

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОБЪЕКТЕ "УКРЫТИЕ"

В. Г. Батий

Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, Чернобыль

Описан системный подход к развитию методов повышения уровня радиационной безопасности в процессе практической деятельности на объекте "Укрытие", в первую очередь при его преобразовании в экологически безопасную систему. Сделан краткий обзор разработанных методических подходов, измерительных и вычислительных методик, направленных на обеспечение требуемого уровня радиационной безопасности при производстве работ и обращении с образующимися радиоактивными отходами.

Введение

К началу практической деятельности по преобразованию объекта "Укрытие" (1998 г.) существовало большое количество проблем, связанных с необходимостью обеспечения радиационной безопасности при планировании работ в специфических условиях этого объекта. Это было связано с отсутствием многих необходимых исходных данных и методик для их получения, большими дозозатратами при проведении научно-исследовательских работ на объекте "Укрытие", отсутствием методик расчета доз, в частности внутреннего облучения, началом процесса создания новых нормативных документов Украины, приведших к существенному повышению требований к уровню радиационной безопасности, недостатком финансирования и др.

В Институте проблем безопасности АЭС (до 2004 г. – Межотраслевой научно-технический центр "Укрытие") на протяжении последних лет проводились системные исследования и разработки, направленные на решение этих вопросов. Работа проводилась в ряде направлений:

- разработка общих методических подходов;
- разработка новых измерительных методик и их применение для уточнения данных о радиационной обстановке на объекте "Укрытие";
- разработка и использование методов математического моделирования и компьютерной графики;
- разработка мероприятий по радиационной защите;
- оптимизация схем обращения с радиоактивными отходами и др.

В настоящей работе описан общий подход к развитию методов повышения уровня радиационной безопасности, сделан краткий обзор разработанных методических подходов, измерительных и вычислительных методик, направленных на обеспечение требуемого уровня радиационной безопасности при проектировании и производстве работ по преобразованию объекта "Укрытие" в экологически безопасную систему.

Общий методический подход

На рис. 1 приведена схема научно-технической деятельности по повышению уровня радиационной безопасности.

При анализе планируемой деятельности в максимальной степени используется опыт аналогичной деятельности [1], опыт предыдущей деятельности на объекте "Укрытие"[2], а также результаты выполненных научно-исследовательских работ [3].

Исходя из проведенного анализа, формулируется перечень необходимых данных о радиационной обстановке и характеристиках прогнозируемых радиоактивных отходов (РАО), сбор и анализ таких данных [4], оценка их достаточности.



Рис. 1. Научно-техническая деятельность по повышению уровня РБ.

На основе проведенного анализа формулируется перечень данных, требующих уточнений, выбираются необходимые методы (измерительные, вычислительные) и проводятся необходимые исследования. Краткий обзор применяемых методов и методик приведен ниже.

Исходя из анализа планируемой деятельности (места проведения и виды работ, трудозатраты, прогнозируемое количество РАО) и полученных исходных данных по радиационной обстановке и характеристиках РАО, проводится расчет доз персонала [5], воздействий на окружающую среду [6], а также анализ радиационных рисков, связанных с потенциальным облучением [7].

На следующем этапе проводится анализ соответствия предложенных технических решений принципам и критериям радиационной безопасности, в частности принципам непревышения [8] и безопасного обращения с РАО [9]. Основные особенности применения принципов и критериев радиационной безопасности при производстве работ на объекте "Укрытие" были изложены в работе [2], принципов обращения с РАО – в работе [9]. Для обоснования оправданности предлагаемой деятельности разработана и используется методика на основе многокритериального подхода [10].

Противорадиационная защита при реализации проектов, удовлетворяющим принципам оправданности и непревышения должна осуществляться с учетом принципа оптимизации, который в международной практике принято называть принципом ALARA (As Low as Reliably Achieved - настолько низко, насколько это реально достижимо). Для решения этой задачи разрабатываются различные альтернативные варианты конструктивных и технологических решений и на основе ALARA анализа выбирается оптимальный вариант, для которого выбирается оптимальный набор мероприятий по противорадиационной защите. В случае возникновения трудностей с оптимизацией противорадиационной защиты могут быть пересмотрены и технические решения. Процедуры оптимизации детально описаны в работе [11].

Для выбранного варианта рассчитываются индивидуальные и коллективные эффективные дозы при производстве работ, радиационные риски при возможных авариях, воздействия на окружающую среду, объемы и характеристики образуемых РАО и проводится окончательный анализ уровня радиационной безопасности.

В процессе реализации принятых решений проводится непрерывный мониторинг доз и воздействий, а также анализ эффективности мероприятий по радиационной безопасности и схемы обращения с РАО. При необходимости проводятся дополнительные исследования и корректировка проектных решений. Так, в процессе авторского надзора за реализацией проекта стабилизации строительных конструкций объекта "Укрытие" по мере уточнения радиационной обстановки на конкретных рабочих местах и выявления зон с повышенными значениями мощности дозы был разработан целый ряд дополнительных решений по экранированию [12].

Проблемные вопросы, возникающие в процессе деятельности по повышению уровня радиационной безопасности и оптимизации обращения с РАО, ложатся в основу разрабатываемых предложений по дальнейшей научно-технической деятельности в этом направлении (разработка новых измерительных и вычислительных методик, проведение дополнительных исследований на объекте "Укрытие" и т.п.).

Методики измерений в условиях объекта "Укрытие"

Для изучения энергетических и угловых распределений гамма-излучения в зонах производства работ, а также для физического моделирования биозащиты был разработан целый ряд установок, в том числе (рис. 2):

установка "Экран" для оценки угловых распределений гамма-излучения и моделирования биозащиты [13];

многодетекторное устройство для измерения угловых распределений гамма-излучения ШД-1 - шаровой детектор (способ и устройство защищены патентами [14, 15]);

гамма-спектрометр с коллимированным детектором СЕГ-04К [16];

дозиметры-радиометры с выносными коллимированными детекторами [16].

Разработанные установки применялись для получения недостающих данных в процессе предпроектных исследований в зонах производства работ по стабилизации, уточнения данных в процессе реализации проекта (работы продолжаются в настоящее время), получения данных в зоне монтажа "Арки" нового безопасного конфайнмента, зоне строительства нового санпропускника ЧАЭС, в других исследованиях. На рис. 3 представлены данные о направлении на основные источники излучения в зоне монтажа "Арки".

На рис. 4 представлены спектры гамма-излучения в точке 8 в направлении на верхние отметки объекта "Укрытие" (30° вверх) и в направлении вертикально вверх (рассеянное в воздухе излучение – "небесное сияние"). Спектры заметно отличаются, что необходимо учитывать при проектировании биозащиты.

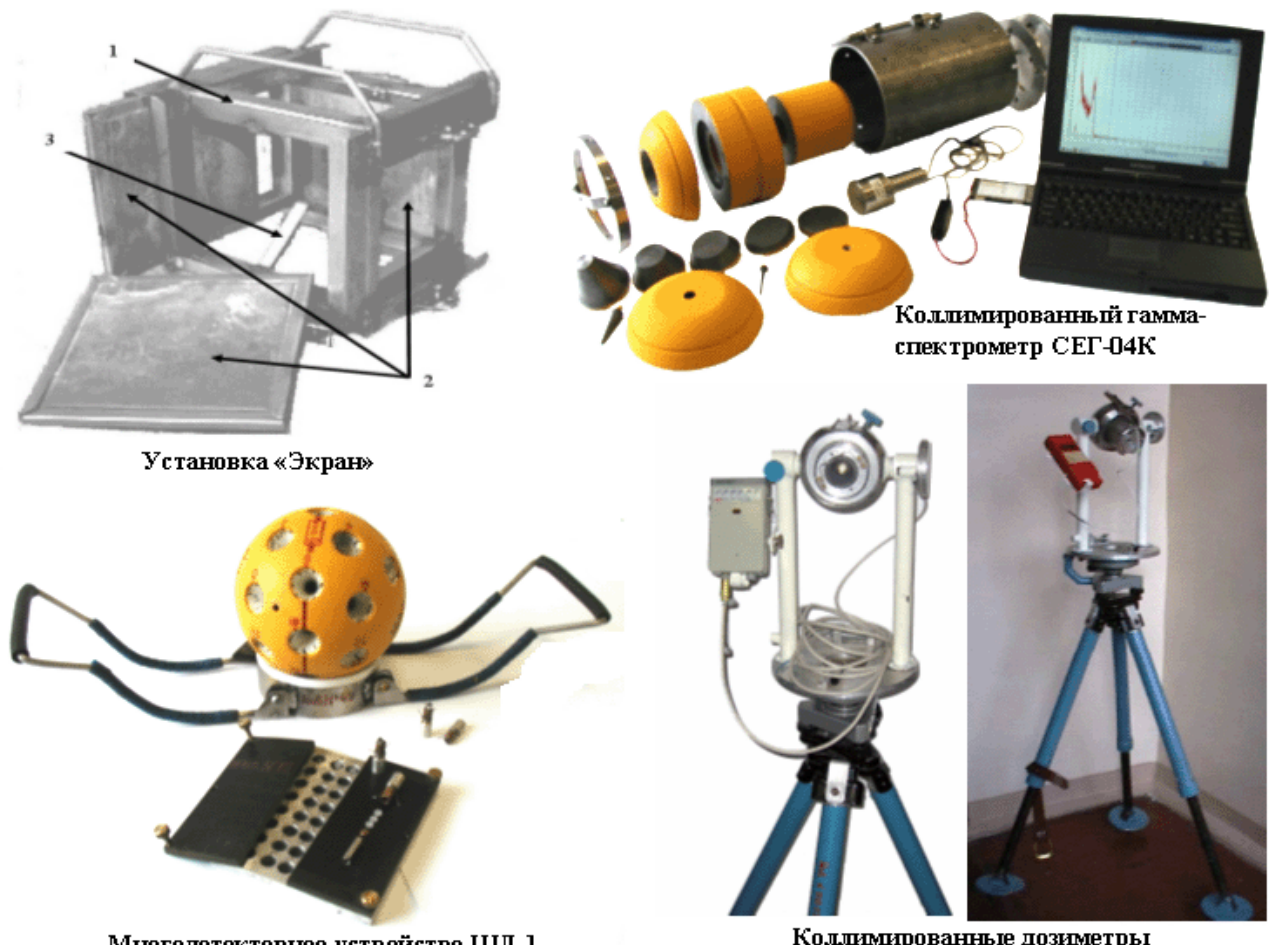


Рис. 2. Установки для измерения характеристик гамма-излучения и моделирования биозащиты в условиях объекта "Укрытие".

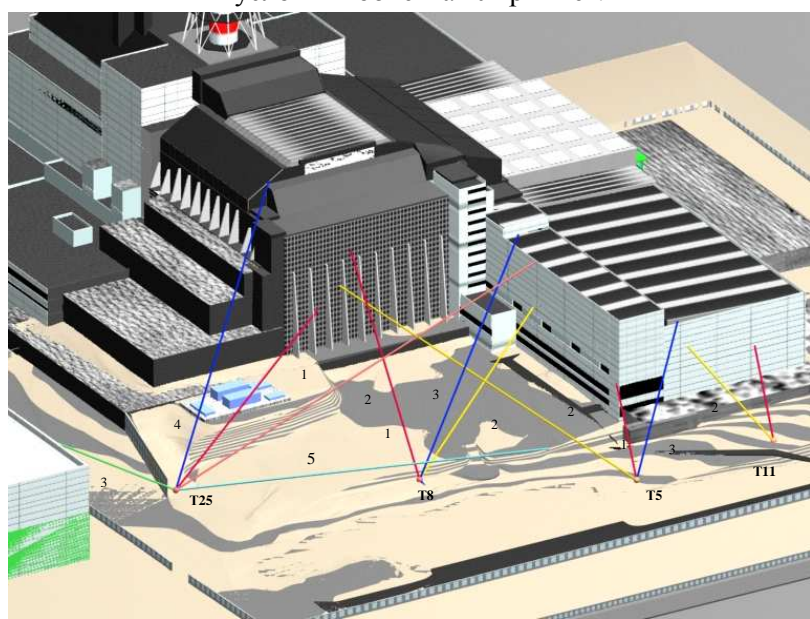


Рис. 3. Основные направления гамма-излучения, формирующие МЭД в точках измерения 5, 8, 11 и 25.

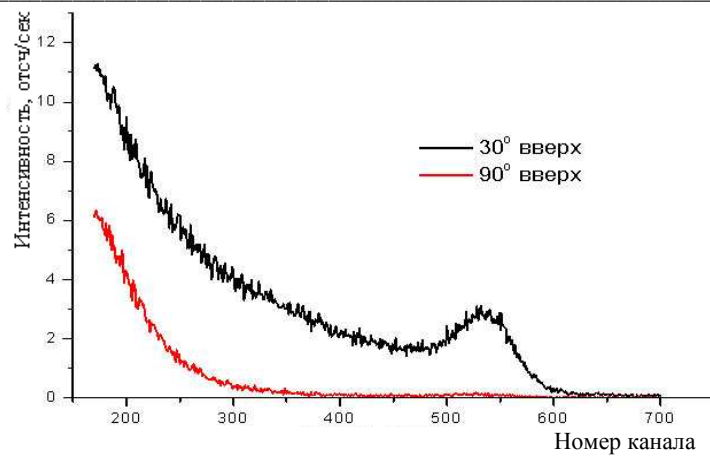


Рис. 4. Спектры гамма-излучения в точке 8.

ности атмосферных аэрозолей при работах на объекте "Укрытие" путем измерения концентрации обычной пыли и оценки активности в воздухе по соответствующим корреляционным отношениям.

Созданный комплекс методик позволяет получать недостающие данные в сложных условиях объекта "Укрытие" и обеспечить оптимальный выбор мероприятий по РБ и схемы обращения с РАО. Для оптимального использования методик и уменьшения дозозатрат при проведении измерений в предполагаемых зонах производства работ была разработана методика проведения предпроектных исследований [20].

Математическое моделирование

В сложных радиационных условиях объекта "Укрытие" проведение широкомасштабных исследований не всегда оправданно в связи с большими дозозатратами, а во многих случаях и невозможно в связи с отсутствием путей доступа. Поэтому большое внимание уделяется математическому моделированию радиационных условий, а также биозащиты.

Так, для расчета доз внутреннего облучения персонала и воздействий на окружающую среду в работах [2, 6, 7, 20, 21] и других моделируется процесс подъема радиоактивной пыли и аэрозолей как при производстве различных видов работ в объекте "Укрытие" и на загрязненной территории (земляных, сварочных и пр.), так и при возможных авариях.

В работах [21, 22] описаны различные используемые модели переноса радиоактивных аэрозолей. Так, в работе [22] показано, что широко применяемые инженерные модели [21] приводят к хорошим результатам на определенном расстоянии от зданий, однако при расчетах концентрации радиоактивных аэрозолей для получения достоверных результатов внутри и вблизи зданий необходимо использовать уточненные математические модели переноса мелкодисперсной пыли на основе уравнений турбулентного движения вязкого нагреваемого газа. В работе [22] численно решена нестационарная задача о распространении радиоактивных аэрозолей в непосредственной близости от объекта "Укрытие". Показано, что использование приближенных общепринятых инженерных моделей приводит к занижению доз облучения персонала в первые минуты после выброса примерно на порядок.

Для более точного расчета доз внешнего облучения, оптимизации защиты и решения других задач в работах [23, 24] проводилось математическое моделирование спектров гамма-излучения от объекта "Укрытие" и контейнеризованных РАО. В работе [25] проводилось моделирование изменения радиационной обстановки при производстве земляных работ на радиоактивно загрязненной территории (удаление загрязненного грунта или засыпка чистым грунтом). В этой работе для учета вклада излучения непосредственно от объекта "Укрытие" предложена простая эмпирическая формула и показано, что расчетные значения хорошо совпадают с измеренными на расстояниях более 100 м.

В настоящее время продолжают развиваться разработки новых методик. Разработана методика и установка для измерения плотности поверхностных бета-загрязнений в условиях сильного гамма-фона, проведены испытания модели многодетекторной установки для оперативного измерения угловых распределений гамма-излучения на основе CdZnTe детекторов [17], разработана методика сортировки РАО на основе ковшового дозиметра [18]. В работе [19] предложена методика экспресс-детектирования удельной актив-

В работе [18] было проведено математическое моделирование процесса сортировки радиоактивно загрязненных грунтов, показана необходимость применения ковшового дозиметра с коллимированным детекторным блоком при производстве работ вблизи объекта "Укрытие", определены граничные условия применения ковшового дозиметра при работе в условиях сильного гамма-фона. В работе [26] проведено математическое моделирование процесса измерения характеристик упаковки с лавообразными топливосодержащими материалами (ЛТСМ). Были рассчитаны нейтронные и гамма-спектры, плотности потока нейтронов и гамма-квантов, мощности эквивалентных доз персонала. Аналогичные расчеты проведены для случая экранирования упаковки свинцом различной толщины. Показано увеличение вклада нейтронного излучения в суммарную мощность дозы с ростом толщины защиты. Обоснована целесообразность применения свинцовых фильтров при измерении содержания ядерных материалов в ЛТСМ пассивным нейтронным методом.

Была также разработана математическая модель, адекватно отображающая процесс измерения угловых распределений при помощи установки ШД1. Результаты расчетов [27] хорошо совпадают с результатами калибровочных измерений. Это указывает на то, что разработанная математическая модель реальной установки позволяет достаточно надежно проводить математическое моделирование реального процесса измерения угловых распределений. Результаты моделирования позволяют уточнить функцию отклика установки ШД1 и повысить точность измерений.

Для математического моделирования биозащиты с использованием данных об угловых распределениях гамма-излучения, полученных при помощи установки ШД-1, была разработана вычислительная программа. В программе предусмотрено задание пространственной конфигурации экранов. В частности, для каждого экрана возможно задание ориентации, положения и геометрических размеров (рис. 5).

При вычислениях используются угловые распределения интенсивности гамма-излучения в местах производства работ. Это позволяет точнее определить направления экранирования, размеры экранов для выделенного направления, коэффициенты снижения значений мощности экспозиционной дозы (МЭД). Это также дает возможность варьировать комбинации экранов с различными геометрическими параметрами для данного рабочего места в зависимости от направлений на основные источники излучения.

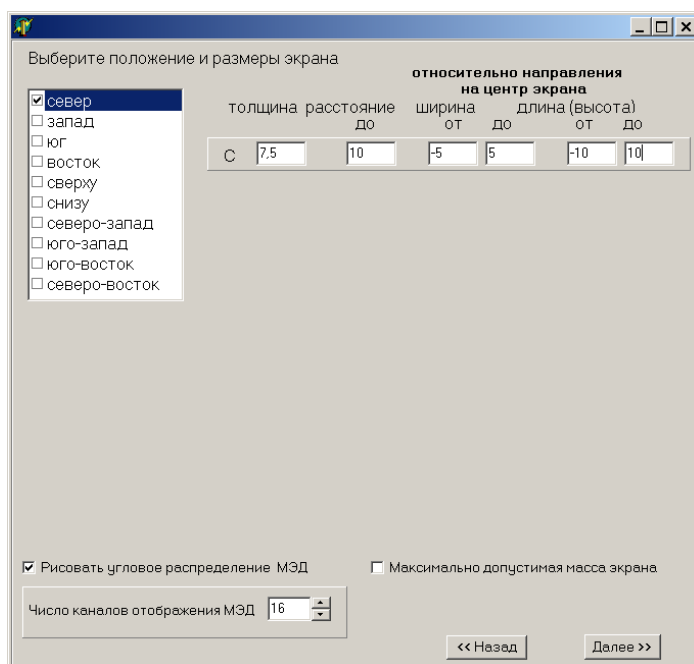


Рис. 5. Графический пользовательский интерфейс для ввода данных в процессе математического моделирования биозащиты.

Для проверки точности математического моделирования был проведен ряд измерений по физическому моделированию биозащиты при помощи установки "Экран" (см. рис. 1). Пример сравнения результатов физического и математического моделирования приведен на рис. 6. Удовлетворительное согласие измеренных и расчетных значений указывает на высокую точность измерений угловых распределений и достоверность математической модели расчета эффективности экранирования от гамма-облучения.

Описанный выше методический подход широко использовался при проектировании решений по экранированию в процессе производства работ по стабилизации строительных конструкций объекта "Укрытие" [12].

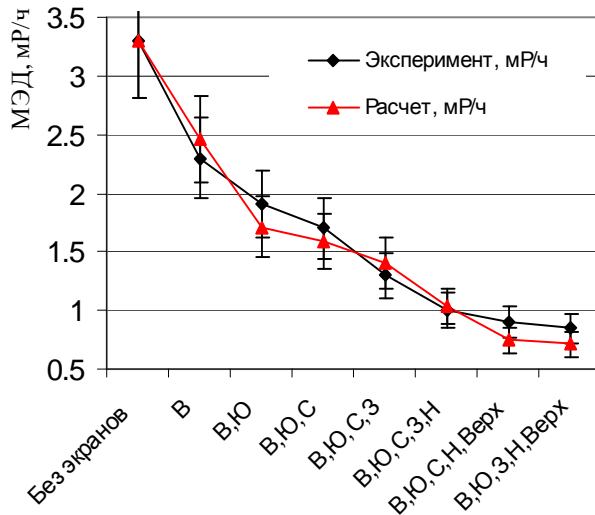


Рис. 6. Сравнение результатов физического и математического моделирования.

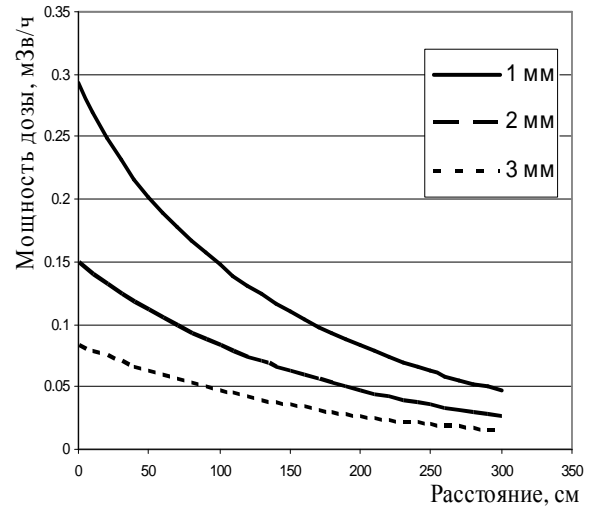


Рис. 7. Ослабление мощности эквивалентной дозы от бета-излучения в воздушной среде и СИЗ различной толщины.

Для выбора оптимальных средств защиты от внешнего бета-облучения была разработана специальная вычислительная программа [28], позволяющая вычислять мощность эквивалентной дозы с учетом ослабления в воздухе и материале защиты. На рис. 7 приведен пример расчета для реальных условий в загрязненном помещении 4004/1, где планируется проведение работ по модернизации системы байпаса. Без применения средств индивидуальной защиты (СИЗ) в непосредственной близости от загрязненной поверхности предел эквивалентной дозы облучения хрусталика глаза (150 мЗв) достигается менее чем за 1 ч, а предел эквивалентной дозы облучения открытых участков кожи (500 мЗв) достигается менее чем за 3 ч. Даже на расстоянии 3 м от загрязненной поверхности мощность дозы уменьшается только в 10 раз.

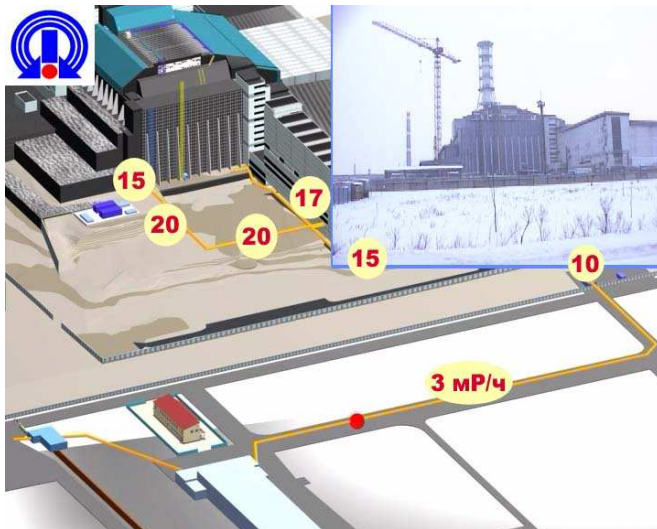


Рис. 8. Фрагмент анимационного фильма, моделирующего маршруты доступа.

На основании проведенных расчетов был сделан вывод о необходимости применения защитных масок при проведении работ в помещении 4004/1.

С целью оптимизации проектных решений и путей доступа, отработки альтернативных вариантов технологий и оптимизации решений по РБ активно используется компьютерная графика [29]. Технология создания компьютерного анимационного проекта основана на применении программных продуктов и оборудования: трехмерного моделирования и визуализации 3D Studio MAX R4.2 и платы нелинейного видеомонтажа (для включения имеющихся видеоматериалов) RT 2500 MATROX с программным обеспечением Adobe Premiere 6.0. На рис. 8

приведен фрагмент анимационного фильма, в котором проведено компьютерное моделирование маршрутов доступа с целью их оптимизации.

Практическое применение разработок и исследований

Разработанный методический подход и методики были практически применены в процессе реализации разнообозной деятельности по преобразованию объекта "Укрытие". В частности, были проведены предпроектные исследования в зонах производства работ по строительству нового санпропускника, стабилизации, зоне монтажа "Арки" нового безопасного конфайнмента. В настоящее время, по мере необходимости, проводятся дополнительные исследования в рамках авторского надзора за реализацией проекта стабилизации.

Разработанный подход вместе с результатами измерений и математического моделирования был применен при анализе безопасности и оценке воздействий на окружающую среду при разработке проектов строительства нового санпропускника, завода по переработке жидких РАО, стабилизации строительных конструкций объекта "Укрытие", реконструкции вентиляционной системы "Байпас", концептуального проекта нового безопасного конфайнмента, технико-экономического обоснования создания хранилища отработанного ядерного топлива реакторов ВВЭР, реконструкции пункта захоронения РАО "Буряковка", при разработке концепции и программы обращения с РАО объекта "Укрытие", концепции снятия с эксплуатации энергоблоков ЧАЭС и в других разработках.

В настоящее время выполняется научно-исследовательская работа "Разработка компьютерных моделей, измерительных методик и приборов для повышения безопасности на ядерно-радиационных объектах" с целью развития разработанного подхода и экспериментальных и расчетных методик для их применения на действующих объектах атомной энергетики.

Заключение

Предложен системный подход к развитию методов и методик повышения РБ в процессе преобразования объекта "Укрытие". Он включает в себя как набор процедур для учета принципов и критериев обеспечения РБ и оптимизации обращения с РАО, так и комплекс измерительных и вычислительных методик для получения необходимых исходных данных.

Одним из ключевых моментов является эффективное применение принципа оптимизации (ALARA) на всех этапах, начиная от получения исходных данных, кончая реализацией проектов. Для решения этой задачи необходимо самым оптимальным образом применять как современные методы измерений, так и методы математического моделирования и компьютерной графики.

Эффективность предложенного подхода подтверждена его успешным применением в целом ряде проектов, связанных с преобразованием объекта "Укрытие", снятием с эксплуатации энергоблоков ЧАЭС, практической деятельностью на загрязненной территории зоны отчуждения, созданием объектов ядерного топливного цикла.

Разработанный подход предполагает постоянное развитие используемых методов и методик с учетом опыта, накопленного в процессе практической деятельности. Предложенный методический подход и разработанные методики могут быть эффективно использованы при решении задач обеспечения РБ и обращения с РАО на действующих объектах атомной энергетики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алешин А.М., Батий В.Г., Закревский Ю.А., Рудько В.М.* Использование разработок МНТЦ "Укрытие" при обращении с радиоактивными отходами ПВЛРО зоны отчуждения ЧАЭС // Наукові та технічні аспекти міжнародного співробітництва в Чорнобилі: Зб. наук. ст. – К.: Укр-атомвидав, – 2000. - С. 362 - 366.
2. *Алешин А.М., Батий В.Г., Глухенький В.Н. и др.* Анализ безопасности реализации проекта стабилизации опорных узлов блоков балок Б1 и Б2 // Проблемы Чернобыля. - 2000. - Вып. 6. - С. 25 - 35.

3. Рудько В.М., Павловский Л.И., Батий В.Г и др. Разработка технологий безопасного выполнения работ по стабилизации объекта "Укрытие" // Там же. – 1998. - Вип. 3.- С. 17 - 20.
4. Batiy V.G., Aljoshin A.M., Rud'ko V.M. Radionuclide Composition and Ecological Danger of the "Shelter" Radioactive Waste // Abstract book of Int. Conf. on Nuclear Data for Science and Technology (May 19 - 24, 1997, Trieste, Italy). – 1997. - P. 238.
5. Батий В.Г., Деренговский В.В., Егоров В.В. и др. Расчет доз от ингаляционного поступления радионуклидов и внешнего облучения хрусталика глаза, кожи, кистей и стоп β -частицами // Проблемы Чернобиля. – 2000. - Вип. 6. - С. 96 - 103.
6. Ключников А.А., Щербин В.Н., Рудько В.М. и др. Оценка дополнительных воздействий на окружающую среду в процессе реализации работ по стабилизации объекта "Укрытие" // Проблемы безопасности атомных электростанций і Чернобиля. – 2004. - Вип. 1. - С. 14 - 23.
7. Батий В.Г., Кочнев Н.А., Рубежанский Ю.И. и др. Анализ радиационных рисков, связанных с потенциальными авариями при выполнении стабилизационных мероприятий на объекте "Укрытие" // Проблемы Чернобиля. – 2000. - Вип. 6. - С. 63 - 69.
8. Батий В.Г., Деренговский В.В., Егоров В.В. и др. Соблюдение принципа превышения // Там же. - С. 36 - 43.
9. Алешин А.М., Батий В.Г., Рудько В.М., Стоянов А.И. Принципы безопасного обращения с радиоактивными отходами на объекте "Укрытие" // Там же. - С. 153 – 159.
10. Батий В.Г., Деренговский В.В., Михайлюк В.П. и др. Проведение анализа доз/затрат/выгод по стабилизационным мероприятиям 14, 14а, 4 и б/н. // Проблемы Чернобиля. – 2003. - Вип. 13. - С. 108 - 115.
11. Батий В.Г., Павловский Л.И., Рудько В.М. Методика применения принципа оптимизации в процессе преобразования объекта "Укрытие" // Проблемы безопасности атомных электростанций і Чернобиля. – 2006. - Вип. 4. - С. 87 - 93.
12. Балан О.В., Батий В.Г., Глебкин С.И. и др. Оптимизация экранирования в процессе стабилизации строительных конструкций объекта "Укрытие" // Там же. - С. 104 - 110.
13. Batiy V., Glebkin S., Yegorov V. et. al. Mathematical and Experimental Shielding Modeling // Proceedings of American Nuclear Society Topical Meeting on Decommissioning, Decontamination, & Reutilization (Denver, USA, Aug. 7 - 11, 2005). -P. 233 - 236.
14. Батий В.Г., Егоров В.В., Ключников О.О. та ін. Спосіб вимірювання кутового розподілу інтенсивності гамма-випромінювання // МПК7 G01T 1/28. Патент на винахід № 51989 від 15.07.04 р. – Бюл. "Промислова власність", № 7, 15.07.04.
15. Батий В.Г., Егоров В.В., Закревський Ю.А. та ін. Пристрій для вимірювання кутового розподілу інтенсивності гамма-випромінювання // МПК7 G01T 1/28. Патент на винахід № 51987 від 15.07.04 г. – Бюл. "Промислова власність", № 7, 15.07.04.
16. Batiy V., Glebkin S., Pavlovskiy L. et.al Angular and Energy Characteristics of Gamma Field at the New Safe Confinement Construction Site // Proceedings of American Nuclear Society Topical Meeting on Decommissioning, Decontamination, & Reutilization, Denver, USA, Aug. 7 - 11, 2005.- P. 220 - 227.
17. Batiy V., Klyuchnykov A., Kochnev N. et. al. A Device for Search of Gamma-Radiation Intensive Sources at the Radiation Accident Conditions // Proceedings of American Nuclear Society Topical Meeting on Decommissioning, Decontamination, & Reutilization, (Denver, USA, August 7 - 11, 2005). - P. 228 - 232.
18. Батий В.Г., Правдивый А.А., Стоянов А.И. Оценка граничных условий применения ковшевого дозиметра для первичной сортировки при проведении земляных работ // Проблемы безопасности атомных электростанций і Чернобиля. – 2005. - Вип. 2. - С. 92 - 98.
19. Батий В.Г., Сизов А.А. Метод экспресс-детектирования удельной активности атмосферных аэрозолей при работах на объекте "Укрытие" // Проблемы Чернобиля. – 2003. - Вип. 13. - С. 139 - 141.
20. Батий В.Г. Оптимизация планирования предпроектных исследований радиационной обстановки в процессе преобразования объекта "Укрытие" // Там же. - С. 102 - 107.
21. Batiy V.G., Mikhailyuk V.P., Rubezhanskiy Yu.I. et. al. Mathematic modelling of radioactive dust rise during collapse of "Shelter" object building // Problems of atomic science and technology. Series "Nuclear physics investigations". – 2004. - No. 5 (44). - P. 93 - 95.

22. Батий В.Г., Егоров В.В., Рубежанский Ю.И. Расчет концентрации радиоактивных аэрозолей вблизи объекта «Укрытие» на основе уточненных компьютерных моделей // Проблемы безопасности атомных электростанций і Чернобиля. – 2006. - Вип. 4. - С. 69 - 77.
23. Батий В.Г., Кочнев Н.А., Кузьменко В.А., Рудько В.М. Математическое моделирование в задачах по ликвидации последствий чернобыльской аварии // Проблемы Чернобиля. – 2002. - Вип. 10. ч. 1. - С. 59 - 72.
24. Батий В.Г., Егоров В.В., Кузьменко В.А. и др. Математическое моделирование спектра гамма-излучения объекта "Укрытие" // Там же. – 2004. - Вип. 15. - С. 48 - 54.
25. Батий В.Г., Федорченко Д.В. Моделирование изменения радиационной обстановки при производстве земляных работ на радиоактивно-загрязненной территории // Проблемы безопасности атомных электростанций і Чернобиля. – 2004. - Вип. 1. - С. 65 - 70.
26. Батий В.Г., Рудько В.М., Прохорец И.М. и др. Математическое моделирование процесса измерения ТУЭ в радиоактивных отходах // Сб. науч. тр. Севастопольского национального института ядерной энергии и промышленности. – 2004. - Вып.12. - С. 303 - 309.
27. Батий В.Г., Егоров В.В., Кузьменко В.А. и др. Математическое моделирование процесса измерения угловых распределений гамма-излучения // Проблемы Чернобиля. – 2004. - Вип. 15. - С. 55 - 61.
28. Батий В. Г., Федорченко Д.В. Моделирование радиационной обстановки в радиоактивно-загрязненных помещениях // Тез. докл. IV конф. по физике высоких энергий, ядерной физике и ускорителям (28 февраля - 3 марта 2006 г.) – Харьков, ННЦ ХФТИ. - 2006. - С. 48.
29. Ключников А.А., Рудько В.М., Батий В.Г. и др. Компьютерное моделирование процессов и зон производства работ на объекте "Укрытие" // Проблемы безопасности атомных электростанций і Чернобиля. – 2004. - Вип. 1. - С. 51 - 57.

Поступила в редакцию 28.02.06

10 РОЗВИТОК МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРАКТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ОБ'ЄКТІ "УКРИТТЯ"**В. Г. Батій**

Описано системний підхід до розвитку методів підвищення рівня радіаційної безпеки в процесі практичної діяльності на об'єкті "Укриття", у першу чергу при його перетворенні на екологічно безпечну систему. Зроблено короткий огляд розроблених методичних підходів, вимірювальних та обчислювальних методик, спрямованих на забезпечення необхідного рівня радіаційної безпеки при впровадженні робіт і поводженні з радіоактивними відходами, що утворюються.

10 DEVELOPMENT OF METHODS FOR INCREASE OF RADIATION SAFETY DURING REALIZATION OF PRACTICAL ACTIVITY AT THE OBJECT "UKRYTTYA"**V. G. Batiy**

The systematic approach of development of methods of increase of radiation safety in the process of practical activity at the object "Shelter", first of all at its transformation to the ecologically safe system is described. The brief review of the developed methodical approaches, measuring and calculation methods directed on providing of the required radiation safety at activity and radwaste management is done.