

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОНИТОРИНГА ОБСТАНОВКИ В РАЙОНЕ ЛОКАЦИИ ОБЪЕКТА АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ С УЧЕТОМ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ НЕОБХОДИМОСТИ

Воронов С.И., Попов Е.В.

Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»

Аннотация

Рассматривается актуальная в современных условиях проблема по обоснованию и развитию методов мониторинга обстановки в районе расположения объекта атомной энергетики в ходе создания и усиления территориальной системы аварийного реагирования в особых условиях, определяемых военно-политической обстановкой. Кратко рассмотрена суть методов, результаты практических разработок и приведены некоторые предложения по комплексному применению средств для реализации этих методов мониторинга.

Ключевые слова

Объект атомной энергетики, радиологическая аварийная ситуация, чрезвычайная ситуация, метод автоматизированного мониторинга обстановки, радиационный мониторинг, территориальная система мониторинга радиационной обстановки, средства контроля радиационной обстановки, экономическая эффективность средств.

Введение

Сложная военно-политическая ситуация, сложившаяся в Юго-Западной части государства, определила ряд актуальных проблем, связанных безопасным функционированием объектов атомной энергетики (ОАЭ) и возросшими рисками возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС), обусловленных радиационными аварийными ситуациями. Анализ мирового опыта функционирования ОАЭ показал, что в обычных условиях крупномасштабная радиационная авария (РА) явление очень редкое. За все время функционирования всех реакторов атомных электростанций (АЭС) на планете, произошло 4 крупномасштабных РА: авария в Англии в Уиндскейле, (10.10.1957 г.); в Три-Майл-Айланде в США (28.03.1979 г.); в Советском Союзе на Чернобыльской АЭС (26.04.1986 г.); в Японии на АЭС Фукусима-1 (11.03.2011 г.) [1]. В рассматриваемых особых условиях риски возникновения РА на АЭС, находящихся в районе со сложной военно-политической обстановкой и в прилегающих районах, резко возрастают. Появились особенности по способам вооруженного воздействия, в том числе, в отношении ОАЭ, находящихся в районе с особыми условиями, определяемыми сложной военно-политической обстановкой в регионе. Результаты анализа мирового опыта в сфере функционирования ОАЭ показывает, что ранее подобных масштабных прецедентов по нанесению вооруженного воздействия по потенциально опасным элементам (ПОЭ) и критическим элементам (КЭ) ОАЭ, которые привели бы к РА, практически не было. Недавние важные события показали, что подобные воздействия вышли из разряда теоретических угроз в реальную действительность. Были воздействия не только на Запорожскую АЭС, но и на Курскую АЭС с разрушением стены хранилища радиоактивных материалов [2]. Это резко актуализирует проведение научных исследований, направленных в целом на повышение защищенности и безопасности ОАЭ в особых условиях, в том числе, на развитие методов, позволяющих обеспечивать защиту населения и территорий в этих регионах в случае ЧС, обусловленных возникновением РА.

Обеспечение физической защиты и совершенствование систем безопасности ОАЭ в особых условиях должно осуществляться адекватно возникшим угрозам и резко повысившимся современным государственным требованиям [3]. Это обусловило необходимость научных разработок по ряду взаимоувязанных проблемных вопросов, в том числе по развитию методов мониторинга обстановки в районах локации ОАЭ в особых условиях, определяемых сложной военно-политической обстановкой. В качестве подобных ОАЭ рассматриваются, в первую очередь АЭС, в том числе: Запорожская атомная станция, находящаяся в районе с особыми условиями; Курская АЭС, расположенная в пределах ста километров от этого района; Нововоронежская, Смоленская, Ростовская АЭС. По этим объектам энергетики, исходя из реальных возможностей противоборствующей стороны, уже производятся и могут в дальнейшем вестись вооруженные воздействия [2]. Это определяет острую необходимость и высокую значимость принятия заблаговременных нужных мер, направленных на минимизацию вероятных негативных последствий ЧС, обусловленных возникшей РА и принятых адекватных оперативных мер в регионе, которые будут направлены на защиту населения и территорий.

Краткий обзор литературы

Общие вопросы в отношении рассматриваемой проблематики рассматривались в ряде научных трудов [4, 5, 6].

Как правило вопросы мониторинга обстановки в районе ОАЭ рассматривались для обычных мирных условий. На практике подробно не рассматривалось применение и развитие методов мониторинга обстановки в районе локации ОАЭ для рассматриваемых особых условий. Это можно объяснить тем, что в отношении вооруженных воздействий по ОАЭ были приняты всемирные договоренности еще в конце 70–х годов прошлого столетия. Но практический опыт и вызовы современности показали необходимость проведения исследований и практических разработок в рассматриваемой предметной области.

Целью данной предлагаемой статьи является освещение актуальной в современных условиях проблемы по обоснованию и развитию методов мониторинга обстановки в районе расположения ОАЭ в ходе создания и усиления территориальной системы аварийного реагирования в особых условиях, определяемых военно-политической обстановкой, а также в кратком описании методов, результатов практических разработок и некоторых предложений по комплексному применению средств для реализации этих методов мониторинга.

Методы

Своевременное и адекватное сложившейся обстановке реагирование на РА, к которому в том числе относятся мониторинг и оценка складывающейся обстановки при ЧС, прогнозирование развития ЧС и информирование должностных лиц, которые принимают решения на действия по реагированию на ЧС радиационного характера, а также своевременное оповещение и полезное информирование населения, особенно важны на начальной фазе РА.

К мерам, которые нацелены на минимизацию последствий РА для населения, территорий и окружающей среды, в том числе экономических последствий для государства, аварийное реагирование на подобную ЧС, в первую очередь, включает [1]:

- радиационный мониторинг в зоне возникновения ЧС, обусловленной РА и на прилегающих к ней территориях;
- выполнение прогностической оценки изменений радиационной обстановки (РО) и принятие адекватных решений по принятию мер, направленных на защиту персонала АЭС, населения, проживающего в районе РА и территорий;
- информирование населения о ЧС и проводимых мерах по реагированию и необходимых способах защиты от негативных последствий при РА населения и должностных лиц органов государственного управления.

Качество применяемых методов аварийного реагирования может определяться уровнем научно-технической поддержки, которая обеспечивает:

- рост эффективности, а также оперативности мер реагирования на ЧС, минимизация непосредственно радиационных, а также уменьшение экономического ущерба и социальных последствий для населения и региона в целом, пострадавших вследствие РА;
- повышение готовности органов государственного управления и сил территориальной подсистемы РСЧС к принятию мер по предупреждению и ликвидации ЧС, обусловленной РА;
- повышение эффективности мероприятий по информированию органов исполнительной власти, в т. ч. органов местного самоуправления и населения по вопросам безопасности жизнедеятельности и радиационной безопасности при возрастании угрозы ЧС, обусловленной РА и при ее возникновении.

Вокруг рассматриваемых ОАЭ в соответствии с Постановлением Правительства РФ [7] определены и обеспечиваются зоны безопасности (ЗБ). Глубина подобных зон в особых условиях не определяются параметрами санитарно защитной зоны (СЗЗ) объекта или зоны наблюдения (ЗН) атомной станции. Такие СЗЗ и ЗН рассчитаны на функционирование ОАЭ в обычных условиях. При возникновении масштабной ЧС, обусловленной РА, в районе с рассматриваемыми особыми условиями согласно прогноза загрязнение может покрыть в десятки раз большие по протяженности территории. Глубина указанной ЗБ должна определяться исходя из ряда параметров и исходных данных, в том числе, результатов проведенного анализа рисков по воздействию на ОАЭ и последствий этого воздействия, прогностической оценки последствий возникновения и развития ЧС.

Анализ данной предметной области показал, что системы аварийного реагирования (САР) функционирующей непосредственно на ОАЭ, в рассматриваемых условиях будет недостаточно. Подобные САР относятся, прежде всего, к объекту и обеспечивают, прежде всего, ведение радиационного мониторинга в пределах ЗН, вокруг объекта. ЗН достаточно небольшая по сравнению с территорией субъекта РФ. Система предупреждения и ликвидации ЧС «Росатом» (ОСЧС) эффективна и работает в целях обеспечения функционирования как атомной отрасли, так и защиты населения и территорий от последствий рассматриваемой ЧС. В кратком виде основные функции ОСЧС включают: предупреждение радиационной аварии и ЧС в сфере Госкорпорации; оперативное реагирование на РА для предотвращения неконтролируемого изменения РО и недопущения ЧС или снижения возможного ущерба. В рассматриваемых особых условиях ОСЧС должна работать в режиме повышенной готовности, а также получить развитие за счет ее совершенствования и наращивания, как на объектовом уровне, так и за счет развития территориальной системы аварийного реагирования в районе локации ОАЭ.

Непосредственно радиационный мониторинг (РМ) представляет собой регулярные наблюдения РО с целью контроля динамики изменения этой обстановки и выявления аномалий для проведения исследований и оперативного вмешательства. РМ включает: наблюдения за естественным радиационным фоном, а также наблюдения за радиоактивным загрязнением техногенного характера таких основных природных компонентов как: воздуха, воды, пищевых продуктов, почв. При осуществлении РМ в общем виде применяются следующие методы: методы предварительной оценки радиационной обстановки на местности; методы аэрогамма-съемки; различные полевые методы измерения мощности дозы; мобильные системы радиационного контроля; методы пешеходной гамма-съемки; методы отбора проб окружающей среды, в том числе: методы отбора проб воздуха и их обработки; методы отбора проб воды, в т.ч. донных отложений и их обработка и др.

В последние три десятилетия в части субъектов РФ были созданы и в современных условиях получили активное развитие территориальные системы аварийного реагирования и радиационного мониторинга (ТС АР РМ) [5, 8]. Непосредственно в районе с рассматриваемыми особыми условиями, таких систем на настоящий момент пока нет. Но проблема создания и дальнейшего развития ТС АР РМ в регионе с особыми условиями адекватно резко возросшим

угрозам возникновения ЧС с радиационным фактором назрела и является очень острой. Подобные системы должны создаваться заранее, так как на их разработку, проектирование и построение нужно значительное количество времени.

Анализ опыта создания ТС АР РМ показал, что в этом регионе с особыми условиями построение таких систем должно осуществляться по субъектовому принципу. В каждом субъекте РФ применительно к местным условиям создается ТС АР РМ, которая на общем уровне может быть интегрирована в Единую государственную систему предупреждения и ликвидации ЧС (РСЧС). Результаты анализа сложившейся ситуации на Юго-западе государства показали актуальность такого построения и поэтапного развития ТС АР РМ, в первую очередь, в районе локации Запорожской АЭС, а также на прилегающих территориях. На этом ОАЭ ситуацию осложняет тот факт, что на территории АЭС имеется сухое хранилище отработанного ядерного топлива (СХОЯТ), на котором скопилось большое количество контейнеров с ядерным топливом. Причем эти контейнеры находятся практически на открытой площадке. Еще более чем полгода назад были приняты меры к созданию защитных конструкций над этими контейнерами. Но угроза возникновения РА все еще достаточно высока. Мощной специальной защиты эти ПОЭ ОАЭ пока не имеют. Быстрое создание защиты, а также дальнейшее перемещение этих ПОЭ из района с особыми условиями в современных условиях процесс трудновыполнимый и более того, связанный с рисками возникновения РА при перемещении контейнеров, так как не исключено воздействие на них именно в момент транспортировки. Исходя из этого, рационально на данном этапе защиту таких ПОЭ выстраивать на месте и поэтапно. В перспективе должно быть осуществлено строительство высокозащищенного хранилища, а также проведен ряд других мероприятий, в том числе, по созданию ТС АР РМ и ее дальнейшему развитию не только в этом субъекте РФ, но и на сопредельных территориях, в соседних с Запорожской областью субъектах РФ. На Западе и Юго-Западе страны в некоторых областях, прилегающих к зоне с особыми условиями ТС АР РМ ранее были созданы, но в современных условиях они должны получить новый виток развития, направленный на их дооснащение, наращивание и совершенствование. Важной функцией ТС АР РМ является мониторинг складывающейся обстановки, связанный с ОАЭ и радиационным фактором. В рамках этого в настоящее время применяются автоматизированные методы контроля, как непосредственно радиационной обстановки, так и погодных условий, и других параметров. Одной из основных составляющих компонентов ТС АР РМ является территориальная автоматизированная система контроля радиационной обстановки (АСКРО). Эта система использует методы автоматизированного контроля радиационной обстановки и показателей погодных условий на территории субъекта РФ.

В современных условиях на территории России функционирует двадцать пять территориальных АСКРО субъектов РФ, которые ранее были интегрированы в общую государственную систему ЕГАСМРО.

Одной из главных функций территориальной АСКРО в реальности является раннее обнаружение изменений РО в местах установки специальной измерительной аппаратуры на территории субъекта РФ. В процессе автоматизированного мониторинга РО может проводиться экспресс-оценка этой обстановки, что в большинстве случаев является важным моментом аварийного реагирования на ЧС с радиационным фактором.

В рамках проводимых научных изысканий, направленных на развитие методов автоматизированного мониторинга обстановки в районе локации ОАЭ, в том числе в особых условиях, была разработана методика, позволяющая обосновать средства контроля и мониторинга обстановки в районе локации ОАЭ при рассматриваемых особых условиях в целях повышения защиты территорий и населения. Применение такой методики позволило провести ряд исследований и обосновать требования к средствам и способам для реализации и развития рассматриваемых методов мониторинга. Также проводился ряд экспериментальных исследований в рамках НИОКР, имеющих цель уточнение этих требований [9, 10].

Наряду с прочим в ходе проведения исследований рассматривался и экономический аспект, в том числе проводился научно-экономический анализ применения рассматриваемых методов мониторинга. Оценивать экономический ущерб от последствий РА сложно. При масштабных РА негативные факторы имеют очень долговременные последствия. Научные исследования, выполненные в рамках описанной в статье проблематики, позволили создать методику для определения экономической эффективности разрабатываемых средств и способов для реализации рассматриваемых методов автоматизированного мониторинга. Общий показатель этой экономической эффективности определяются по формуле

$$\Delta C_{ср.КРО} = C_{безср.КРО} - C_{ср.КРО}, \quad (1)$$

где $\Delta C_{ср.КРО}$ – критерий экономической эффективности средств и способов для реализации и развития методов автоматизированного мониторинга;

$C_{безср.КРО}$ – экономический показатель стоимости вероятного ущерба от ЧС, обусловленной РА, без применения разработанных и предлагаемых средств и способов КРО;

$C_{ср.КРО}$ – экономический показатель стоимости вероятного ущерба от ЧС, обусловленной РА, при применении разработанных и предлагаемых средств и способов КРО.

С высоким уровнем достоверности критерий $\Delta C_{ср.КРО}$ определять достаточно сложно. Причины этих сложностей, в первую очередь это долговременный и общественно-социальный характер негативных последствий РА [11]. Например, по некоторым общим оценкам только экономический ущерб от РА на Чернобыльской АЭС за первые четыре года составил более 200 млрд руб. (по курсу 1990 г.). По другим оценкам на 2000 г. этот ущерб составил более 350 млрд долларов. При этом окончательных оценок полного масштаба экономического ущерба на сегодняшний день нет. В отчете Чернобыльского форума 2005 г. приведено, что общий масштаб последствий за два десятилетия после РА, исчислялся сотнями млрд долларов. Экономический ущерб от последствий РА на АЭС «Фукусима-1» в полной мере также оценить сложно [12]. Экономический ущерб от этой РА, по официальной оценке властей Японии, около 200 млрд. долларов. Более поздние оценки, проведенные Японским центром экономических исследований в Токио, определили этот ущерб на сумму более 320 млрд. долларов. При этом учитывалась стоимость ликвидации РА, утилизации загрязненной радиоактивными веществами (РВ) почвы, очистки радиоактивной воды, завершения работы атомной станции и выплат пострадавшим людям.

Подобные экономические оценки позволяют судить о возможной масштабности последствий ЧС, обусловленных РА и важности и необходимости рассматриваемых в статье подготовительных мер, в том числе важности вопросов, направленных на развитие методов автоматизированного мониторинга обстановки в районе локации ОАЭ в рассматриваемых особых условиях.

Результаты и их обсуждение

В ряде субъектов РФ, прилегающих к зоне с особыми условиями, территориальные АС-КРО уже созданы ранее. Но в рассматриваемых особых условиях даже при наличии такой системы нужно не просто усиление системы реагирования на аварийные ситуации радиационного характера, но и адаптация этой системы к особым условиям с учетом возможных, в том числе умышленных воздействий. В связи с возрастанием риска выброса РВ и загрязнения радионуклидами окружающей среды необходимо развитие и усиление объектовой АСРК и дополнительные меры по повышению устойчивости ее функционирования.

При этом необходимо повышение защищенности элементов системы и обеспечение надежным электропитанием стационарных средств радиационного контроля на промышлен-

ной площадке объекта и в СЗЗ объекта. Мобильные средства контроля радиационной обстановки (КРО) также должны быть адаптированы к особым условиям обстановки. Осуществление таких инженерно-технических мероприятий, связанных с реализацией и развитием рассматриваемых методов мониторинга, не укладывается в рамки одного ведомства и даже министерства. Эти мероприятия должны осуществляться органами исполнительной власти в субъекте РФ; администрацией ОАЭ; МЧС России, и прежде всего, гражданской обороны. При осуществлении мероприятий по созданию и дальнейшему развитию территориальной АСКРО в субъектах РФ с особыми условиями, необходимо осуществить развитие и наращивание предполагаемых к использованию сил и средств на случай возникновения РА. Исходя проведенного анализа предметной области, вызовов современности и уже имеющегося опыта [2] в первую очередь полномасштабно нужно развивать такие уже существующие системы в субъектах РФ, где находятся ОАЭ, это в Курской, Воронежской и Ростовской областях. А создавать и в дальнейшем развивать такие системы, прежде всего необходимо: в ДНР; ЛНР; в Крыму; в Херсонской и Белгородской областях.

В состав территориальной АСКРО входят стационарные и мобильные средства КРО [13, 14]. Построение и развитие территориальных АСКРО в районах с особыми условиями необходимо проводить поэтапно. Сначала необходимо провести проектирование системы для ее создания, учитывая конкретные местные условия, в том числе, физико-географические, климатические, экономические. Затем необходимо выстроить базовый вариант территориальной АСКРО [15] В дальнейшем должно осуществляться развитие составных частей системы за счет включения новых и совершенствования существующих ее элементов. Модель развития территориальной АСКРО по такому варианту приведена на рис. 1.

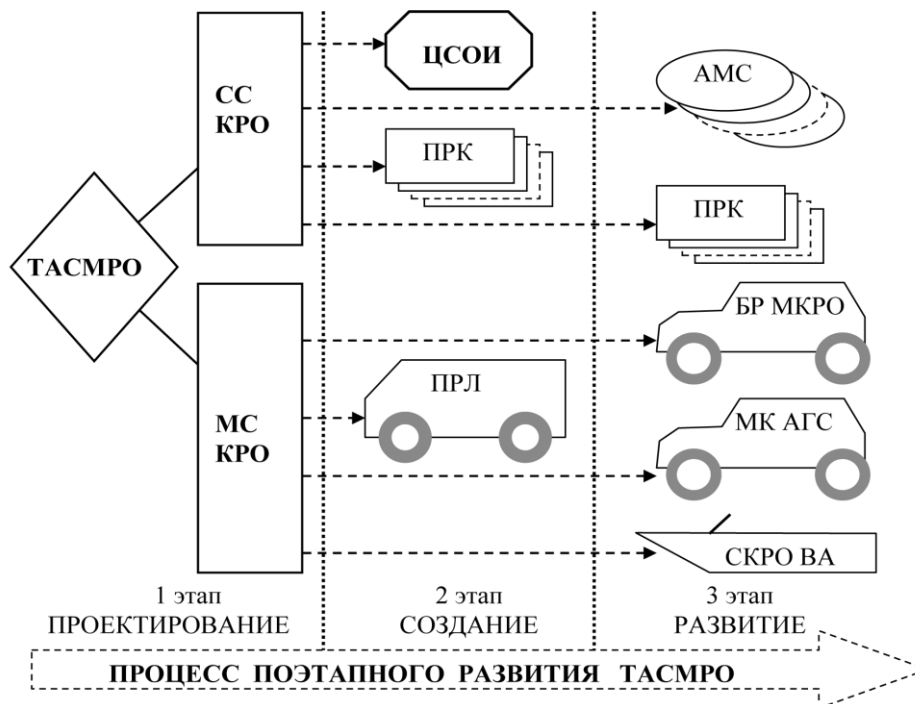


Рисунок 1 – Модель поэтапного создания и развития территориальной АСКРО.

СС КРО – стационарные средства КРО; МС КРО – мобильные средства КРО; ЦСОИ – центр сбора и обработки информации; ПРК – стационарный пост радиационного контроля; ПРЛ – передвижная радиометрическая лаборатория; АМС – автоматическая метеостанция; БР МКРО – быстроразвертываемый модуль контроля радиационной обстановки; МК АГС – мобильный комплекс аэрогамма съемки; СКРО ВА – средство КРО водной акватории

В общем виде в состав СС КРО входят ЦСОИ, стационарные ПРК, автоматические метеостанции. ЦСОИ включает такие основные элементы, как: сервер сбора данных; рабочие станции (РС); базу данных (БД); блок моделирования и прогнозирования; средства сбора, получения и передачи данных. Описанные результаты научных исследований в рассматриваемой сфере позволили определить и обосновать структуру и состав комплекса мобильных средств КРО территориальной АСКРО, прежде всего, для особых условий. Именно за счет создания, внедрения и использования этих мобильных средств рассматриваемые методы мониторинга обстановки в районе локации ОАЭ должны получить наибольшее развитие.

Модель построения комплекса мобильных средств КРО территориальной АСКРО и его основного состава приведена на рис. 2 [16,17].

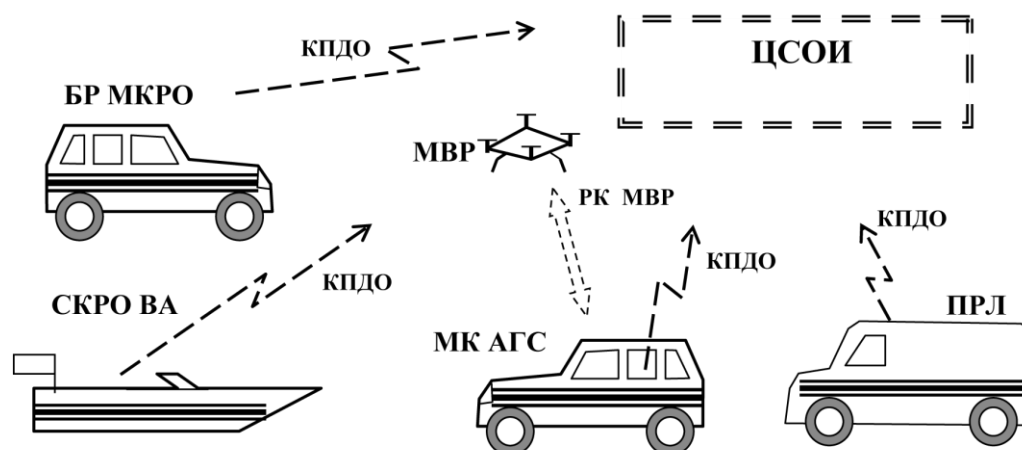


Рисунок 2 – Модель построения комплекса МС КРО территориальной АСКРО в субъекте РФ. МВР – модуль воздушной разведки МК АГС на базе беспилотного летательного аппарата БПЛА; РК МВР – радиоканал передачи данных МВР; КПДО – каналы для передачи данных об обстановке

К числу особых требований к приведенным средствам относятся: требования по защищенности от вооруженного воздействия; резервное или автономное электропитание; требования по информационной защите каналов передачи данных; требование по устойчивой работе каналов передачи данных, дублирование каналов передачи данных; требования к используемым транспортным платформам для МС КРО, учитывающие эти особые условия.

Получаемые в результате проведения мониторинга данные обстановки необходимы для дальнейшего функционирования ТР АР РМ. Прежде всего, для такого немаловажного компонента системы как подсистемы поддержки принятия решений на аварийное реагирование (ПППР АР) и подсистемы информирования (ПИ). ПППР АР и ПИ в особых условиях также должны получить необходимое развитие. ПППР АР выполняет функции по обобщению, анализу и верификации получаемой информации об обстановке с выполнением действий по моделированию и прогнозированию возможных последствий РА в целях поддержки принятия решений по минимизации негативных последствий ЧС, обусловленных РА и защите населения и территорий. Такая система должна взаимодействовать со структурами регионального, межрегионального и федерального уровней, имеющими отношение к рассматриваемой сфере, а также иметь поддержку экспертных и научно-исследовательских учреждений. ПИ ТР АР РМ должна выполнять задачи по информированию органов исполнительной власти, в том числе, органов местного самоуправления, военно-гражданской администрации в районе с особыми условиями, а также населения в целях обеспечения нужного уровня безопасности жизнедеятельности граждан и принятия мер по их защите от негативных воздействий, связанных с ЧС.

Вывод

Таким образом, создание и развитие ТР АР РМ в регионе с особыми условиями, определяемые сложной военно-политической обстановкой, позволит решать задачи по предупреждению и ликвидации ЧС, обусловленных авариями на ОАЭ, на более качественном уровне и приведет к уменьшению экономических затрат в ходе обеспечения высокого уровня защиты населения и территорий от подобных ЧС. Развитие и реализация методов автоматизированного мониторинга обстановки в районе локации ОАЭ в особых условиях в рамках общего развития ТР АР РМ имеет достаточно высокую государственную и экономическую значимость.

Библиография

1. Симонов А.В., Пантелеев В.А., Сегаль М.Д., Попов Е.В., Яковлев В.Ю. Опыт реагирования на чрезвычайные ситуации с радиационным фактором и значение методологии вероятностного анализа безопасности третьего уровня (ВАБ-3) для совершенствования системы аварийного реагирования. – Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2018, № 2, с. 127-134.
2. В МИД РФ заявили о повреждении беспилотниками стен на складе ядерных отходов Курской АЭС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.interfax.ru/russia/9280083>, 20:28, 28.10.2023.
3. Указ Президента Российской Федерации от 19.10.2022 № 757 «О мерах, осуществляемых в субъектах Российской Федерации в связи с Указом Президента Российской Федерации от 19 октября 2022 г. № 756».
4. Катастрофы и безопасность / В. А. Акимов, В. А. Владимиров, В. И. Измалков; МЧС России. – Москва: Деловой экспресс, 2006. – 387 с.
5. Труды ИБРАЭ РАН/под общ. ред. чл.-кор. РАН Л.А.Большова; Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. – М.: Наука, 2007. Вып.15: Развитие систем аварийного реагирования и радиационного мониторинга / науч. ред. Р.В. Арутюнян. – 2014. – 315 с.: ил. – ISBN 978-5-02-039111-6 (в пер.).
6. Арутюнян Р.В., Воронов С.И., Камышанский М.И., Кучеренко С.В., Овсяник А.И., Пантелеев В.А., Перевошиков В.Я., Седнев В.А. Основы организации и обеспечения радиационной безопасности населения: Учебник / Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2011. – 384 с.
7. Постановление Правительства РФ от 10 ноября 2020 г. № 1809 "Об обеспечении особого режима защиты от актов незаконного вмешательства в зонах безопасности объектов топливно-энергетического комплекса, включенных в перечень отдельных объектов топливно-энергетического комплекса, вокруг которых устанавливаются зоны безопасности объектов топливно-энергетического комплекса с описанием местоположения границ таких зон"
8. Попов Е.В., Гаврилов С.Л. Средства контроля радиационной обстановки территориальных автоматизированных систем контроля радиационной обстановки. В книге: Обеспечение безопасности жизнедеятельности населения и защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Материалы научно-практической конференции. Издательство: Академия Государственной противопожарной службы МЧС России. Москва, 2018. С. 104-112. EDN: VPYKEL.
9. Воронов С.И., Попов Е.В., Кондратенко С.С., Гаврилов С.Л., и др. Оценка результатов внедрения и апробации функционирования комплексной системы мониторинга за состоянием защиты населения на территориях радиоактивного загрязнения (КСМ – ЗН) в пилотных зонах и моделирование обобщенных сценариев их развития на территории центрального региона России, подвергшейся радиоактивному загрязнению вследствие аварии вследствие аварии 26 апреля 1986 г. на Чернобыльской АЭС / Отчет о НИР № 2.1.1.1/2 от 26.04.2013 / ИБРАЭ РАН: – Москва, 2013.- 235 с.

10. Арутюнян Р.В., Гаврилов С.Л., Попов Е.В., Симонов А.В. и др. Определение путей развития КСМ-ЗН за счет создания быстроразвертываемого модуля контроля радиационной обстановки, интегрированного в состав КСМ-ЗН / Отчет о НИР №27 от 19.03.2014. Номер государственной регистрации: 115120310049 / ИБРАЭ РАН: – Москва. 2014. – 323 с.

11. Воронов С.И., Седнёв В.А., Смуров А.В. Оценка последствий аварии на Чернобыльской АЭС и основные направления обеспечения ядерной, радиационной и экологической безопасности территорий // Сборник материалов круглого стола "Эколого-ориентированное управление рисками и обеспечение безопасности социально-экономических и общественно-политических систем и природно-техногенных комплексов". – М.: Государственный университет управления, 2017. С. 52-60.

12. Арутюнян Р.В., Большов Л.А., Боровой А.А., Велихов Е.П. Системный анализ причин и последствий аварии на АЭС «Фукусима-1» / Монография. ИБРАЭ РАН, Москва, 2018, 408 с. SBN: 978-5-9907220-5-7.

13. Пантелеев В.А., Сегаль М.Д., Попов Е.В., Гаврилов С.Л., Шикин С.А., Пименов А.Е. Территориальные АСКРО и перспективы использования вероятностного анализа безопасности третьего уровня (ВАБ-3) для оптимизации размещения постов контроля. Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2018, № 4, с. 66-78. EDN: XYMQUN

14. Voronov S.I., Popov E.V., Sednev V.A., Voronov O.S. Public safety conditions under radiological emergencies monitoring comprehensive system mobile facilities application. В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "Advances in Science for Agriculture "Achievements of Science for the Agro-Industrial Complex". 2021. С. 012049. 843 (2021). 012049, pp. 1-9. DOI: 10.1088/1755-1315/843/1/012049 EDN: VWQZHR

15. Попов Е.В. Радиационный мониторинг и комплексное применение стационарных и мобильных средств контроля радиационной обстановки на радиоактивно загрязненных территориях в результате аварии на Чернобыльской АЭС. В сборнике: Радиоэкологические последствия радиационных аварий: к 35-ой годовщине аварии на ЧАЭС / Сборник докладов международной научно-практической конференции / Обнинск, 2021. С.211-214.

16. Попов Е.В., Воронов О.С. Комплексное ведение радиационной разведки и обследование объектов мобильными средствами контроля радиационной обстановки в условиях чрезвычайной ситуации радиационного характера. В книге: Гражданская оборона на страже мира и безопасности. материалы V Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны. Москва, 2021. С.498-508.

17. Пантелеев В.А., Сегаль М.Д., Гаврилов С.Л., Пименов А.Е., Попов Е.В., Мартынюк Ю.Н. Оптимизация функциональных возможностей быстроразворачиваемой АСКРО с использованием методов вероятностного анализа безопасности третьего уровня (ВАБ-3)//АНРИ. 2018, № 1(92). С. 40-52. EDN: YQZJFK

DEVELOPMENT OF METHODS FOR AUTOMATED MONITORING OF THE SITUATION IN THE AREA OF THE LOCATION OF A NUCLEAR POWER FACILITY IN SPECIAL CONDITIONS, TAKING INTO ACCOUNT ECONOMIC NECESSITY

Voronov S.I., Popov E.V.
Federal research center "Nemchinovka"

Abstract

The article considers an urgent problem in modern conditions of substantiation and development of methods for monitoring the situation in the area of the location of a nuclear power facility during the creation and strengthening of a territorial emergency response system in special conditions determined by the military-political situation. The essence of the methods, the results of practical developments are briefly considered and some proposals for the integrated use of tools for the implementation of these monitoring methods are presented.

Keywords

Nuclear power facility, radiological emergency, emergency situation, method of automated monitoring of the situation, radiation monitoring, territorial monitoring system of the radiation situation, means of monitoring the radiation situation, economic efficiency of the means.