

ЛИТЕРАТУРА

1. Atomic Keeper – Automated nuclear material account and control system [Электронный ресурс] : Applied systems. – URL: <http://www.appsys.net/en/products/atomickeeper> (дата обращения: 28.02.2019).
2. NUCMAT HELP [Электронный ресурс]. – URL: http://www.nucmat.com/NUCMAT_help/index.htm. (дата обращения: 28.02.2019).
3. Кузнецов, В. Н. Учет и контроль ядерных материалов на Игналинской АЭС [Электронный ресурс] / В. Н. Кузнецов, С. Г. Монахов // Dysnai-2000. – URL: <http://www.dysnai.org/Reports/2000-2004/2000/4.pdf>. (дата обращения: 28.02.2019).
4. Хаджинов, Е. М., Вереничкова, М. С., Беспалый, А. А., Тереня, А. В. Автоматизированная система учета и контроля ядерных материалов «Atomic Keeper» // Свидетельство о регистрации компьютерной программы №1033. – Национальный центр интеллектуальной собственности РБ. – Дата подачи 26.03.2018. Дата регистрации 09.04.2018.

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ОБЕСПЕЧЕНИЮ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ: ИЕРАРХИЧЕСКАЯ МАТРИЦА НОРМАТИВНЫХ ПРАВОВЫХ АКТОВ «АВАРИЙНАЯ ГОТОВНОСТЬ И РЕАГИРОВАНИЕ»

SYSTEM APPROACH TO ENSURING RADIATION SAFETY: HIERARCHICAL MATRIX OF REGULATORY LEGAL ACTS «EMERGENCY PREPAREDNESS AND RESPONSE»

М. Г. Герменчук, Е. К. Нилова, А. А. Загороднюк
M. Germenchuk, E. Nilova, A. Zagorodnuk

*Центр по ядерной и радиационной безопасности МЧС Республики Беларусь,
г. Минск, Республика Беларусь
secnrs@mchs.gov.by
Center for Nuclear and Radiation Safety, Minsk, Republic of Belarus*

Проведен сравнительный анализ систем нормативно-правового регулирования в части аварийной готовности и реагирования Республики Беларусь и Российской Федерации с учетом требований Международного агентства по атомной энергии.

A comparative analysis of regulatory systems in terms of emergency preparedness and response of the Republic of Belarus and Russian Federation in accordance with requirements of the International Atomic Energy Agency was carried out.

Ключевые слова: радиационная безопасность, аварийная готовность и реагирование.

Keywords: radiation safety, emergency preparedness and response.

Для обеспечения социально-приемлемого уровня радиационной безопасности населения [1] и окружающей среды на национальном уровне, в том числе для эффективного аварийного реагирования, Республика Беларусь располагает широкой нормативной правовой и нормативной технической базой. Эта база начала формироваться как необходимый элемент обеспечения радиационной безопасности населения и окружающей среды после катастрофы на Чернобыльской АЭС. Разработанная для этих целей законодательная база позволяет обеспечить надлежащий уровень радиационной безопасности на территориях, подвергшихся «чернобыльскому» радиоактивному загрязнению.

Однако в последние годы появились новые угрозы и риски в области обеспечения радиационной безопасности, которые связаны с тремя причинами [2]. Во-первых, после катастрофы на Чернобыльской АЭС международное сообщество обращает особое внимание на необходимость создания эффективной системы аварийного планирования, во-вторых, события на АЭС Фукусима-1 еще раз подтвердили необходимость готовности к реагированию на радиоактивное загрязнение за счет переноса на дальние расстояния в трансграничном контексте, в-третьих, Беларусь приступила к строительству Белорусской АЭС. Следует также обратить внимание на рост опасности международного радиологического терроризма [3].

Внешний аварийный план Республики Беларусь должен обеспечить надлежащий уровень аварийной готовности с учетом изменяющегося состава рисков и угроз [4]. На этом этапе Республика Беларусь нуждается в современной нормативной правовой базе для эффективного управления аварийными ситуациями, построенной с учетом национального опыта, в соответствии с международными нормами и стандартами МАГАТЭ, а также практики Российской Федерации.

Научной основой эффективного аварийного планирования и реагирования является системный подход, основанный на постоянном анализе существующих и потенциальных рисков и угроз радиационной безопасности и оценки готовности системы реагирования на чрезвычайные ситуации. В Республике Беларусь на постоянной основе организован обмен информацией между тремя системами мониторинга: мониторинга окружающей среды, за который отвечает Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды (далее – Минприроды), мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, за который отвечает Министерство по чрезвычайным ситуациям (далее – МЧС) и социально-гигиенического мониторинга, за который отвечает Министерство здравоохранения (далее – Минздрав). Такая схема обмена позволяет оценивать как угрозы и риски (система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций), так и последствия их воздействия на человека и окружающую среду (системы мониторинга окружающей среды и социально-гигиенического мониторинга) (рис. 1).

Согласно Концепции национальной безопасности Республики Беларусь, основными потенциальными либо реально существующими угрозами в радиоэкологической сфере являются: «возникновение на территории Республики Беларусь, либо вблизи ее границ, крупномасштабных чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, радиоактивное загрязнение почв, земель, вод, недр, растительности и атмосферы» [5].

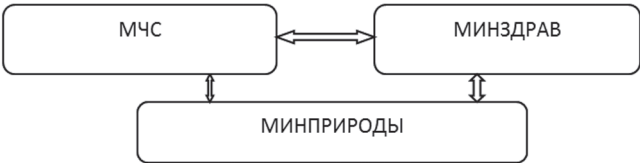


Рисунок 1 – Структурная схема обмена информацией

Эти угрозы имеют долгосрочный характер и реально реализовались, например, во время испытаний ядерного оружия в окружающей среде в период 1944–1982 гг., катастрофы на Чернобыльской АЭС в 1986 году, катастрофы на Фукусимской АЭС в 2011 году, и сохраняют свой статус потенциальных угроз вследствие того, что вокруг границ страны две действующие АЭС (Ровенская и Смоленская), а также Чернобыльская и Игналинская АЭС, которые не являются действующими, но продолжают оставаться источником угрозы и радиационной опасности (рис. 2). Белорусская АЭС также рассматривается как потенциальный источник угрозы радиационной безопасности.



Рисунок 2 – Зоны влияния на территорию Республики Беларусь приграничных АЭС [2]

Угрозы и риски радиационной безопасности подразделяются на внутренние и внешние. Основными внутренними источниками угроз и рисков являются:

- высокое радиоактивное загрязнение окружающей среды вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС;
- объекты хранения и захоронения радиоактивных отходов на территории страны (в том числе, объект «Эко-рес», могильники радиоактивных отходов дезактивации в зонах «чернобыльского» загрязнения и т. д.);

- Белорусская АЭС;
- источники ионизирующего облучения (ИИИ), в том числе, утерянные;

Основными внешними источниками угроз и рисков радиационной безопасности являются:

- трансграничный перенос загрязняющих веществ на территорию Республики Беларусь воздушными и водными потоками (transnational emergency);
- международный ядерный терроризм;
- перемещение через территорию страны радиоактивных материалов, в том числе несанкционированное;
- размещение вблизи границ Беларуси крупных экологически, в том числе радиационно-опасных объектов и угроза возникновения на них ядерной или радиологической аварийной ситуации (nuclear or radiological emergency);
- захоронение ядерных отходов на сопредельных территориях (waste storage, disposal and disposition).

Примерами реализации этих угроз являются: объекты захоронения радиоактивных отходов на промышленной площадке Чернобыльской АЭС (Украина), объекты для захоронения радиоактивных отходов разной степени опасности на промышленной площадке Игналинской атомной электростанции в Литве (ИАЭС) и т. д.

Схема управления рисками радиационной безопасности предполагает, что оценки уязвимости, существующей и планируемой деятельности, анализ и определение рисков и, главное, возможных вариантов их снижения, требуют комплекса мер по предупреждению и нейтрализации этих угроз и рисков (рис. 3).

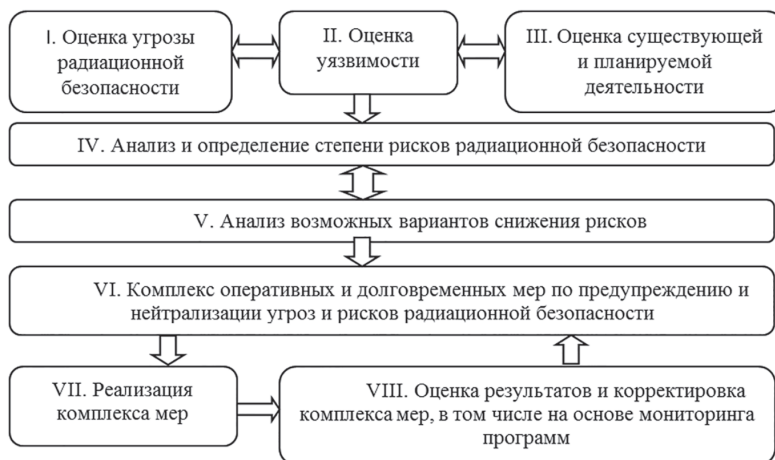


Рисунок 3 – Схема управления рисками радиационной безопасности

Важно отметить, что «Комплекс оперативных и долговременных мер по предупреждению и нейтрализации угроз и рисков радиационной безопасности», помимо других мер, например, функционирования системы радиационного мониторинга окружающей среды, включает в себя мероприятия по аварийному реагированию (emergency response arrangements), а также систему нормативных правовых актов в области аварийной готовности.

Для совершенствования системы нормативных правовых актов в области аварийной готовности необходимо провести анализ национальной и международной нормативной правовой базы, учесть опыт реагирования на чрезвычайные ситуации в прошлом с выявлением недостатков системы: аварии на АЭС Три-Майл-Айланд, Чернобыльской и Фукусимской АЭС, аварии в Гоянии и т. д.

Анализ показывает, что необходимо предусмотреть и выстроить адекватную нормативную базу, используя подход «сверху вниз»: от указов и законов в области лицензирования, обеспечения радиационной и ядерной безопасности и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера до нормативных технических актов, определяющих порядок проведения выполнения измерений, сбора, обработки и передачи информации и инструкций по аварийной готовности и реагированию. При этом следует учесть опыт создания такой базы в других странах, прежде всего в Российской Федерации, Украине и Армении, а также рекомендации МАГАТЭ.

В рамках проведения системного анализа нормативных документов Республики Беларусь и Российской Федерации, регламентирующих обеспечение радиационной безопасности в части аварийной готовности и реагирования, с учетом требований МАГАТЭ сформирована иерархическая матрица нормативных правовых актов «Аварийная готовность и реагирование» (далее – иерархическая матрица).

Основными нормативными документами международной системы аварийной готовности и реагирования являются Конвенция об оперативном оповещении о ядерной аварии и Конвенция о помощи в случае ядерной аварии или радиационной аварийной ситуации. В дополнение к ним действует целый ряд стандартов безопасности, процедур, протоколов и методик, подготовленных МАГАТЭ.

Требования безопасности МАГАТЭ по аварийной готовности и реагированию представлены в документе «Готовность и реагирование в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации» (GSR Part 7) [6], разработанном МАГАТЭ совместно с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН (FAO), Международной организацией труда (ILO), Управлением по ядерной энергии Организации экономического сотрудни-

чества и развития (OECD/NEA), Панамериканской организацией. Как и в любой стране-участнице, являющейся членом МАГАТЭ, в Республике Беларусь национальная система аварийной готовности и реагирования учитывает требования к обеспечению необходимого уровня готовности и реагирования на ядерную или радиационную аварийную ситуацию GSR Part 7.

Реализация требований GSR Part 7 обеспечивается двумя руководствами по безопасности – «Организация готовности к ядерной или радиационной аварийной ситуации» (GS-G-2.1) [7] и «Критерии для использования при подготовке и реагировании в случае ядерной или радиационной аварии» (GSG-2) [8], разработанными МАГАТЭ совместно с FAO, ILO, PAHO, OCHA и WHO.

Указанные руководства по безопасности являются документами, поясняющими требования GSR Part 7, например, рекомендуемые размеры аварийных зон, общие и эксплуатационные критерии принятия защитных и других мер и пр.

МАГАТЭ также разработаны технические регламенты и руководства по эксплуатации, облегчающие применение стандартов безопасности. Они касаются широкого спектра технических вопросов, с которыми сталкиваются специалисты при планировании и выполнении противоаварийных действий [6].

План управления радиационными авариями для международных организаций JPLAN, представляющий собой комплексный межведомственный механизм, определяет рамки межведомственной системы аварийной готовности и реагирования, определяет методы координации действий с четким определением обязанностей и возможностей участвующих международных организаций при подготовке и реагировании на ядерную или радиационную аварийную ситуацию, что учтено в нормативных правовых актах Республики Беларусь.

В матрице нормативно-правовых актов для Республики Беларусь в иерархическом порядке представлены четыре уровня документов в части аварийной готовности и реагирования в сравнении с системами нормативно-правового регулирования Российской Федерации и рекомендаций МАГАТЭ (рис. 4).



Рисунок 4 – Схематическое представление иерархической матрицы нормативных правовых актов «Аварийная готовность и реагирование»

При формировании иерархической матрицы учтены также актуализированные документы МАГАТЭ, проанализированные в рамках Module 16 «Emergency preparedness and response» проекта «Basic Professional training course», организованном МАГАТЭ.

При анализе системы нормативного правового регулирования Российской Федерации учитывались результаты выполнения проекта «Сравнительный анализ Белорусских и Российских регулирующих требований в области ядерной и радиационной безопасности атомных станций» (INSC project: BY3.01/13 (BE/RA/08)).

При выполнении анализа законодательной базы Республики Беларусь был учтен перечень нормативных правовых актов, в том числе технических нормативных правовых актов, не только связанных с вопросами аварийной готовности и реагирования, но и в целом направленных на обеспечение радиационной безопасности, в том числе при планировании радиационной защиты при инцидентах, включая проектные и запроектные аварии.

На основании использования системного подхода к обеспечению радиационной безопасности населения и территорий в части формирования нормативной правовой и нормативной технической базы можно сделать следующие выводы:

- иерархическую матрицу необходимо постоянно актуализировать с учетом новых угроз и рисков в области обеспечения радиационной безопасности;
- актуализацию необходимо осуществлять на основе постоянного **анализа** систем нормативного правового регулирования в части аварийной готовности и реагирования Российской Федерации, Республики Армения и требований МАГАТЭ;
- необходимо постоянно оценивать состояние и готовность системы реагирования на чрезвычайные ситуации актуальному составу действующих и потенциальных рисков и угроз, чтобы в полной мере отвечать требованиям

и критериям реагирования на чрезвычайные ситуации, и для обеспечения адекватной защиты работников, аварийно-спасательных служб, населения и окружающей среды в случае возникновения ядерной или радиационной чрезвычайной ситуации;

- иерархическая матрица нормативных правовых актов в режиме постоянных обновлений и дополнений является основой для анализа эффективности и совершенствования внешнего аварийного плана Белорусской АЭС, в том числе в трансграничном контексте.

ЛИТЕРАТУРА

1. О радиационной безопасности населения: закон Республики Беларусь, 5 янв. 1998 г. № 122-3 // Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2001. – 2/656.
2. Герменчук, М. Г. Управление системой радиационного мониторинга окружающей среды / М. Г. Герменчук. – Минск: МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ, 2018. – 132 с.
3. Глоссарий МАГАТЭ по вопросам безопасности. Терминология, используемая в области ядерной безопасности и радиационной защиты / Международное агентство по атомной энергии. – Вена, 2007. – 226 с.
4. Об утверждении плана защитных мероприятий при радиационной аварии на Белорусской атомной электростанции (внешнего аварийного плана): постановление Совета Министров Республики Беларусь, 22 март. 2018 г. № 211 // Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2018. – 5/44949.
5. Концепция национальной безопасности: указ Президента Республики Беларусь, 9 ноября 2010 г. № 575 // Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2010. – 1/12080.
6. Готовность и реагирование в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации / Общие требования безопасности МАГАТЭ GSR. – 2016. – Part 7. – 160 p.
7. Arrangements for Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency // IAEA Safety Standards Series. – 2007. – No. GS-G-2.1. – 159 p.
8. Критерии для использования при обеспечении готовности и реагирования в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации / Серия норм МАГАТЭ по безопасности № GSG-2. – 2011. – 132 p.

МИКРОСТРУКТУРА БЫСТРОЗАТВЕРДЕВШИХ ФОЛЬГ СПЛАВОВ Al – Sn MICROSTRUCTURE OF RAPIDLY SOLIDIFIED FOILS OF Al – Sn ALLOYS

О. В. Гусакова, А. Н. Скибинская, Ю. М. Шулья
O. Gusakova, H. Skibinskaya, Y. Shulya

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь
ol.gusakova@gmail.com*

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

Проведены исследования быстрозатвердевших фольг эвтектического и заэвтектических сплавов системы алюминий–олово. Установлено, что эвтектический и околоэвтектические сплавы характеризуются однородностью микроструктуры по толщине фольги, в то время как для заэвтектических наблюдается четко выраженная слоистость микроструктуры. Сравнительный анализ фольг и массивных образцов эвтектического сплава показал, что сверхбыстрая закалка приводит к существенному измельчению структурных составляющих по сравнению с традиционными методами.

Research of rapidly solidified foils of eutectic and hypereutectic alloys of the aluminum-tin system were carried out. It was determined that eutectic and near-eutectic alloys are characterized by homogeneity of the microstructure across the foil thickness, while for hypereutectic alloys well-defined lamination of the microstructure is observed. A comparative analysis of foils and massive samples of eutectic alloy showed that ultrafast hardening leads to a significant fining of structural components compared with traditional methods.

Ключевые слова: алюминий, олово, эвтектика, сверхбыстрая закалка.

Keywords: aluminum, tin, eutectic, rapid solidification.

Сплавы на основе алюминия с оловом получили широкое применение в качестве высокотемпературных припоев для пайки изделий из алюминия в различных отраслях промышленности в том числе и в атомной энергетике [1]. Однако такие сплавы, полученные традиционными методами, зачастую характеризуются недостаточной пластичностью и слабой сопротивляемостью коррозии, вызванными неоднородностью структуры, характерной для аномальных эвтектик.