциях и иных установках, промышленного, научного и других видов использования ядерной энергии в мирных целях, которые могут привести или привели к радиологическим/радиоэкологическим бедствиям.

Заключение

Для решения крупной комплексной государственной задачи противостояния радиоэкологическим бедствиям и обеспечения радиационной безопасности населения и окружающей среды на социально-приемлемом уровне необходимо иметь научно обоснованные подходы к осуществлению деятельности в части разработки стратегий, программ и руководящих документов для выявления источников радиоэкологических рисков в целях последующего формирования и совершенствования национальной правовой и технической правовой базы, а также сил и средств аварийного реагирования.

Источники радиологических/радиоэкологических рисков и бедствий в течение последних десятилетий играют весьма существенную роль, а если учесть глобальные последствия испытаний и использования ядерного оружия, а также ядерных катастроф на Чернобыльской и Фукусимской АЭС, угроз трансграничного радиоактивного загрязнения вследствие аварий на ОИАЭ и в результате ядерного терроризма, то риски в сфере ОРБ многократно возрастают.

Анализ результатов деятельности по реализации ХПД приводят к выводу, что для обеспечения радиационной безопасности Республики Беларусь в настоящее время наиболее эффективным является системное внедрение превентивного подхода противостояния радиоэкологическим бедствиям природного и техногенного характера, что означает повышение роли их прогнозирования для последующего планирования защитных мероприятий.

Для эффективной деятельности в сфере обеспечения радиационной защиты и безопасности человека и окружающей среды необходимо иметь комплекс мер для эффективного противодействия радиоэкологическим бедствиям, который обеспечен необходимыми ресурсами в средне- и долгосрочной перспективе, иными словами, страна должна формировать и поддерживать на постоянной основе потенциал противодействия бедствиям, в том числе радиологическим/радиоэкологическим, который включает в себя механизмы управления радиологическими/радиоэкологическими рисками.

Особенностью применения рекомендаций Хиогской и Сендайской рамочных программ противодействия бедствиям радиоэкологического и радиоэкологического характера в Республике Беларусь является точечная реализация руководящих принципов и экономических аспектов управления деятельностью применительно к конкретным бедствиям, которые привели к ущербу в социуме, в том числе в экономике и окружающей среде.

В долгосрочной перспективе на основе разработанного Алгоритма действий по управлению рисками в сфере ОРБ в Республике Беларусь необходимо на постоянной основе поддерживать функционирование следующих механизмов управления радиологическими/радиоэкологическими рисками:

а) осуществлять мониторинг радиологических и радиоэкологических рисков с последующей оценкой и ранжированием по степени риска, в том числе мониторинг природных и техногенных факторов уязвимости с использованием НСМОС, систем мониторинга чрезвычайных ситуаций и санитарно-гигиенического мониторинга;

б) обеспечить эффективное функционирование системы радиационного мониторинга (наблюдения, оценка и прогноз радиационной обстановки, картирование), в том числе с использованием ИТ- и ИА-технологий;

в) обеспечить функционирование системы раннего оповещения о радиологических угрозах, рисках и бедствиях, в том числе с использованием ИТ- и ИА-технологий;

г) обеспечить научное и информационное сопровождение деятельности по управлению рисками и обеспечению радиационной безопасности.

Для достижения указанных целей необходимо дальнейшее совершенствование и повышение эффективности системы радиационного мониторинга и прогноза радиационной обстановки, а также систем раннего оповещения, учитывая все известные действующие и потенциальные угрозы.

Библиографические ссылки

1. Алексахин РМ, Булдаков ЛА, Губанов ВА и др. *Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры*. Москва: ИздАТ; 2001. 752 с.
2. Международное агентство по атомной энергии. International Atomic Energy Agency (IAEA) [Интернет, процитировано 24 апреля 2025]. URL: <https://www.iaea.org>.
3. Герменчук МГ, Цыбулько НН. Основные механизмы управления рисками в сфере радиационной безопасности и мониторинг окружающей среды. *Вестник Брестского государственного технического университета. Геоэкология*. 2024;1(133):160–168. <https://doi.org/10.36773/1818-1112-2024-133-1-160-168>.
4. Герменчук МГ, Цыбулько НН, Шалькевич ПК, Дашкевич ТВ. Динамика состава радиационной обстановки и ранжирование радиоэкологических рисков в Республике Беларусь. *Вестник Брестского государственного технического университета*. 2024;2(134):136–145. <https://doi.org/10.36773/1818-1112-2024-134-2-136-145>.
5. Germenchuk MG. Problems of risk management in the radiation safety in the republic of Belarus in different situations. *Вестник Брестского государственного технического университета*. 2024;3(135):109–116. <https://doi.org/10.36773/1818-1112-2024-135-3-109-116>.
6. Авдоткин ВП, Дзыбов ММ, Самсонов КП. *Оценка ущерба от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера*. Москва: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ); 2012. 468 с.
7. Титович АА. *Менеджмент риска и страхования*. 2-е издание. Минск: Вышэйшая школа; 2011. 289 с.
8. Герменчук МГ. *Радиационный мониторинг окружающей среды*. Минск: Вышэйшая школа; 2021. 278 с.
9. Дашкевич ТВ, Герменчук МГ. Научно-методическое обоснование оценки радиоактивного загрязнения окружающей среды. *Экологический вестник*. 2012;1:32–38.

References

1. Aleksahin RM, Buldakov LA, Gubanov VA, et al. *Kрупnye radiacionnye avarii: posledstviya i zashchitnye mery* [Major radiation accidents: consequences and protective measures]. Moscow: IzdAT; 2001. 752 p. Russian.
2. Mezhdunarodnoe agentstvo po atomnoj energii. International Atomic Energy Agency (IAEA) [Internet, cited 2025 April 24]. Available from: <https://www.iaea.org>.
3. Germenchuk MG, Tsybulko NN. *Osnovnye mekhanizmy upravleniya riskami v sfere radiacionnoj bezopasnosti i monitoring okruzhayushchej sredy* [Scientific and methodological substantiation of the assessment of radioactive contamination of the environment monitoring]. *Vestnik Brestskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Geoekologiya*. 2024;1(133):160–168. <https://doi.org/10.36773/1818-1112-2024-133-1-160-168>. Russian.
4. Germenchuk MG, Tsybulko NN, Shalkevich PK, Dashkevich TV. *Dinamika sostava radiacionnoj obstanovki i ranzhirovanie radioekologicheskikh riskov v Respublike Belarus* [Dynamics of the composition of the radiation situation and ranking of radioecological risks in the Republic of Belarus]. *Vestnik Brestskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2024;2(134):136–145. <https://doi.org/10.36773/1818-1112-2024-134-2-136-145>. Russian.
5. Germenchuk MG. Problems of risk management in the radiation safety in the republic of Belarus in different situations. *Vestnik Brestskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2024;3(135):109–116. <https://doi.org/10.36773/1818-1112-2024-135-3-109-116>. English.
6. Avdot'in VP, Dzybov MM, Samsonov KP. *Ocenka ushcherba ot chrezvychajnykh situacij prirodnogo i tekhnogenogo haraktera* [Assessment of damage from natural and man-made emergencies]. Moscow: FGBU VNII GOCHS (FC); 2012. 468 p. Russian.
7. Titovich AA. *Menedzhment riska i strahovaniya*. 2-e izdanie [Risk and Insurance Management]. Minsk: Vyshejschaya shkola; 2011. 289 p. Russian.
8. Germenchuk MG. *Radiacionnyj monitoring okruzhayushchej sredy* [Radiation monitoring of the environment]. Minsk: Vyshejschaya shkola; 2021. 278 p. Russian.
9. Dashkevich TV, Germenchuk MG. *Nauchno-metodicheskoe obosnovanie ocenki radioaktivnogo zagryazneniya okruzhayushchej sredy* [Scientific and methodological substantiation of the assessment of radioactive contamination of the environment]. *Ekologicheskij vestnik*. 2012;1:32–38. Russian.

Статья поступила в редакцию 20.05.2025.
Received by editorial board 20.05.2025.