



УДК: 621.039.586

DOI: 10.26277/SECNRS.2022.104.2.004

© 2022. Все права защищены.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА ОРГАНА РЕГУЛИРОВАНИЯ ПО ВОПРОСАМ АВАРИЙНОЙ ГОТОВНОСТИ

Курындин А. В.* , канд. техн. наук (kuryndin@secnrs.ru),
 Сорокин Д. В.* (sorokin@secnrs.ru),
 Шаповалов А. С.* (shapovalov@secnrs.ru),
 Поляков Р. М.* (rpolyakov@secnrs.ru),
 Пипченко Г. Р.* (pipchenko@secnrs.ru),
 Курбонмаматов А. Ш.* (kurbonmamadov@secnrs.ru)

Статья поступила в редакцию 9 июня 2022 г.

Аннотация

В соответствии с Федеральным законом от 21.11.1995 № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» организации научно-технической поддержки уполномоченного органа государственного регулирования безопасности осуществляют свою деятельность в целях совершенствования государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии, к которой, согласно документу МАГАТЭ «Организации научно-технической поддержки, оказывающие услуги в поддержку регулирующих функций» (IAEA-TECDOC-1835), относится, в том числе, и область аварийной готовности. При этом организацией научно-технической поддержки решаются задачи:

- развития и совершенствования нормативно-правовой базы по оперативной передаче информации, установлению в федеральных нормах и правилах в области использования атомной энергии требований к зонам планирования защитных мероприятий и иным направлениям аварийной готовности;
- прогнозирования развития аварий, возможных на объектах использования атомной энергии (ОИАЭ), в целях решения задач, стоящих перед уполномоченным органом государственного регулирования безопасности, и выполнения оценок радиационной обстановки, обусловленной такими авариями (в том числе в рамках противоаварийных учений и тренировок эксплуатирующих организаций), а также проведения экспертизы безопасности ОИАЭ или деятельности в области использования атомной энергии в рамках процедуры лицензирования по вопросам аварийной готовности.

ФБУ «НТЦ ЯРБ» является организацией, осуществляющей научно-техническую поддержку Ростехнадзора по реализации возложенных на него Правительством Российской Федерации полномочий, в том числе в части контроля за готовностью на ОИАЭ к действиям по ликвидации последствий возможных аварий на ОИАЭ.

В статье рассмотрена деятельность ФБУ «НТЦ ЯРБ» по научно-технической поддержке Ростехнадзора в области аварийной готовности, в том числе с учетом наилучших международных практик.

► **Ключевые слова:** Ростехнадзор, Информационно-аналитический центр, аварийная готовность, авария, МАГАТЭ.

* Федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности», Москва, Россия.

SCIENTIFIC AND TECHNICAL SUPPORT TO THE REGULATORY BODY FOR EMERGENCY PREPAREDNESS

Kuryndin A. V.*; Ph. D.,
Sorokin D. V.*,
Shapovalov A. S.*,
Polyakov R. M.*,
Pipchenko G. R.*,
Kurbonmamadov A. Sh.*

Article is received on June 9, 2022

Abstract

In accordance with Federal Law no. 170-FZ of 21.11.1995 “On the Use of Atomic Energy” technical and scientific support organizations of authorized bodies of state safety regulation carry out their activities in order to improve state regulation of safety in the use of atomic energy. These activities according to the IAEA document “Technical and Scientific Support Organizations Providing Support to Regulatory Functions” (IAEA-TECDOC-1835), include emergency preparedness tasks.

In doing so the following tasks are solved by technical and scientific support organizations:

- development and improvement of draft regulatory acts concerning the information transfer and the planning zones for protective actions and other aspects of emergency preparedness;*
- prediction the development of accidents, possible at nuclear facilities, in order to solve the tasks facing Rostekhnadzor, and assessing the consequences of such accidents (including in the framework of emergency drills and training), as well as reviewing and assessment of justified safety of nuclear facilities or activities in the field of nuclear energy use within the licensing procedure in terms of emergency preparedness.*

SEC NRS is a technical support organization of Rostekhnadzor for the implementation of the tasks assigned to Rostekhnadzor by the Government of the Russian Federation, including control of the readiness of nuclear facilities for actions to eliminate the consequences of possible accidents at nuclear facilities.

The article provides an overview of the activities of the SEC NRS on scientific and technical support of Rostekhnadzor in the field of emergency preparedness taking into account the best international practices.

► **Keywords:** *Rostekhnadzor; Information and analytical center; emergency preparedness, accident, IAEA.*

* Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety, Moscow, Russia.

Введение

В соответствии с [1] организации научно-технической поддержки (ОНТП) уполномоченного органа государственного регулирования безопасности осуществляют свою деятельность в целях совершенствования государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии, к которой, согласно [2], относится, в том числе, и область аварийной готовности. При этом ОНТП решаются задачи:

- развития и совершенствования нормативно-правовой базы по оперативной передаче информации, установлению в федеральных нормах и правилах в области использования атомной энергии (ФНП) требований к зонам планирования защитных мероприятий и иным направлениям аварийной готовности;
- прогнозирования развития аварий, возможных на объектах использования атомной энергии (ОИАЭ), в целях решения задач, стоящих перед уполномоченным органом государственного регулирования безопасности, и выполнения оценок радиационной обстановки, обусловленной такими авариями (в том числе в рамках противоаварийных учений и тренировок эксплуатирующих организаций), а также проведения экспертизы безопасности ОИАЭ или деятельности в области использования атомной энергии в рамках процедуры лицензирования по вопросам аварийной готовности.

Развитие и совершенствование системы федеральных норм и правил в части аварийной готовности

Формирование системы нормативных требований по аварийной готовности активно началось с аварии на Чернобыльской АЭС и представляло собой длительный эволюционный процесс. Ключевые этапы развития системы нормативных требований в этой части представлены на рис. 1.

Впервые требования к обеспечению аварийной готовности были установлены в [3] и обязывали эксплуатирующие организации атомных электростанций (АЭС) разработать и утвердить инструкции, регламентирующие действия персонала на случай аварий. В дальнейшем нормативное регулирование аварийной готовности получило развитие в рамках [4], в которых устанавливались требования к зонам планирования защитных мероприятий. Позднее законом [1] была установлена необходимость разработки и утверждения планов мероприятий

по защите персонала, в результате чего впервые были утверждены ФНП «Типовое содержание плана мероприятий по защите персонала в случае аварии на атомной станции» [5].

Как результат, к настоящему моменту Ростехнадзором при научно-технической поддержке ФБУ «НТЦ ЯРБ» сформирована система ФНП [6–14] и иных нормативных актов [15], регулирующих различные аспекты аварийной готовности, которая совершенствуется в рамках стратегического плана реализации «Концепция совершенствования нормативно-правового регулирования безопасности и стандартизации в области использования атомной энергии на 2021–2031 гг.» [16]. Упомянутые аспекты аварийной готовности и охваченные ФНП ОИАЭ показаны на рис. 2.

В последнее десятилетие важной вехой в формировании системы нормативных требований Российской Федерации послужила пост-миссия МАГАТЭ [17], проведенная в Российской Федерации в 2013 г. По ее результатам было подтверждено безусловное соответствие системы нормативных документов Российской Федерации положениям норм безопасности МАГАТЭ [18], тем не менее были обозначены и направления для дальнейшего совершенствования системы нормативных требований.

Ввиду того, что в ходе пост-миссии МАГАТЭ [17] уделялось значительное внимание учету уроков, извлеченных из аварии на АЭС «Фукусима-Дайичи», то пересмотру в первую очередь подверглись ФНП, требования которых распространяются на АЭС [6, 12]. При пересмотре указанных ФНП реализованы наилучшие международные подходы [19–21], касающиеся оперативной передачи информации, а также установления требований к зонам планирования защитных мероприятий. Кроме того, в [22] установлены требования к специальным техническим средствам по управлению запроектными авариями, неоспоримая значимость которых была продемонстрирована в [23].

Процесс совершенствования системы ФНП в части аспектов аварийной готовности затрагивает не только требования ФНП для АЭС, но также и ФНП, устанавливающие требования для других ОИАЭ. Так, для исследовательских ядерных установок (ИЯУ) разработаны новые ФНП [11], примером для которых послужили [6], отвечающие современным тенденциям в области аварийной готовности. Для ИЯУ впервые в рамках [10] установлены требования к зонам планирования защитных мероприятий, соответствующие стандартам МАГАТЭ [20].

Подверглись изменениям требования к аварийной готовности и для судов. В [24], помимо требований, регламентирующих мероприятия по защите персонала судна в случае возникновения

аварии, предусмотрены требования по оперативной передаче информации и срокам их оповещения об аварии по аналогии с требованиями для АЭС [6].

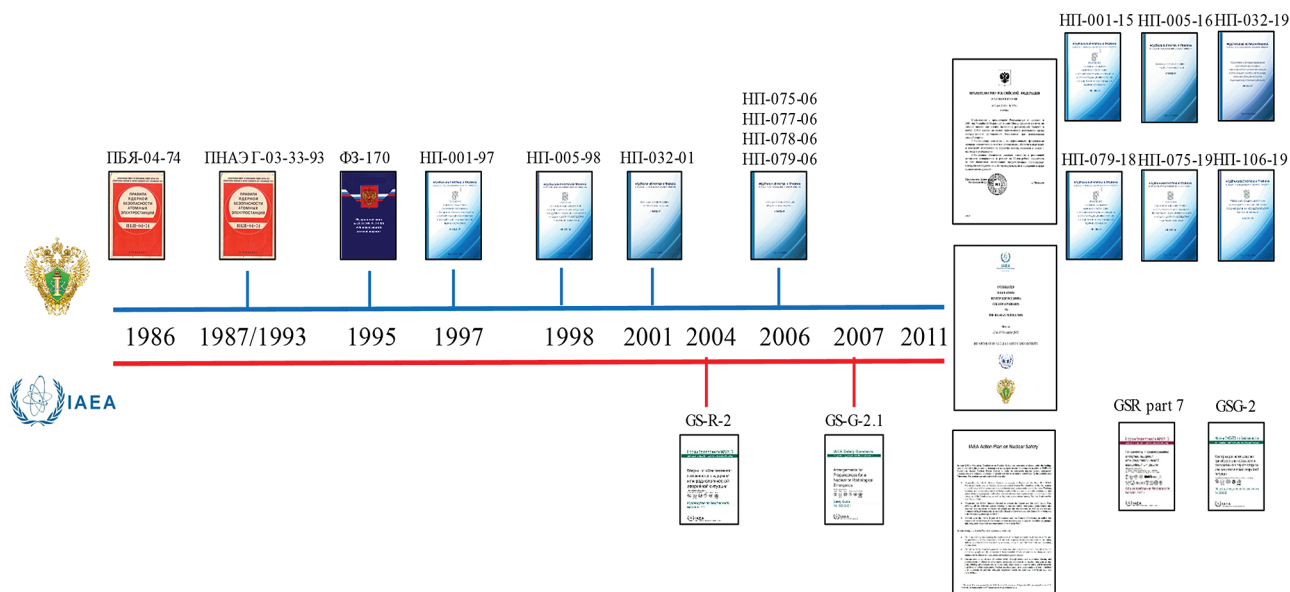


Рис. 1. Эволюция системы нормативных требований Российской Федерации в части аварийной готовности [Fig. 1. Evolution of the regulatory requirements system of the Russian Federation in terms of emergency preparedness]

- ✓ Требования к зонам планирования защитных мероприятий
- ✓ Критерии объявления состояний «Аварийная готовность» и «Аварийная обстановка»
- ✓ Требования по оперативной передаче информации
- ✓ Требования к содержанию планов мероприятий по защите персонала



Рис. 2. Различные аспекты обеспечения аварийной готовности в системе федеральных норм и правил в области использования атомной энергии

Примечание: ОИАЭ – объект использования атомной энергии, АЭС – атомная электростанция, ИЯУ – исследовательская ядерная установка, ЯУ – ядерная установка, РИ – радионуклидный источник, РМ – радиоактивные материалы, ПЯТЦ – предприятие ядерного топливного цикла
 [Fig. 2. Different aspects of emergency preparedness in federal rules and regulations system
Note: NF – nuclear facility, NPP – nuclear power plant, RR – research reactor, NF – nuclear installation, RS – radioactive source, RM – radioactive material, NFCF – nuclear fuel cycle facility]

Осуществление научно-технической поддержки деятельности Ростехнадзора в части прогнозирования развития аварий и оценки их последствий

Задача ОНТП в целях поддержки деятельности Ростехнадзора в части прогнозирования развития аварий, возможных на ОИАЭ, а также оценки их последствий решается ФБУ «НТЦ ЯРБ» как в повседневной деятельности функциональной подсистемы контроля за ядерно и радиационно опасными объектами единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций Российской Федерации (ФПК ЯРОО), так и в режимах повышенной готовности и чрезвычайной ситуации [15, 25].

При повседневной деятельности ФБУ «НТЦ ЯРБ» осуществляет информационно-аналитическое и программно-техническое оснащение Информационно-аналитического центра Ростехнадзора (ИАЦ Ростехнадзора), являющегося средством связи, оповещения и информационного обеспечения ФПК ЯРОО [15]. В частности, в спектр решаемых ФБУ «НТЦ ЯРБ» задач входят:

- разработка моделей ОИАЭ, методик, альбомов аварий (и реализующих их программных средств (ПС), позволяющих существенно снизить временные затраты на выполнение расчетов и повысить эффективность работы ИАЦ Ростехнадзора);
- анализ подходов, моделей, методик и ПС, используемых в мировой практике для выполнения прогнозов протекания аварийных процессов, оценок радиационных последствий аварий и эффективности действий эксплуатирующих организаций по локализации аварий, их внедрение в деятельность ИАЦ Ростехнадзора;
- разработка и совершенствование компьютерных моделей для оперативного анализа аварийной обстановки.

Указанные задачи решаются, в том числе, с использованием сил и средств Аналитического центра ФБУ «НТЦ ЯРБ», созданного для научно-технического обеспечения ИАЦ Ростехнадзора [15]. Аналитический центр ФБУ «НТЦ ЯРБ» снабжен как ПС, аналогичными имеющимся в ИАЦ Ростехнадзора, так и специализированными ПС, позволяющими выполнять прецизионные расчеты нейтронно-физических, теплогидравлических и иных процессов, протекающих на ОИАЭ [26]. Важно отметить, что в ИАЦ Ростехнадзора (а также в Аналитическом центре ФБУ «НТЦ ЯРБ») и в эксплуатирующей АЭС организации для выполнения

одних и тех же оценок используются программные средства, в основу которых заложены отличающиеся друг от друга методологии, тем самым обеспечивается независимость выполняемых ОНТП оценок.

Для прогноза развития аварий в рамках деятельности ИАЦ Ростехнадзора применяются специальные модели для экспресс-оценки состояния энергоблоков АЭС, разработанные в ФБУ «НТЦ ЯРБ». Эти модели позволяют оперативно выполнять связанные нейтронно-физический и теплогидравлический расчеты процессов в оборудовании и системах, важных для безопасности. В основе таких моделей лежат ПС «Rainbow TRP» [27], «TRP» [28] и «МВТУ-3.7» [29], схема функциональной взаимосвязи которых представлена на рис. 3. Особенностью моделей является их быстродействие – для обеспечения возможности оперативного прогноза аварии скорость расчета в несколько раз превышает реальную скорость протекания процессов.

Для оперативной оценки параметров выброса в случае тяжелой аварии на энергоблоках АЭС с реакторной установкой (РУ) с водо-водяным энергетическим реактором (ВВЭР) в ФБУ «НТЦ ЯРБ» разработана и применяется в ИАЦ Ростехнадзора методика оперативной оценки распределения радионуклидов по помещениям АЭС с РУ ВВЭР [30]. Данная методика реализована в виде ПС «Памир» (пример пользовательского интерфейса представлен на рис. 4) и позволяет корректно учитывать феноменологию процессов, характерных для тяжелых аварий.

В ИАЦ Ростехнадзора и Аналитическом центре ФБУ «НТЦ ЯРБ» используются ПС, реализующие модели атмосферного и гидрологического переноса радионуклидов, выброшенных (сброшенных) в результате аварий, а также методы оценки доз облучения персонала и населения, обусловленных данными выбросами (сбросами). ФБУ «НТЦ ЯРБ» для целей выполнения данных оценок при научно-технической поддержке ИАЦ Ростехнадзора использует ПС собственной разработки, например «Калькулятор радиационных последствий аварий» [31] (пример пользовательского интерфейса представлен на рис. 5 а), реализующий методологию, изложенную в руководстве по безопасности «Рекомендуемые методы оценки и прогнозирования радиационных последствий аварий на объектах ядерного топливного цикла» [32]. Кроме того, в ИАЦ Ростехнадзора и Аналитическом центре ФБУ «НТЦ ЯРБ» используется расчетный инструментальный «RECASS» [33] (разработанный Научно-производственным объединением «Тайфун» Росгидромета), позволяющий осуществлять реалистическое прогнозирование

радиационных последствий аварий, основанное на прогнозной метеорологической обстановке, а также коды «Нострадамус» [34] и «Кассандра» [35], разработанные Институтом безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук.

Помимо ПС для АЭС, развивается также аналитический инструментарий для других ОИАЭ. Так, для ИАЦ Ростехнадзора в дополнение к имеющимся альбомам проектных аварий для АЭС разработаны альбомы аварий для основных (наиболее опасных с точки зрения возможного аварийного радиационного воздействия на персонал и население) ИЯУ, которые реализованы в виде ПС «Информационная система по авариям на ИЯУ» [36] (пример пользовательского интерфейса представлен на рис. 5 б), а также альбомы аварий для объектов ядерного топливного цикла (ОЯТЦ). Указанные альбомы содержат в себе информацию, позволяющую оперативно определить признаки возникшей аварии и на их основании оценить обусловленные ею выбросы и радиационные последствия. В настоящее время разработаны альбомы для таких ключевых ОЯТЦ, как например: комплекс радиохимической переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) завода РТ-1 ФГУП «ПО «Маяк»,

«сухие» хранилища ОЯТ РБМК-1000 и ВВЭР-1000 и «мокрое» хранилище ОЯТ ВВЭР-1000 ФГУП «ГХК».

Специалистами ФБУ «НТЦ ЯРБ», как показано в [37], разрабатываются программы для ЭВМ, которые используются не только в ИАЦ Ростехнадзора и Аналитическом центре ФБУ «НТЦ ЯРБ», но также международным сообществом. Примером этому является размещенное в NEA Data Bank ПС «Классификатор ИНЕС 1.00» [38], реализующее методологию [39, 40] (пример пользовательского интерфейса представлен на рис. 5 в).

Автоматизации и цифровизации подвергся также процесс оценки противоаварийных учений и тренировок АЭС [41] на соответствие требованиям ФНП, который реализован в виде ПС «Оценка учений и тренировок» [42]. Данное ПС позволяет не только оперативно выполнять оценку, но и накапливать статистические данные, демонстрирующие уровень готовности эксплуатирующей организации АЭС к действиям при возникновении аварий (пример пользовательского интерфейса представлен на рис. 5 г). Методология количественной оценки эффективности учений и тренировок, реализованная в данном ПС, основана на наилучших международных практиках [43].

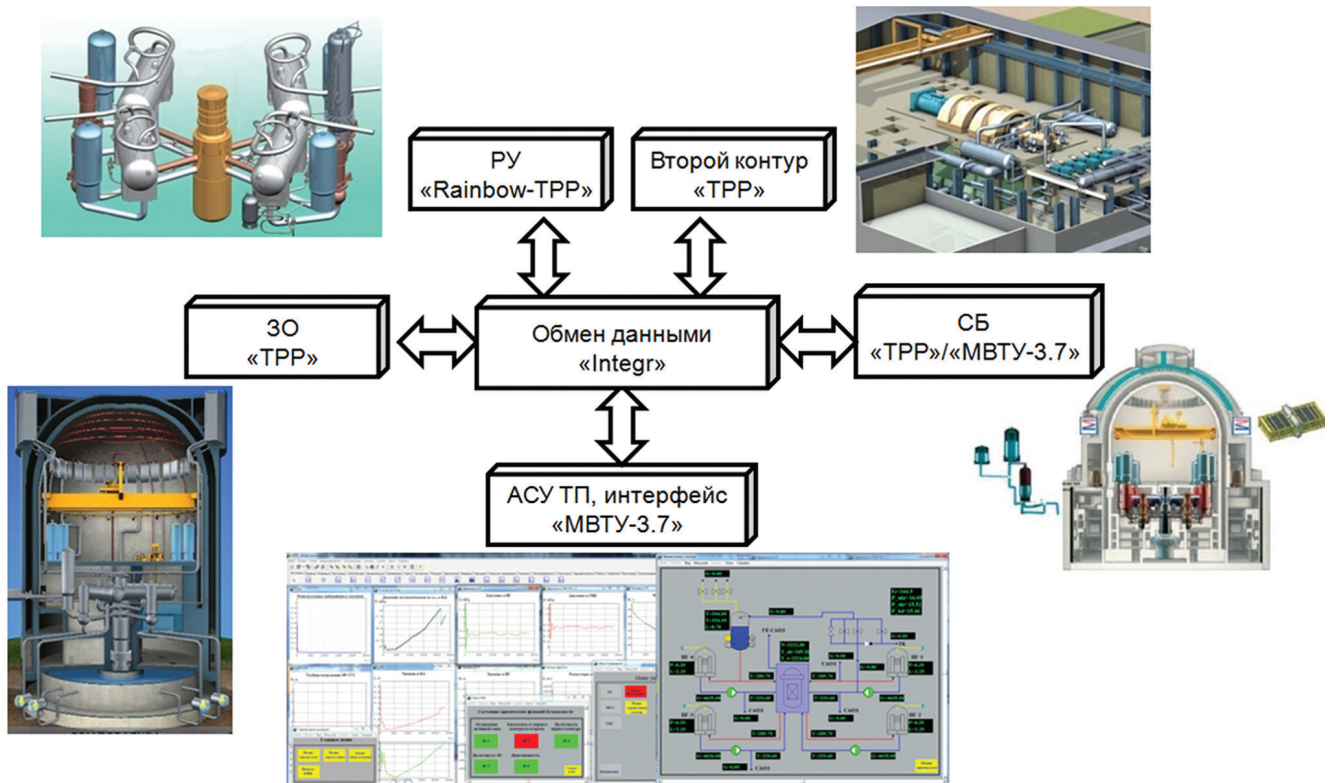


Рис. 3. Схема функциональной взаимосвязи моделей для экспресс-оценки состояния энергоблоков [Fig. 3. Functional relationship scheme of models for express-evaluation of the state of nuclear power units]

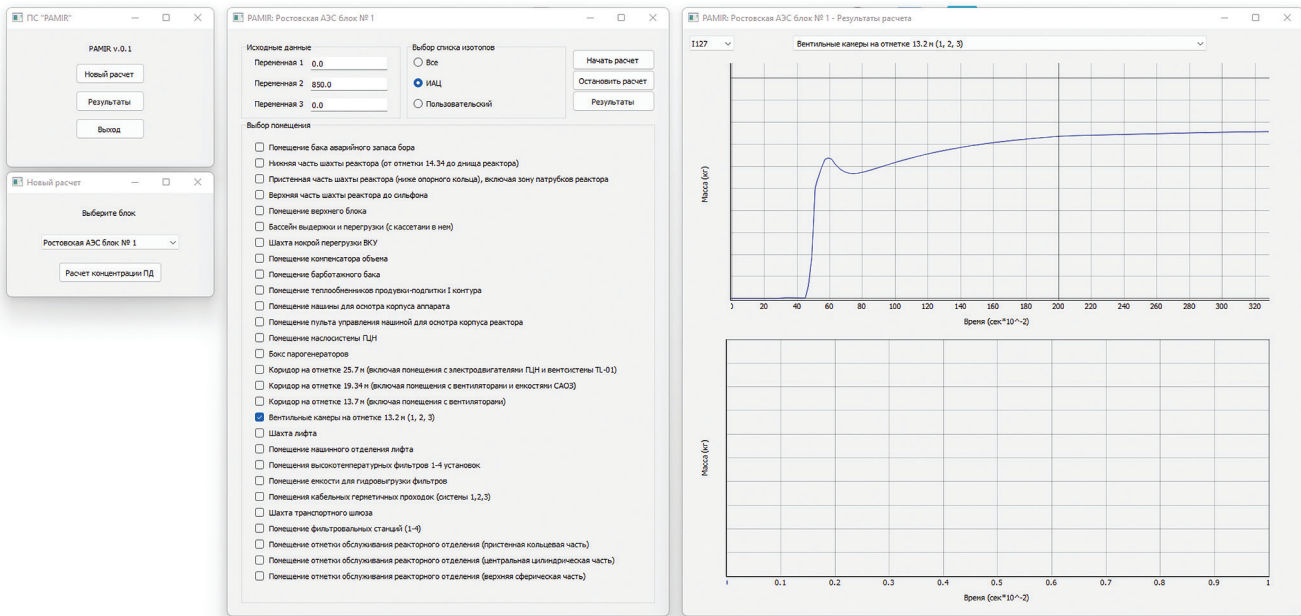


Рис. 4. Пользовательский интерфейс программного средства «Памир»
[Fig. 4. User interface of the Pamir software]

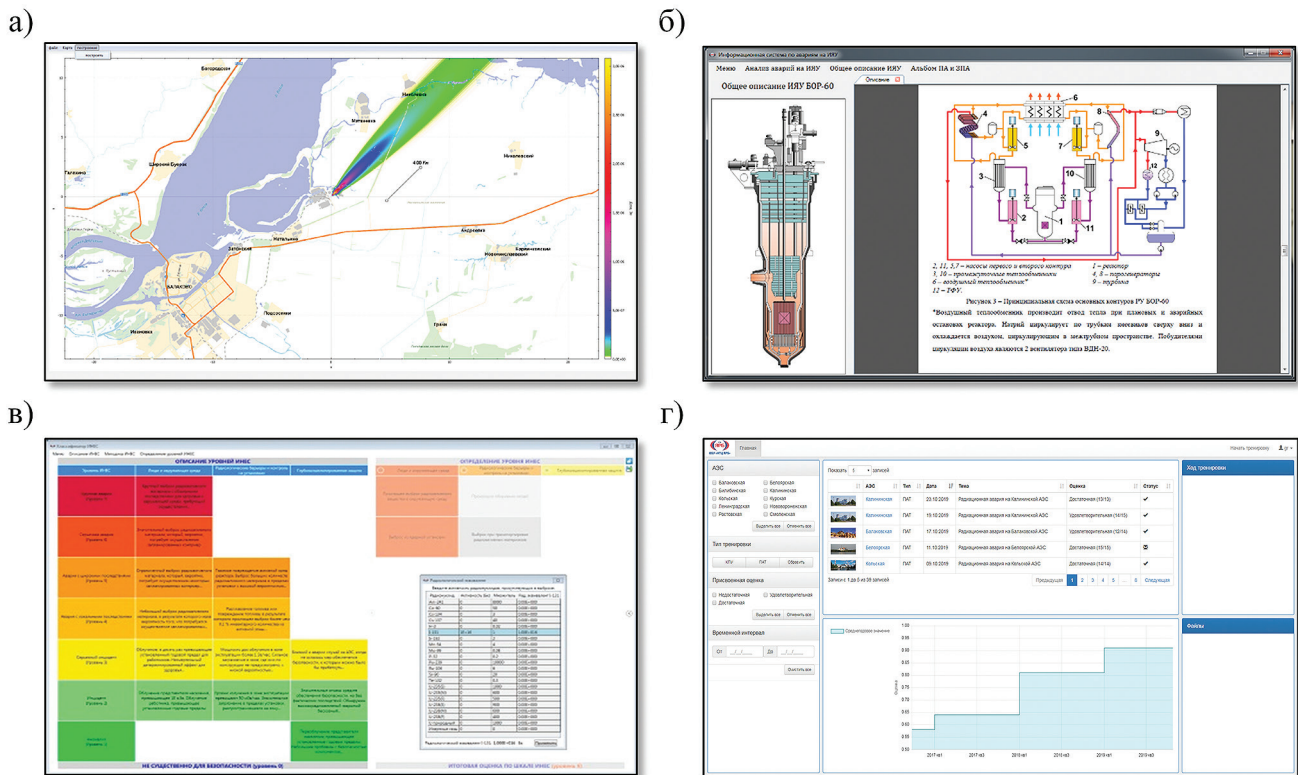


Рис. 5. Примеры программных средств, используемых в Информационно-аналитическом центре Ростехнадзора и Аналитическом центре ФБУ «НТЦ ЯРБ»:

- а) «Калькулятор радиационных последствий аварий»;
 - б) «Информационная система по авариям на ИЯУ»;
 - в) «Классификатор ИНЕС 1.00»;
 - г) «Оценка учений и тренировок»
- [Fig. 5. Examples of software tools used in Information and analytical center of Rostechнадzor and the Analytical center of SEC NRS:
- а) “Calculator of radiation consequences of accidents”;
 - б) “Information system on accidents at the research reactor”;
 - в) “INES classifier 1.00”;
 - д) “Evaluation drills and exercises”]

В режимах повышенной готовности и чрезвычайной ситуации, в том числе при противоаварийных учениях и тренировках, члены рабочих групп ИАЦ Ростехнадзора выполняют задачи, связанные с оценкой и прогнозированием радиационной обстановки и технологического состояния ОИАЭ. При этом стоит отметить, что в основу деятельности рабочих групп заложен принцип постоянной готовности (режим «24/7») к оперативному прибытию в ИАЦ Ростехнадзора и (или) к задействованию Аналитического центра ФБУ «НТЦ ЯРБ» [15]. В качестве практического примера оперативного и точного выполнения ФПК ЯРОО поставленных перед ней задач служит опыт выполнения ФБУ «НТЦ ЯРБ» оценок аварийных выбросов при аварии на АЭС «Фукусима-Дайичи» [44], которые впоследствии были подтверждены прецизионными оценками МАГАТЭ [23].

Задача ОНТП, связанная с рассмотрением и оценкой обоснований безопасности ОИАЭ или осуществлением деятельности в области использования атомной энергии в рамках процедуры лицензирования, является достаточно обширной и затрагивает не только аспекты аварийной готовности, но также иные направления обеспечения безопасности в области использования атомной энергии. В этой связи тематика лицензирования является предметом отдельного рассмотрения.

Заключение

В заключение можно констатировать, что благодаря научно-технической поддержке Ростехнадзора со стороны ФБУ «НТЦ ЯРБ» к настоящему моменту:

- сформирована и продолжает совершенствоваться нормативная база, отвечающая наилучшим международным подходам, в части аспектов аварийной готовности на всех ОИАЭ;
- ИАЦ Ростехнадзора слаженно и эффективно функционирует, а его программный и аналитический инструментарий позволяют выполнять весь спектр задач ФПК ЯРОО, что подтверждается результатами противоаварийных учений и тренировок на АЭС, в которых принимают участие специалисты ФБУ «НТЦ ЯРБ», а также опытом оценки аварий, имевших место за рубежом [44].

Тем не менее для осуществляемой в ФБУ «НТЦ ЯРБ» деятельности по аварийной готовности, как и для любой другой деятельности ОНТП, требуется постоянное совершенствование, которое планомерно осуществляется в рамках ежегодно выполняемых планов мероприятий по развитию ИАЦ Ростехнадзора. Одним из основных направлений для дальнейшего совершенствования деятельности ИАЦ Ростехнадзора, по мнению авторов, является доведение уровня готовности к действиям по прогнозированию развития аварий, возможных на ИЯУ и ОЯТЦ, а также по оценке их последствий, до такого же высокого уровня, который достигнут в части АЭС.

Литература

1. Об использовании атомной энергии: Федер. закон от 21.11.1995 № 170-ФЗ.
2. Организации технической и научной поддержки, обеспечивающие поддержку регулирующих функций. TECDOC-1835. – МАГАТЭ, Вена, 2018.
3. Правила ядерной безопасности. Правила ядерной безопасности атомных электростанций. ПБЯ-04-74: утв. Госпроматомнадзором СССР, 31.12.1974.
4. Правила и нормы атомной энергетики. Размещение атомных станций. Основные критерии и требования по обеспечению безопасности. ПНАЭ Г-03-33-93: утв. постановлением Госатомнадзора России от 02.12.1993 № 11.
5. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Типовое содержание плана мероприятий по защите персонала в случае аварии на атомной станции. НП-015-2000: утв. постановлением Госатомнадзора России от 05.07.2000 № 2.
6. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Положение о порядке объявления аварийной обстановки, оперативной передачи информации и организации экстренной помощи атомным станциям в случаях радиационно опасных ситуаций. НП-005-16: утв. приказом Ростехнадзора от 24.02.2016 № 68.
7. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Типовое содержание плана мероприятий по защите персонала в случае аварии на атомной станции. НП-015-12: утв. приказом Ростехнадзора от 18.09.2012 № 518.
8. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Положение о порядке объявления аварийной готовности, аварийной обстановки и оперативной передачи информации

в случае радиационно опасных ситуаций на предприятиях ядерного топливного цикла. НП-078-06: утв. приказом Ростехнадзора от 27.12.2007 № 15.

9. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Требования к содержанию плана мероприятий по защите персонала в случае аварии на предприятии ядерного топливного цикла. НП-077-06: утв. приказом Ростехнадзора от 27.12.2006 № 12.

10. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Требования к содержанию плана мероприятий по защите персонала в случае аварии на исследовательских ядерных установках. НП-075-19: утв. приказом Ростехнадзора от 14.05.2019 № 181.

11. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Положение о порядке объявления аварийной обстановки, оперативной передачи информации в случаях радиационно опасных ситуаций на исследовательских ядерных установках. НП-106-19: утв. приказом Ростехнадзора от 09.09.2019 № 351.

12. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Площадка атомной станции. Требования безопасности. НП-032-19: утв. приказом Ростехнадзора от 19.07.2019 № 287.

13. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Размещение пунктов хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ. Основные критерии и требования по обеспечению безопасности. НП-060-05: утв. постановлением Ростехнадзора от 31.08.2005 № 3.

14. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Размещение ядерных установок ядерного топливного цикла. Основные критерии и требования по обеспечению безопасности. НП-050-03: утв. постановлением Госатомнадзора от 31.12.2003 № 11.

15. Положение о функциональной подсистеме контроля за ядерно и радиационно опасными объектами единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: утв. приказом Ростехнадзора от 28.06.2021 № 236.

16. Стратегический план реализации Концепции совершенствования нормативно-правового регулирования безопасности и стандартизации в области использования атомной энергии на 2021–2031 гг.: утв. заместителем руководителя Ростехнадзора 12.03.2021.

17. О принятии в 2013 году Российской Федерацией миссии Международного агентства по атомной энергии для анализа выполнения рекомендаций принятой в ноябре 2009 г. миссии по оценке эффективности деятельности органа государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 08.05.2013 № 759-р.

18. Отчет о пост-миссии по оказанию услуги по комплексной оценке регулирующей деятельности (IRRS) для Российской Федерации. Ростехнадзор, Москва, 2013.

19. Стандарт безопасности МАГАТЭ № GSG-2. Критерии для использования при обеспечении готовности и реагирования в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации. – МАГАТЭ, Вена, 2012.

20. Стандарт безопасности МАГАТЭ № GSR part 7. Готовность и реагирование в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации. – МАГАТЭ, Вена, 2016.

21. Стандарт безопасности МАГАТЭ № GS-G-2.1. Меры по обеспечению готовности к ядерной или радиологической аварийной ситуации. – МАГАТЭ, Вена, 2016.

22. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Общие положения обеспечения безопасности атомных станций. НП-001-15: утв. приказом Ростехнадзора от 17.12.2015 № 522.

23. Доклад Генерального директора МАГАТЭ. Авария на АЭС «Фукусима-Дайичи». – МАГАТЭ, Вена, 2015.

24. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Требования к планированию мероприятий по действиям и защите персонала при ядерных и радиационных авариях на судах и других плавсредствах с ядерными реакторами. НП-079-18: утв. приказом Ростехнадзора от 27.06.2018 № 278.

25. О Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору: Постановление Правительства Российской Федерации от 30.07.2004 № 401.

26. Кавун О. Ю., Таранов Г. С., Никитин А. Ю., Куно М. Я., Фейман В. Г. Программное средство «Rainbow-TRP». Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам, товарным знакам. Свидетельство № 2011619655 от 22.12.2011.

27. Программный комплекс «РАДУГА» с библиотекой нейтронно-физических сечений серийного реактора ВВЭР-1000. Федеральный надзор России по ядерной и радиационной безопасности: Аттестационный паспорт на программное средство № 62 от 17.10.1996. – М., 1996. 7 с.

28. Программное средство «ТРР, версия 6». Аттестационный паспорт № 445 от 24.10.2018. 5 с.
29. Козлов О. С., Ходаковский В. В., Кондаков Д. Е. Программный комплекс «Моделирование в технических устройствах». Российское агентство по правовой охране программ для ЭВМ, баз данных и топологий интегральных микросхем (РосАПО). Свидетельство № 970053 от 10.02.1997.
30. Арбаев Г. Э., Кавун О. Ю., Курбонмамадов А. Ш., Хренников Н. Н. Методика экспресс-расчета распределения продуктов деления в условиях тяжелых аварий для Информационно-аналитического центра Ростехнадзора // Ядерная и радиационная безопасность. 2019. № 4 (94). С. 3–11. DOI: 10.26277/SECNRS.2019.94.4.001.
31. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Калькулятор радиационных последствий аварий» № 2020619313 от 17.08.2020.
32. Руководство по безопасности при использовании атомной энергии. Рекомендуемые методы оценки и прогнозирования радиационных последствий аварий на объектах ядерного топливного цикла. РБ-134-17: утв. приказом Ростехнадзора от 16.11.2017 № 479.
33. Единая государственная автоматизированная система мониторинга радиационной обстановки на территории Российской Федерации. URL: <http://egasmro.ru> (дата обращения: 09.06.2022).
34. Арутюнян Р. В., Беликов В. В., Беликова Г. В., Головизнин В. М., Киселев В. П., Семенов В. Н. и др. Компьютерная система «НОСТРАДАМУС» для поддержки принятия решений при аварийных выбросах на радиационно-опасных объектах // Известия Академии Наук. Серия: Энергетика. 1995. № 4. С. 19–30.
35. Крылов А. Л., Носов А. В., Киселев В. П., Жилина Н. И. Прогноз радионуклидного загрязнения водных объектов с помощью программного комплекса «Кассандра» // Вопросы радиационной безопасности. Спецвыпуск. 2009. № 1. С. 49–62.
36. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Информационная система по авариям на ИЯУ» № 2018617323 от 21.06.2020.
37. Курьиндин А. В., Киркин А. М., Ляшко И. А. О необходимости развития проблемно-ориентированных программных средств для поддержки принятия регулирующих решений в области использования атомной энергии // Ядерная и радиационная безопасность. 2022. № 1 (103). С. 19–31. DOI: 10.26277/SECNRS.2022.103.1.001.
38. Курьиндин А. В., Киркин А. М., Шаповалов А. С., Сорокин Д. В., Ляшко И. А. Программная реализация методики определения уровня ядерных и радиологических событий по шкале ИНЕС // Ядерная и радиационная безопасность. 2018. № 4 (90). С. 9–19.
39. ИНЕС. Руководство для пользователей Международной шкалы ядерных и радиологических событий. Издание 2008 года. – МАГАТЭ, Вена, 2010.
40. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Классификатор ИНЕС 1.00» № 2018617338 от 22.06.2018.
41. Методические рекомендации по оценке эффективности противоаварийных учений и тренировок эксплуатирующей организации атомных станций: утв. приказом Ростехнадзора от 25.12.2017 № 565.
42. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Оценка учений и тренировок» № 2020661342 от 22.09.2020.
43. Preparation, Conduct and Evaluation of Exercises to Test Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency. – IAEA, Vienna, 2005.
44. Хамаза А. А., Курьиндин А. В., Строганов А. А., Шаповалов А. С. Современные подходы к оценке радиационных последствий аварий, сопровождающихся выбросом радиоактивных веществ. Уроки аварии на АЭС «Фукусима-Дайичи» // Ядерная и радиационная безопасность. Специальный выпуск. 2012. С. 46–51.

References

1. Federal'nyi zakon "Ob ispol'zovanii atomnoi ehnergii" no. 170-FZ [Federal law "On the use of atomic energy" no. 170-FZ]. 1995 [in Russian].
2. Technical and Scientific Support Organizations Providing Support to Regulatory Functions. TECDOC-1835, IAEA, Vienna, 2018.
3. Pravila yadernoi bezopasnosti "Pravila yadernoy bezopasnosti atomnykh elektrostantsiy" (PBYA-04-74) ["Nuclear safety rules for nuclear power plants" (PBYA-04-74)]. 1974 [in Russian].

4. Pravila i normy atomnoi ehnergetiki “Razmeshcheniye atomnykh stantsiy. Osnovnyye kriterii i trebovaniya po obespecheniyu bezopasnosti” (PNAE G-03-33-93) [Siting of nuclear power plants “Basic criteria and requirements for ensuring safety” (PNAE G-03-33-93)]. 1993 [in Russian].

5. Federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoj energii “Tipovoe sodержanie plana meropriyatij po zashchite personala v sluchae avarii na atomnoj stancii” (NP-015-2000) [Federal standards and rules in the field of atomic energy use “Typical content of the emergency plan for the protection of personnel in the event of an accident at a nuclear power plant” (NP-015-2000)]. 2000 [in Russian].

6. Federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoj energii “Polozhenie o poryadke ob'yavleniya avarijnoj obstanovki, operativnoj peredachi informacii i organizacii ekstremnoj pomoshchi atomnym stantsiyam v sluchayah radiacionno opasnykh situacij” (NP-005-16) [Federal standards and rules in the field of atomic energy use “Provision for the procedure of announcement of emergency, prompt information communication and arrangement for emergency assistance to nuclear power plants in case of radiation-hazardous situations” (NP-005-16)]. 2016 [in Russian].

7. Federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoj energii “Tipovoe sodержanie plana meropriyatij po zashchite personala v sluchae avarii na atomnoj stancii” (NP-015-12) [Federal standards and rules in the field of atomic energy use “Typical content of the emergency plan for the protection of personnel in the event of an accident at a nuclear power plant” (NP-015-12)]. 2012 [in Russian].

8. Federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoj energii “Polozhenie o poryadke ob'yavleniya avarijnoj gotovnosti, avarijnoj obstanovki i operativnoj peredachi informacii v sluchae radiacionno opasnykh situacij na predpriyatiyah yadernogo toplivnogo cikla” (NP-078-06) [Federal standards and rules in the field of atomic energy use “Provisions on procedure of the announcement of emergency preparedness, emergency situation, and prompt communication of information in the event of radiation hazardous situations at nuclear fuel cycle enterprises” (NP-078-06)]. 2006 [in Russian].

9. Federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoj energii “Trebovaniya k sodержaniyu plana meropriyatij po zashchite personala v sluchae avarii na predpriyatii yadernogo toplivnogo cikla” (NP-077-06) [Federal standards and rules in the field of atomic energy use “Requirements to contents of the action plans for personnel protection in the event of an accident at a nuclear fuel cycle enterprise” (NP-077-06)]. 2006 [in Russian].

10. Federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoj energii “Trebovaniya k sodержaniyu plana meropriyatij po zashchite personala v sluchae avarii na issledovatel'skikh yadernykh ustanovkakh” (NP-075-19) [Federal standards and rules in the field of atomic energy use “Requirements to contents of the action plans for protection of personnel in the event of an accident at nuclear research installations” (NP-075-19)]. 2019 [in Russian].

11. Federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoj energii “Polozhenie o poryadke ob'yavleniya avarijnoj obstanovki, operativnoj peredachi informacii v sluchayah radiacionno opasnykh situacij na issledovatel'skikh yadernykh ustanovkakh” (NP-106-19) [Federal standards and rules in the field of atomic energy use “Provision on procedure of emergency alerting, urgent information transfer in events of radiation hazard situations at nuclear research facilities” (NP-106-19)]. 2019 [in Russian].

12. Federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoj energii “Ploshchadka atomnoj stantsii. Trebovaniya bezopasnosti” (NP-032-19) [Federal standards and rules in the field of atomic energy use “Nuclear power plant site. Safety requirements” (NP-032-19)]. 2019 [in Russian].

13. Federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoj energii “Razmeshchenie punktov hraneniya yadernykh materialov i radioaktivnykh veshchestv. Osnovnyye kriterii i trebovaniya po obespecheniyu bezopasnosti” (NP-060-05) [Federal standards and rules in the field of atomic energy use “Siting of storage facilities of nuclear materials and radioactive substances. Basic criteria and safety requirements” (NP-060-05)]. 2005 [in Russian].

14. Federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoj energii “Razmeshchenie yadernykh ustanovok yadernogo toplivnogo cikla. Osnovnyye kriterii i trebovaniya po obespecheniyu bezopasnosti” (NP-050-03) [Federal standards and rules in the field of atomic energy use “Siting of nuclear fuel cycle facilities. Basic criteria and general safety requirements” (NP-050-03)]. 2003 [in Russian].

15. Prikaz Rostekhnadzora № 236 “Polozhenie o funkcional'noj podsisteme kontrolya za yaderno i radiacionno opasnymi ob'ektami edinoj gosudarstvennoj sistemy preduprezhdeniya i likvidacii chrezvychajnykh situacij” [Rostekhnadzor order № 236 “Regulation on the functional subsystem of control over nuclear and radiation hazardous facilities of the unified State system of prevention and liquidation of emergency situations”]. 2021 [in Russian].

16. Strategicheskij plan realizacii Konceptii sovershenstvovaniya normativno-pravovogo regulirovaniya bezopasnosti i standartizacii v oblasti ispol'zovaniya atomnoj energii na 2021–2031 gg. [Strategic plan for the implementation of the concept for improving the regulation of safety and standardization in the field of the use of atomic energy for 2021–2031]. 2021 [in Russian].

17. Rasporjazhenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 08.05.2013 № 759-r “O prinyatii v 2013 godu Rossijskoj Federacii missii Mezhdunarodnogo agentstva po atomnoj energii dlya analiza vypolneniya rekomendacij prinyatoj v noyabre 2009 g. missii po ocenke effektivnosti deyatel'nosti organa gosudarstvennogo regulirovaniya bezopasnosti pri ispol'zovanii atomnoj energii” [Decree of the Government of the Russian Federation dated 05.08.2013 no. 759-r “On the acceptance by the Russian Federation of the mission of the International Atomic Energy Agency in 2013 to analyze the implementation of the recommendations of the mission adopted in November 2009 to assess the effectiveness of the activities of the state regulatory body for safety in the use of atomic energy”]. 2013 [in Russian].

18. Integrated Regulatory Review Service (IRRS) Follow-up Mission to the Russian Federation IAEA-NS-10. Moscow, 2013.

19. Criteria for Use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency GSG-2. IAEA, Vienna, 2011.

20. Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency. General Safety Requirements № GSR Part 7. IAEA, Vienna, 2016.

21. Arrangements for Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency GS-G-2.1. IAEA, Vienna, 2007.

22. Federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoj energii “Obshchiye polozheniya obespecheniya bezopasnosti atomnyh stanciy” (NP-001-15) [Federal standards and rules in the field of atomic energy use “General provisions for nuclear power plant safety assurance” (NP-001-15)]. 2015 [in Russian].

23. The “Fukushima-Daiichi” accident report by the Director General. IAEA, Vienna, 2015.

24. Federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoj energii “Trebovaniya k planirovaniyu meropriyatij po deystviyam i zashchite personala pri yadernykh i radiatsionnykh aviariyakh na sudakh i drugikh plavsredstvakh s yadernymi reaktorami” (NP-079-18) [Federal rules and regulations in the field of atomic energy use “Requirements to planning of measures for actions and protection of personnel at nuclear and radiological accidents on vessels and other watercraft with nuclear reactors”]. 2018 [in Russian].

25. Postanovleniye Pravitel'stva Rossiyskoj Federatsii ot 30.07.2004 № 401 “O Federal'noy sluzhbe po ekologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru” [Decree of the Government of the Russian Federation of 30.07.2004 no. 401 “On the Federal service for environmental, technological and nuclear supervision”]. 2004 [in Russian].

26. Kavun O. Yu., Taranov G. S., Nikitin A. Yu., Kuno M. Ya., Feyman V. G. Programmnoye sredstvo “Rainbow-TPP” [“Rainbow-TPP” software]. Federal service for intellectual property, patents, trademarks. Certificate no. 2011619655 dated 22.12.2011 [in Russian].

27. Programmnyy kompleks “RADUGA” s bibliotekoy neytronno-fizicheskikh secheniy seriynogo reaktora VVER-1000 [Software complex “RAINBOW” with a library of neutron-physical cross sections of the serial reactor VVER-1000]. Federal supervision of Russia on nuclear and radiation safety: Certification passport for the software tool no. 62 dated 17.10.1996 [in Russian].

28. Programmnoye sredstvo “TPP, versiya 6” [“TPP, version 6” software]. Certification passport no. 445 dated 24.10.2018 [in Russian].

29. Kozlov O. S., Khodakovskiy V. V., Kondakov D. Ye. Programmnyy kompleks “Modelirovaniye v tekhnicheskikh ustroystvakh” [Software complex “Modeling in technical devices”]. Russian agency for the legal protection of computer programs, databases and topologies of integrated circuits. Certificate no. 970053 dated 10.02.1997 [in Russian].

30. Arbayev G. E., Kavun O. Yu., Kurbonmamadov A. Sh., Khrennikov N. N. Metodika ekspress-rascheta raspredeleniya produktov deleniya v usloviyakh tyazhelykh aviarij dlya Informatsionno-analiticheskogo tsentra Rostekhnadzora. [The methodology for fast estimation of fission products distribution in case of severe accidents for informational and analytical center of Rostekhnadzor]. Yadernaya i radiatsionnaya bezopasnost' – Nuclear and Radiation Safety, 2019, no. 4 (94), pp. 3–11. DOI: 10.26277/SECNRS.2019.94.4.001 [in Russian].

31. Certificate of state registration of the computer program “Calculator of radiation consequences of accidents” no. 2020619313 dated 08.17.2020 [in Russian].

32. Rukovodstvo po bezopasnosti pri ispol'zovanii atomnoy energii “Rekomenduyemyye metody otsenki i prognozirovaniya radiatsionnykh posledstviy avariyn na ob'yektakh yadernogo toplivnogo tsikla” (RB-134-17) [Safety guide “Recommended methods for assessing and predicting the radiation consequences of accidents at nuclear fuel cycle facilities” (RB-134-17)]. 2017 [in Russian].

33. Edinaya gosudarstvennaya avtomatizirovannaya sistema monitoringa radiatsionnoi obstanovki na territorii Rossiiskoi Federatsii [Unified state automated system for monitoring the radiation situation on the territory of the Russian Federation]. URL: <http://egasmro.ru> (reference date: 09.06.2022).

34. Arutyunyan R. V., Belikov V. V., Belikova G. V., Goloviznin V. M., Kiselev V. P., Semenov V. N., et al. Komp'yuternaya sistema “NOSTRADAMUS” dlya podderzhki prinyatiya resheniy pri avariynnykh vybrosakh na radiatsionno-opasnykh ob'yektakh [Computer system “NOSTRADAMUS” for decision support in case of accidental releases at radiation hazardous facilities]. Izvestiya Akademii Nauk. Seriya: Ehnergetika – Izvestiya Akademii Nauk. Series: Energy, 1995, no. 4, pp. 19–30 [in Russian].

35. Krylov A. L., Nosov A. V., Kiselev V. P., Zhilina N. I. Prognoz radionuklidnogo zagryazneniya vodnykh ob'yektov s pomoshch'yu programmnoy kompleksa “Kassandra” [Prediction of radionuclide contamination of water bodies using the “Kassandra” software package]. Voprosy radiatsionnoi bezopasnosti. Spetsvypusk – Journal of Radiation Safety Issues. Special Issue, 2009, no. 1, pp. 49–62 [in Russian].

36. Certificate of state registration of the computer program “Information system for accidents at nuclear facilities” no. 2018617323 dated 06.21.2020 [in Russian].

37. Kuryndin A. V., Kirkin A. M., Lyashko I. A. O neobkhodimosti razvitiya problemno-oriyentirovannykh programmnykh sredstv dlya podderzhki prinyatiya reguliruyushchikh resheniy v oblasti ispol'zovaniya atomnoy energii [On the need to improve approaches to establishing emergency planning zones for nuclear facilities]. Yadernaya i radiatsionnaya bezopasnost' – Nuclear and Radiation Safety, no. 1 (103), pp. 19–31. DOI: 10.26277/SECNRS.2022.103.1.001 [in Russian].

38. Kuryndin A. V., Kirkin A. M., Shapovalov A. S., Sorokin D. V., Lyashko I. A. Programmaya realizatsiya metodiki opredeleniya urovnya yadernykh i radiologicheskikh sobytii po shkale INES [The software implementation of the method for determining the level of nuclear and radiological events in the INES scale]. Yadernaya i radiatsionnaya bezopasnost' – Nuclear and Radiation Safety, 2018, no. 4 (90), pp. 9–19 [in Russian].

39. The International Nuclear and Radiological Event Scale User’s Manual 2008 Edition, IAEA, Vienna, 2013.

40. Certificate of state registration of the computer program “Classifier INES 1.00” no. 2018617338 dated 06.22.2018 [in Russian].

41. Metodicheskiye rekomendatsii po otsenke effektivnosti protivovariynnykh ucheniy i trenirovok ekspluatiruyushchey organizatsii atomnykh stantsiy [Guidelines for evaluating the effectiveness of emergency trainings and exercises for the operating organization of nuclear power plants]. 2017 [in Russian].

42. Certificate of state registration of the computer program “Evaluation of exercises and training” no. 2020661342 dated 09.22.2020 [in Russian].

43. Preparation, Conduct and Evaluation of Exercises to Test Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA, Vienna, 2005.

44. Khamaza A. A., Kuryndin A. V., Stroganov A. A., Shapovalov A. S. Sovremennyye podkhody k otsenke radiatsionnykh posledstviy avariyn, soprovozhdayushchikhsya vybrosom radioaktivnykh veshchestv. Uroki avarii na AES “Fukushima-Dayichi” [Modern approaches to assessing the radiation consequences of accidents accompanied by the release of radioactive substances. Lessons from the accident at the “Fukushima-Daiichi” nuclear power plant]. Yadernaya i radiatsionnaya bezopasnost'. Spetsial'nyi vypusk – Nuclear and radiation safety. Special issue, 2012, pp. 46–51 [in Russian].

Сведения об авторах

Курындин Антон Владимирович, руководитель отделения общих проблем ядерной и радиационной безопасности, федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (107140, Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5).

Сорокин Дмитрий Владимирович, начальник лаборатории аварийной готовности и реагирования отдела нормирования выбросов, сбросов радиоактивных веществ и аварийной готовности отделения общих проблем ядерной и радиационной безопасности, федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (107140, Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5).

Шаповалов Альберт Сергеевич, начальник отдела нормирования выбросов, сбросов радиоактивных веществ и аварийной готовности отделения общих проблем ядерной и радиационной безопасности, федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (107140, Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5).

Поляков Роман Максимович, научный сотрудник отдела нормирования выбросов, сбросов радиоактивных веществ и аварийной готовности отделения общих проблем ядерной и радиационной безопасности, федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (107140, Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5).

Пипченко Герман Романович, научный сотрудник отдела безопасности атомных станций, федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (107140, Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5).

Курбонмаматов Алишер Шакармаматович, научный сотрудник отдела безопасности атомных станций, федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (107140, Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5).

Authors credentials

Kuryndin Anton Vladimirovich, Head of Nuclear and Radiation Safety Department, Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety (2/8, building 5, Malaya Krasnoselskaya str., Moscow, 107140), e-mail: kuryndin@secnrs.ru.

Sorokin Dmitrii Vladimirovich, Head of Laboratory for Emergency Preparedness and Response of Division for Regulation of Radioactive Discharges and Emergency Preparedness of Nuclear and Radiation Safety Department, Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety (2/8, building 5, Malaya Krasnoselskaya str., Moscow, 107140), e-mail: sorokin@secnrs.ru.

Shapovalov Al'bert Sergeevich, Head of Division for Regulation of Radioactive Discharges and Emergency Preparedness of Nuclear and Radiation Safety Department, Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety (2/8, building 5, Malaya Krasnoselskaya str., Moscow, 107140), e-mail: shapovalov@secnrs.ru.

Polyakov Roman Maksimovich, Scientific Researcher of Division for Regulation of Radioactive Discharges and Emergency Preparedness of Nuclear and Radiation Safety Department, Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety (2/8, building 5, Malaya Krasnoselskaya str., Moscow, 107140), e-mail: rpolyakov@secnrs.ru.

Pipchenko German Romanovich, Scientific Researcher of Nuclear Power Plants Safety Division, Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety (2/8, building 5, Malaya Krasnoselskaya str., Moscow, 107140), e-mail: pipchenko@secnrs.ru.

Kurbonmamadov Alisher Shakarmamadovich, Scientific Researcher of Nuclear Power Plants Safety Division, Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety (2/8, building 5, Malaya Krasnoselskaya str., Moscow, 107140), e-mail: kurbonmamadov@secnrs.ru.

Для цитирования

Курьиндин А. В., Сорокин Д. В., Шаповалов А. С., Поляков Р. М., Пипченко Г. Р., Курбонмаматов А. Ш. Научно-техническая поддержка органа регулирования по вопросам аварийной готовности // Ядерная и радиационная безопасность. 2022. № 2 (104). С. 62–75. DOI: 10.26277/SECNRS.2022.104.2.004.

For citation

Kuryndin A. V., Sorokin D. V., Shapovalov A. S., Polyakov R. M., Pipchenko G. R., Kurbonmamadov A. Sh. Scientific and technical support to the regulatory body for emergency preparedness. Nuclear and Radiation Safety, 2022, no. 2 (104), pp. 62–75. DOI: 10.26277/SECNRS.2022.104.2.004 [in Russian].

