

АНАЛИЗ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО СТАБИЛИЗАЦИИ

**А. А. Ключников, В. Н. Щербин, В. М. Рудько, В. Г. Батий, В. В. Егоров,
Л. И. Павловский, А. А. Правдивый**

Институт проблем безопасности атомных электростанций НАН Украины, Чернобыль

В. Г. Хаврус, П. Пьера

Группа управления проектом ПОМ ГСП «ЧАЭС», Славутич

В. П. Мельник

Управление государственной пожарной безопасности ГУ МЧС Украины в Киевской области

Приведен комплекс обоснованных мер по обеспечению радиационной безопасности и противорадиационной защиты при осуществлении строительно-монтажных работ по стабилизации. Раскрыты основные проблемные вопросы и даны рекомендации по их решению.

1. Введение

Важнейшей проблемой преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему является обеспечение ядерной и радиационной безопасности при осуществлении этой деятельности, а также снижение коллективной дозы до минимально возможных значений с учетом экономических и социальных факторов (ALARA). В ближайшее время начнутся строительно-монтажные работы по осуществлению проектных решений. Для решения вопросов, связанных с безопасностью, требуется разработка комплекса оптимизированных и обоснованных мер по обеспечению радиационной безопасности и противорадиационной защиты персонала и окружающей среды. В основном эта задача решена в документе «Итоговый отчет по радиационной безопасности», который разработан в рамках рабочего проекта по стабилизации и служит руководящим документом для подрядчика на строительство в части обеспечения безопасности проводимых работ.

Остановимся на основных моментах, связанных с обеспечением радиационной безопасности при осуществлении стабилизации.

2. Исходные данные

Разработка проектных решений и мер по обеспечению противорадиационной защиты в условиях объекта «Укрытие» должна начинаться с анализа радиационной обстановки в предполагаемых местах работы и путей движения персонала.

После завершения концептуальных разработок по стабилизации было принято решение о проведении комплексных предпроектных исследований. В их состав вошли и обследования радиационной обстановки. Во время проведения этих работ были измерены значения мощности экспозиционной дозы (МЭД) и плотности поверхностного загрязнения в зонах производства работ (ЗПР) по стабилизации. Кроме того, впервые были исследованы угловые распределения гамма-излучения в предполагаемых местах работ.

Полученные данные на этапе предпроектных исследований, а также другие сведения о радиационной обстановке, предоставленные ГСП «ЧАЭС», вошли в основу разработки проекта стабилизации.

© А. А. Ключников, В. Н. Щербин, В. М. Рудько, В. Г. Батий, В. В. Егоров,
Л. И. Павловский, А. А. Правдивый, В. Г. Хаврус, П. Пьера, В. П. Мельник, 2004

При проектировании стабилизационных мероприятий анализ данных по радиационной обстановке показал, что для принятия конкретных решений полнота, достаточность и их достоверность не всегда соответствовали требованиям проектирования. Поэтому в местах, где сведений было недостаточно, с помощью экспертных оценок принимались предположения и предпосылки.

Основной причиной недостатка данных является то обстоятельство, что месторасположение зон, в которых проводились исследования радиационной обстановки, соответствовали концептуальным решениям, изложенным в документе 1.6б «Интегрированный отчет по стабилизации, экранированию и доступу». На этапе рабочего проектирования месторасположение зон, по отношению к ранее исследованным местам, изменилось. Такие проблемы будут возникать и в дальнейших проектных работах. Поэтому необходимо найти такие решения, которые позволили бы на всех этапах реализации проекта организацию оперативного получения недостающих данных и/или уточнения уже имеющихся. Это позволит значительно повысить качество проектных и строительных работ, а также снизить коллективную дозу.

3. Проектные решения

При разработке конструктивных и технологических решений требуется применение методов и технологий, осуществляемых при организации противорадиационной защиты на объекте «Укрытие», а также использование накопленного практического опыта. Это, прежде всего: защита временем, расстоянием, экранирование, применение дистанционных технологий и пр. Так, основные монтажные работы следует проводить с помощью дистанционно управляемого грузоподъемного крана, площадки приема изделий и металлоконструкций, укрупнительной сборки целесообразно удалить от объекта «Укрытие» на максимально возможное расстояние. Площадки по возможности должны были экранированы от объекта «Укрытие» защитной стеной, которая обеспечит защиту персонала во время сборочных работ. Важным этапом для уменьшения коллективной эффективной дозы является выбор оптимальных путей доступа персонала и доставки груза. Это обстоятельство особенно существенно при работе в зонах с повышенными значениями МЭД, когда сменяемость звена или бригады в одну рабочую смену производится несколько раз. На рис. 1 представлены разработанные схемы внешних маршрутов движения персонала, а также размещение временных сооружений и защитных боксов.

Существует и ряд других мероприятий, которые значительно повышают радиационную безопасность. Они рассматриваются ниже.

4. Наиболее опасные работы

Перед разработкой мероприятий по радиационной безопасности и противорадиационной защите следует провести анализ деятельности по способам и методам проведения СМР. В результате этого должен быть определен перечень наиболее опасных работ. Их целесообразно разделить на четыре группы:

- 1) работы в зонах с высоким значением МЭД;
- 2) работы, которые могут привести к существенному увеличению МЭД;
- 3) работы, которые могут привести к повышенной дозе внешнего бета облучения;
- 4) работы, связанные с интенсивным подъемом пыли и образованием аэрозолей.

Для этих работ требуется разработка дополнительных мер безопасности.

1. Влияние стабилизации на проведение регламентных работ

Деятельность по стабилизации будет проводиться параллельно с регламентными работами по эксплуатации объекта «Укрытие», поэтому очень важным моментом является поддержание достигнутого уровня радиационной безопасности объекта во время строитель-

ства. После проведения анализа планируемой деятельности требуется определить возможное влияние проектируемой деятельности на проведение регламентных работ. К основным объектам, сооружениям и системам объекта «Укрытие», на функционирование которых может повлиять стабилизация, относятся: система пылеподавления, система подачи раствора гадолиния, система пожаротушения "Сухотруб", оборудование и системы, размещенные на легкой кровле. Для нормального функционирования этих и других систем должны быть разработаны конкретные решения, позволяющие обеспечить радиационную безопасность во время работ по стабилизации.

6. Решения по противорадиационной защите

Весь комплекс мер по обеспечению противорадиационной защиты персонала, при осуществлении работ по стабилизации объекта «Укрытие», можно разделить на следующие группы мероприятий: организационные, радиационно-гигиенические, технические.

В условиях объекта "Укрытие", мероприятия первых двух групп являются обязательными. Их применение регламентировано документацией объекта "Укрытие", а их реализация обеспечивает соблюдение принципа неперевышения. Технические мероприятия - экранирование, дезактивация, пылеподавление, организация местной спецвентиляции и др. - из-за дополнительных дозозатрат на их осуществление не всегда оправданы.

Более подробно остановимся только на тех мероприятиях, которые дополняют существующие подходы в организации противорадиационной защиты на объекте "Укрытие".

6.1 Организационные мероприятия

К ним относятся: подготовка персонала подрядчика; организация производства работ; контроль и надзор.

Специальная подготовка персонала подрядчика должна осуществляться в центре подготовки персонала (ЦПП), который предполагается разместить в г. Славутич (теоретическая подготовка) и на промплощадке объекта «Укрытие» (практическая подготовка). Для отработки персоналом навыков по отдельным технологическим операциям должен быть создан учебный полигон с макетами будущих рабочих мест.

Выбор узлов макетирования и условий, определяющих необходимость предварительных тренировок, должен осуществляться по следующим основным показателям:

стесненные условия в планируемых местах проведения работ;

значительные величины МЭД на рабочем месте;

сложность осуществления конструктивного решения;

возможность использования известного опыта.

При тренинге персонала на макетах необходимо:

оценить приемлемость использования принятого оборудования;

отработать навыки выполнения операций;

отработать технологический процесс сборки металлоконструкций усиления;

провести хронометраж всех операций;

выработать рекомендации по уменьшению дозозатрат.

Для повышения безопасности проведения работ, а также для контроля соблюдения подрядчиком на строительство проектных решений, включая мероприятия по противорадиационной защите, требуется обеспечить постоянный надзор за проведением строительно-монтажных работ. Особенно стоит выделить контроль накопления коллективной эффективной дозы (КЭД) в процессе производства работ. Это позволит сравнивать реальную коллективную дозу с проектными значениями и, при необходимости, своевременно вносить корректирующие действия.

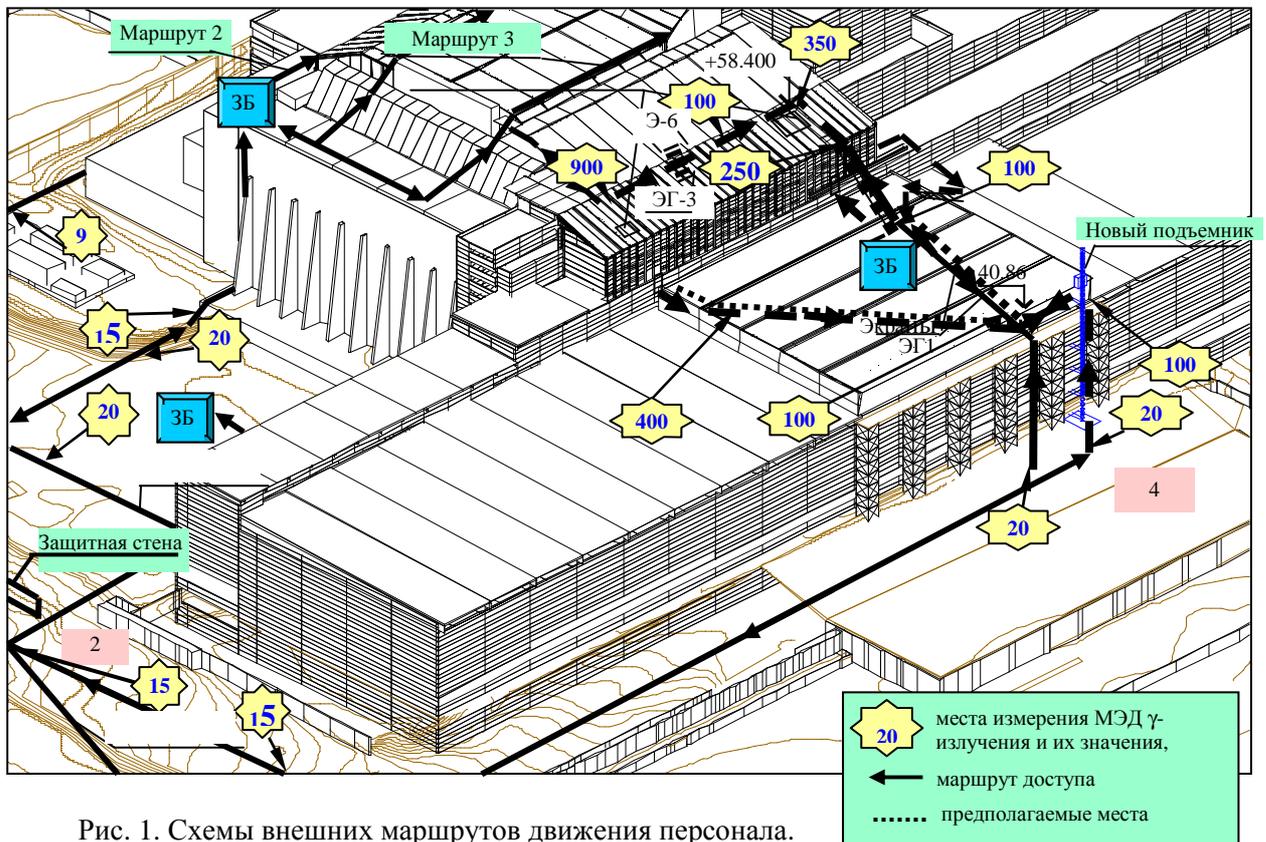
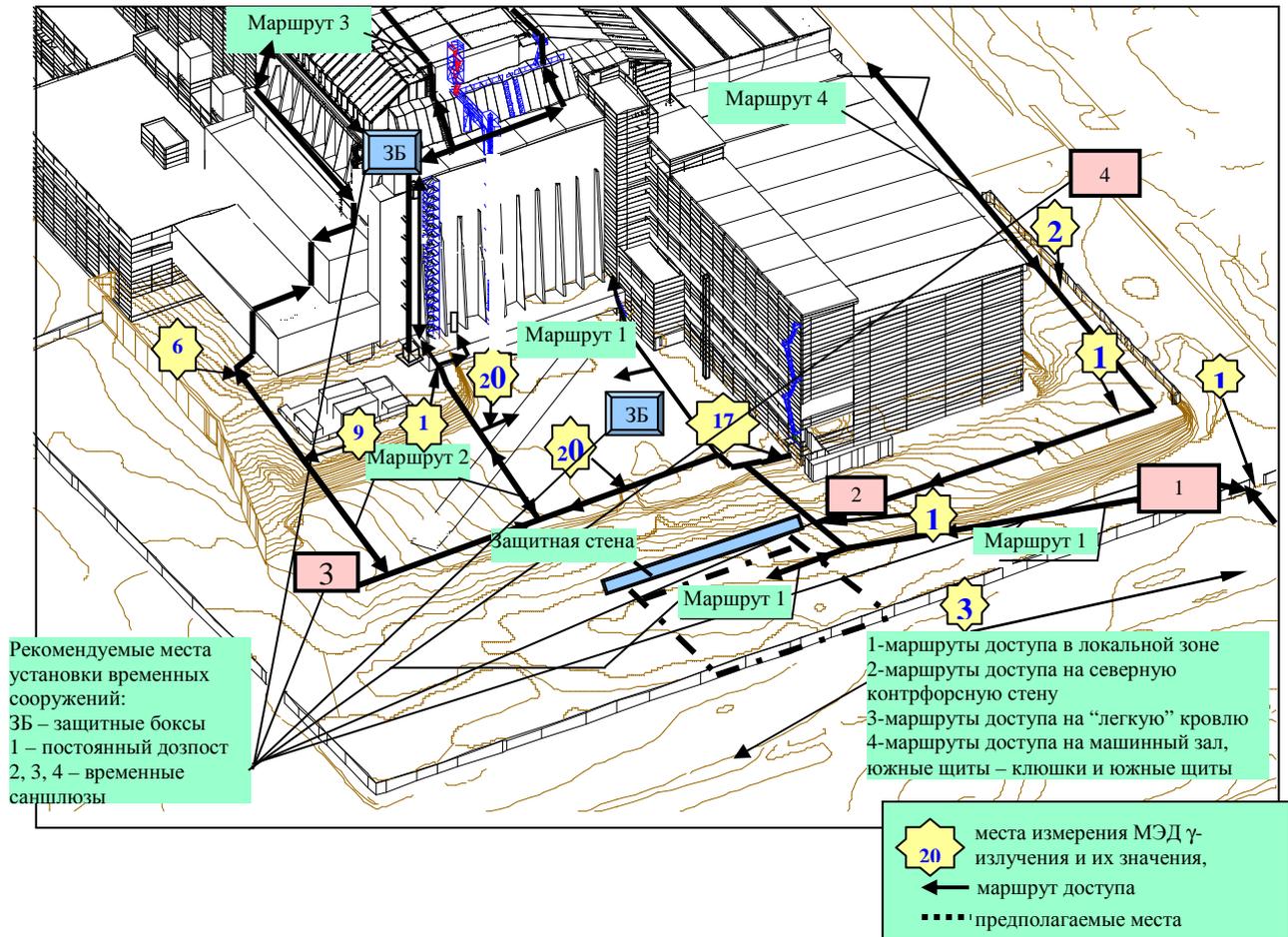


Рис. 1. Схемы внешних маршрутов движения персонала.

6.2 Радиационно-гигиенические мероприятия

К ним, прежде всего, относятся:

- санитарно-гигиеническое зонирование мест проведения работ;
- санитарно-гигиеническая классификация работ;
- обеспечение персонала основными и дополнительными средствами индивидуальной защиты, а также контроль за правильным их использованием;
- обеспечение персонала необходимым оборудованием и средствами личной и коллективной гигиены;
- медицинские услуги и реабилитация;
- организация дозиметрического контроля.

Для минимизации предотвращения переноса радиоактивных веществ за пределы ЗПР кроме общих требований по зонированию требуется предусмотреть дополнительное зонирование рабочих мест, заключающееся в следующем: в пределах одной подзоны определяются участки с различными существенно отличающимися уровнями радиоактивного загрязнения. На границе этих участков располагаются переносные саншлюзы, которые должны обеспечить минимальное распространение радиоактивных веществ по территории объекта "Укрытие". Организация постоянного радиационного контроля в этих местах определяется в соответствии с принципом ALARA.

На основании гигиенической классификации труда по показателям тяжести трудового процесса работы по стабилизационным мероприятиям в зависимости от тяжести трудового процесса могут быть классифицированы как работы второго и третьего класса, т.е. работы со средней и тяжелой физической нагрузкой. В зависимости от действия ионизирующих излучений работы определены как вредные первой, второй и третьей степеней.

Учитывая то, что уровень поверхностного загрязнения в ЗПР составляет 10^7 - 10^9 Бк/м² и более, а площадь поверхности рабочих мест составляет сотни квадратных метров, большинство работ по стабилизации относится к I классу.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ). Выбор основных и дополнительных СИЗ следует производить в соответствии с требованиями нормативной и эксплуатационной документации. Объем и номенклатура применения дополнительных СИЗ определяется в зависимости от вида деятельности:

- строительно-монтажные работы;
- грунтовочные, покрасочные и другие работы, выполняемые методом распыления;
- работы, связанные с повышенным пылеобразованием (удаление наплывов бетона, зачистка поверхностей и пр.);
- электросварочные работы;
- пылеподавление, дезактивация и работы по обращению с РАО.

Для предотвращения получения повышенной дозы бета-излучения необходимо применение защитных очков, защитных экранов, защитных щитков. В тех случаях, когда по условиям труда применение пластиковых СИЗ противоречат другим требованиям безопасности конкретного вида работ (электрогазосварочные работы, работы на скользких и замасленных поверхностях и т.п.) должны применяться средства защиты, обеспечивающие в первую очередь требования общепромышленной безопасности. В этих случаях должен быть жесточайший контроль за загрязнением спецодежды и своевременной ее заменой.

Средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД). Эффективность применения средств коллективной защиты, при выполнении работ на объекте "Укрытие" трудно прогнозируется из-за большого количества влияющих факторов. В связи с этим выбор оптимальных типов защиты для выполнения различных работ представляет собой важную проблему.

К факторам, определяющим выбор типа СИЗОД, относятся:

- характер и количественное содержание радиоактивных и других вредных веществ в воздухе (дисперсный состав и токсичность аэрозолей, наличие паровой фазы, концентрация вредных веществ);

микроклиматические условия на рабочем месте (температура, относительная влажность воздуха, тепловое излучение);

содержание кислорода в воздухе на участке выполнения работ;

тяжесть выполняемой работы;

защитные и эксплуатационные свойства отдельных образцов СИЗОД.

Дополнительными факторами, определяющими выбор типа СИЗОД в специфических условиях работ по стабилизации конструкций, являются:

время выполнения работ;

плотность поверхностного загрязнения радионуклидами;

величина МЭД;

условия проведения работ (работы в замкнутом пространстве, стесненные условия).

Для обоснованного выбора типа СИЗОД требуется измерение показателей условий труда, которое включает в себя как показатели радиационной обстановки, так и показатели микроклимата в ЗПР. Очень важно уделить особое внимание измерению концентраций радиоактивных веществ непосредственно в зоне дыхания работающих, так как при выполнении некоторых технологических операций эти концентрации могут в десятки, сотни и даже тысячи раз превышать их среднесменные или среднесуточные значения, определяемые с использованием стационарных пробоотборников.

Из-за отсутствия разводки чистого воздуха выбрать СИЗОД для проведения сварочных и других огневых работ в условиях объекта "Укрытие" является сложной задачей. Рекомендуется для таких работ применять изолирующие СИЗОД, среди которых предпочтительны устройства с принудительной подачей воздуха в подмасочное пространство. На рис. 3 представлен респиратор в комплекте с турбоблоком и набором фильтров, которые обеспечивают требуемую очистку воздуха от сварочных и радиоактивных аэрозолей. Перед их применением требуется испытать эффективность защиты СИЗОД в условиях объекта „Укрытие», включая очистку подаваемого воздуха.



Рис. 3. Респиратор силовой типа НТ-615, НТ-608 в комплекте с турбоблоком и набором фильтров.

Для прохода персонала в зону строгого режима (ЗСР) следует использовать санпропускник на 1430 мест, который строительство которого заканчивается в настоящее время. Кроме того, в действующем санпропускнике бытового корпуса (БК-3) должно быть зарезервировано не менее 300 мест. Для прохода персонала непосредственно к зонам проведения работ должны быть использованы стационарные саншлюзы в деэракторной этажерке. Их пуск прогнозируется до начала проведения работ по стабилизации. На время производства работ в локальной зоне целесообразно установить дополнительные временные саншлюзы (см. рис. 1 и 2). Дозиметрический контроль является неотъемлемой частью всей системы радиационной безопасности при осуществлении работ по стабилизации. В части контроля внешнего облучения имеющиеся на объекте "Укрытие" средства достаточны и адекватны требованиям при реализации стабилизационных мероприятий.

Планируемый ввод в эксплуатацию современной системы индивидуального дозиметрического контроля (ИДК) улучшит положение, поскольку она отвечает также требованиям по контролю внешнего бета-облучения и нейтронного (аварийного) облучения.

В настоящее время доза внутреннего облучения оцениваться по результатам контроля радиоактивного загрязнения воздуха на рабочих местах и последующего лабораторного анализа проб воздуха. Планируемое применение персональных пробоотборников воздуха позволит получить более реалистичные данные.

Имеющиеся и доступные установки СИЧ не позволяют определять дозу, а служат целям гигиенического дисциплинирующего контроля. При подозрениях на высокое ингаляционное поступление радионуклидов или при превышении контрольных уровней радиоактивного загрязнения воздуха персонал направляется на дополнительное дозиметрическое обследование. Оперативный контроль на СИЧ объекта "Укрытие" также нуждается в технической модернизации в связи с моральным и физическим износом измерительного тракта.

Улучшить положение с оперативным контролем внутреннего облучения может установка высокочувствительного СИЧ, которая должна быть установлена в помещении нового санпропускника, и ежедневный двукратный (до и после смены) контроль облучения персонала, работающего в наиболее загрязненных зонах работы, а также биофизический контроль персонала. Он должен включать следующие виды контроля: входной; выходной; текущий; операционный; специальный; urgentный (аварийный).

Анализ показал, что при проведении стабилизационных мероприятий объем дозиметрического контроля по сравнению с обычным регламентным контролем возрастет более чем в два раза. Это следует принять во внимание при планировании численности персонала цеха радиационной безопасности объекта "Укрытие".

6.3. Технические мероприятия

Организационные и радиационно-гигиенические мероприятия при проведении работ на объекте "Укрытие" являются обязательными. К обязательным мероприятиям следует отнести и ряд технических мероприятий, без которых очень сложно выполнить работы по стабилизации:

- обеспечение работ громкоговорящей связью;
- организацию радиосвязи во время проведения работ;
- теленаблюдение за процессом выполнения работ;
- обеспечение работы грузо-пассажирских подъемников;
- отдельные виды работ по дезактивации и пылеподавлению, которые обязательны и проводятся согласно требованиям Технологического регламента объекта «Укрытие» .

Реализация других технических мероприятий не всегда оправдана. Применение этих мероприятий должно определяться для каждого конкретного случая и базироваться на основе принципа оптимизации.

Экранирование. Наиболее эффективным способом защиты персонала, находящегося в зонах производства работ, является экранирование.

Экранирование путей доступа и зон производства работ может быть постоянным или временным.

Постоянное экранирование представляет собой щиты-экраны, выполненные из защитных материалов и помещенных в специальный металлический каркас. Щиты могут быть установлены на существующих конструкциях или новых металлоконструкциях усиления (МКУ). Они устанавливаются в процессе выполнения подготовительных работ и, без крайней необходимости, не подлежат последующему демонтажу.

Под временным экранированием подразумевается специально созданные переставные защитные сооружения типа бокса (ЗБ), экранированные навесные и переставные площадки. Их изготовление предполагается выполнить на заводе вне зоны отчуждения. В зависимости от места расположения боксов они предназначены для пребывания персонала во время вынужденных технологических перерывов, контроля и наблюдения за процессом работы, одевания и снятия дополнительных СИЗ и пр.

Кроме временного и постоянного экранирования зон производства работ может быть использовано и локальное экранирование источников излучения - прежде всего скоплений радиоактивных отходов вблизи рабочих мест. Данный способ экранирования может быть применен в случае выявления (например, при расчистке завалов) интенсивных источников

излучения, а их удаление из зоны работ усложнено различными обстоятельствами (например, источник находится под слоем бетона).

В соответствии с принципом ALARA задача оптимизации экранирования в основном сводится к снижению коллективной эффективной дозы. Основные этапы оптимизации представлены в [1]. Оптимизация проводится в следующей последовательности:

- анализ рабочих мест и путей доступа;
- подготовка и анализ исходных данных по радиационной обстановке;
- выбор материалов экранирования;
- определение оптимальных параметров защитных экранов;
- выработка принципиальных технологических решений.

Анализ рабочих мест проводится с целью оценки технической возможности организации экранирования с учетом вида работ, стесненности рабочих мест, возможности использования технических средств при экранировании. При этом определяются массогабаритные граничные условия защитных экранов.

Основным параметром, определяющим целесообразность экранирования путей доступа, является фактор интенсивности использования определенных участков маршрута. Численно он выражается в количестве человеко-выходов на рабочее место через данный участок маршрута за все время проведения работ. Учитывая большие трудозатраты на перемещение и установку экранов, на маршрутах внутри объекта "Укрытие", где нет возможности подачи экранов грузоподъемными механизмами, был сделан вывод о нецелесообразности ручного экранирования путей доступа [2].

По построенным картограммам радиационной обстановки оценивается значение МЭД в местах выполнения работ и прогнозируется ее изменение при использовании экранирования. В результате исследований энергетических распределений гамма-излучения и кратностей ослабления было показано, что эффективная энергия гамма-излучения от объекта "Укрытие" составляет 350 - 400 кэВ в зонах предполагаемого проведения работ по стабилизации. Применение экранирования делает спектр излучения, прошедшего через экран, более жестким (эффективная энергия 500 - 600 кэВ) [3].

Наиболее важным фактором для оптимизации экранирования является данные по угловым распределениям гамма-излучения непосредственно на рабочих местах.

На рис. 4 приведен пример расчета ослабления МЭД при экранировании места проведения работ в юго-восточном углу «легкой» кровли объекта "Укрытие".

Процедура математического моделирования биозащиты выполнялась следующим образом. Экранировались в первую очередь направления, дающие наибольший вклад в МЭД. После каждой итерации на монитор выводилось отображение измененного (после "установки" очередного экрана или увеличения толщины уже установленных экранов) углового распределения и новое значение МЭД. С каждой новой итерацией МЭД уменьшалась, а угловое распределение приближалось к изотропному. На рис. 4 приведены также результаты экспериментального моделирования биозащиты в этой же точке при помощи установки "Экран" [1]. Наблюдается в целом удовлетворительное согласие экспериментальных и расчетных данных.

При разработке проектных решений требуется и одновременная оценка массы всех экранов и дозозатраты на их монтаж. Процедура моделирования прекращалась после прекращения роста предотвращенной дозы или достижения максимально допустимой массы защитного устройства, определяемой прочностью несущих строительных конструкций.

Прогнозная оценка угловых распределений проводилась в следующей последовательности:

- анализ результатов измерений угловых распределений интенсивности гамма-излучения вблизи рабочего места;
- определение направления на основные источники, формирующие МЭД в местах проведения измерения;
- идентифицируются источники гамма-излучения для мест проведения измерений;

прогноз возможного расположения источников, определяющих МЭД на рабочем месте с учетом расстояния до источников, возможность экранирования места работ от источника конструкциями объекта "Укрытие";

оценка относительного вклада в МЭД от идентифицированных источников;

оценка вклада в МЭД излучения из шести основных направлений, которые могут экранироваться.

При выборе материала для экранирования был проведен анализ основных характеристик различных материалов, используемых для ослабления гамма-излучения: свинец, сталь, бетон, вольфрам и обедненный уран.

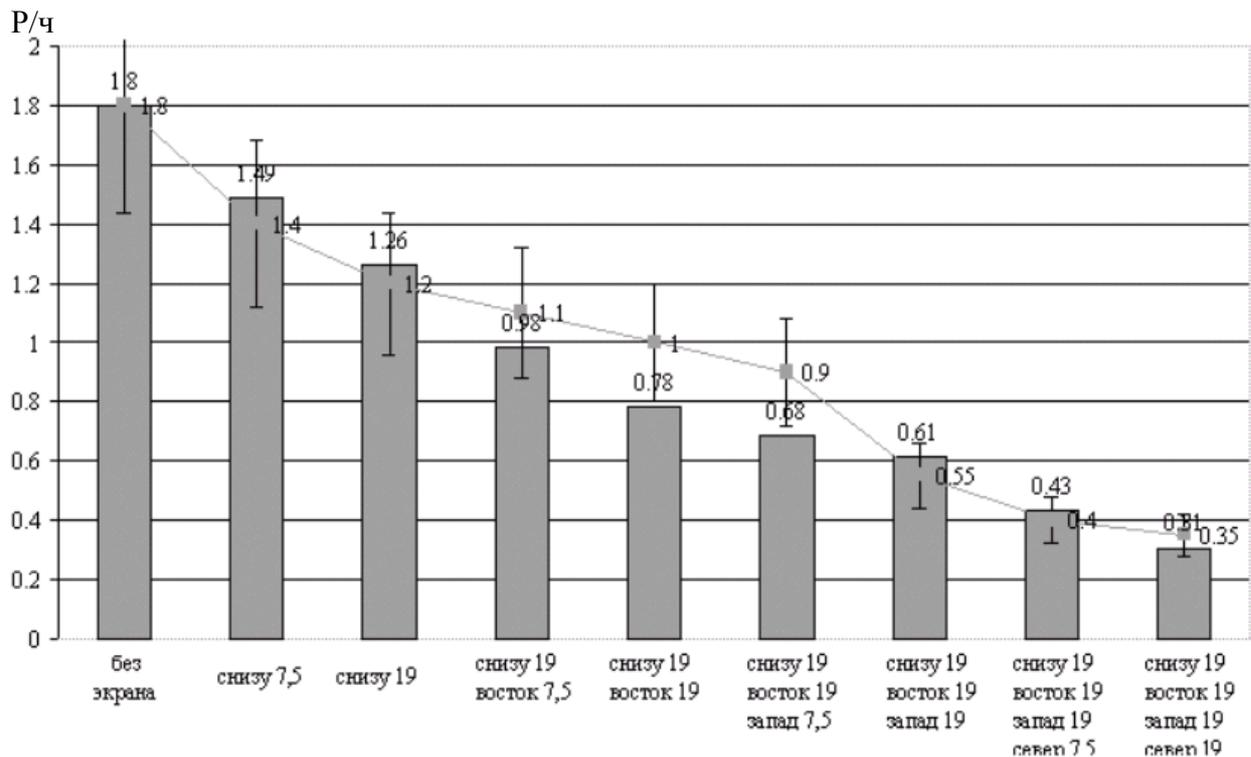


Рис. 4. Математическое и экспериментальное (при помощи установки "Экран") моделирование биозащиты в юго-восточном углу «легкой» кровли объекта «Укрытие».

Анализ показал, что для работ внутри объекта "Укрытие" свинец является наиболее предпочтительным материалом. Применение защитных матов целесообразно лишь в случаях, когда не требуется большая кратность ослабления и применяется ручной труд для организации экранирования. Навеска нескольких матов друг на друга приведет к большой суммарной толщине, что ограничит пространство в зоне производства работ и может содержать щели в местах стыков.

Применение дорогих материалов с большим атомным номером не дает принципиальных преимуществ, а только повышает стоимость проекта. Основные недостатки свинца легко компенсируются покрытием свинцовых листов специальными красками в заводских условиях и изготовлением жестких каркасов на основе стальных конструкций.

Количественной характеристикой эффективности применения мероприятий по экранированию является предотвращаемая КЭД.

Видеонаблюдение. В процессе выполнения работ по стабилизации возникнет необходимость в привлечении большого количества людей (до 150 человек в смену) и техники. При этом одновременно будут выполняться большие объемы работ в различных местах как внутри объекта, так и на территории промплощадки. Такая организация работ требует эффективного управления персоналом и производственными процессами. Применение видеонаблюдения позволит снизить дозы облучения персонала объекта "Укрытие" и подрядных организаций за счет контроля соблюдения установленных маршрутов, разрешенного

времени работ, а также предварительного ознакомления персонала подрядчика с местом и характером проведения работ. При применении системы видеонаблюдения не требуется постоянного присутствия руководителя работ в месте их производства в условиях неблагоприятной радиационной обстановки.

Пылеподавление. Оценка целесообразности проведения пылеподавления основывается на сравнительном анализе положительных и отрицательных факторов реализации мероприятия.

В качестве положительных факторов учитываются:

предотвращение пылеобразования при работах и движении персонала, снижение вероятности дополнительного внутреннего облучения;

исключение вероятности переноса поднятой при движении персонала пыли за пределы рабочей площадки и ее попадания на персонал, не связанных с проведением стабилизационных мероприятий;

минимизация влияния на окружающую среду.

К негативным факторам можно отнести дополнительные материальные затраты, трудо- и дозозатраты на проведение пылеподавления.

Дезактивация. При обустройстве ЗПР и путей доступа дезактивацию производить целесообразно, если она обеспечит снижение дозы внешнего облучения. Например, удаление обнаруженных источников интенсивного гамма-излучения может существенно улучшить условия производства работ. Такие источники могут быть обнаружены при расчистке территории ЗПР, удалении бетонных наплывов и пр. При рассмотрении целесообразности дезактивации поверхностей ЗПР, например вырезка проемов по высоте контрфорсной стены, дезактивацию признано нецелесообразной. Исключение составляет дезактивация внутренних и внешних поверхностей защитных боксов.

Местная вытяжная вентиляция. Сварочные и огневые работы при осуществлении стабилизационных мероприятий проводятся снаружи ограждающих конструкций объекта "Укрытие" или в помещениях со значительными размерами (например, развалы помещений 2001/4, 2007/3 и др.). Образующиеся радиоактивные аэрозоли требуется удалять. Поэтому актуальным становится организация безопасного удаления сбрасываемого воздуха, так как этот поток может привести ко вторичному пылеподъему радиоактивных аэрозолей, что повлечет значительное повышение концентрации радиоактивных веществ не только в ЗПР, но и в прилегающих помещениях и территории. Это, прежде всего, относится к работам во внутренних помещениях, где место возможного выброса воздуха может быть удалено от ЗПР более чем на 50 м.

Применение местной вытяжки признано целесообразным только в отдельных местах.

7. Заключение

Рекомендуемые мероприятия по противорадиационной защите обоснованы и достаточны. Реализация проекта стабилизации повысит радиационную безопасность объекта "Укрытие", а при проведении СМР будет обеспечена безопасность этих работ.

Вместе с тем следует отметить основные проблемные вопросы, которые в разной степени влияют на радиационную безопасность и точность оценки доз.

1. На этапе рабочего проекта невозможна детальная разработка методов и способов строительных работ. Детализация будет проведена при разработке ППР. Кроме того, на этом этапе могут быть разработаны решения, которые отличаются от принятых решений на этапе рабочего проектирования. При этом КЭД может как уменьшиться, так и увеличиваться. В связи с этим представляется целесообразным в ходе авторского надзора иметь возможность получать и анализировать накопление КЭД в процессе реализации проекта. Полученные ежедневные или пооперационные значения коллективной дозы могут своевременно выявить причины возможного увеличения доз и, при необходимости, вносить корректирующие действия и соответственно снизить коллективную дозу.

2. Радиационная обстановка на рабочих местах должна уточняться вплоть до завершения разработки ППР. В связи с этим требуется организация оперативного получения недостающих данных по радиационной обстановке на всех этапах реализации проекта.

3. Требуется организация мониторинга микроклиматических условий проведения работ для конкретных рабочих мест. Это обстоятельство, прежде всего, влияет на выбор СИЗОД и их эффективное использование.

4. Недостаточность оборудования по контролю внутреннего облучения. Отсутствие возможности оперативно определить дозу внутреннего облучения персонала.

5. Необходимость организации постоянного биофизического контроля персонала, участвующего в работах по преобразованию объекта «Укрытия».

Авторы выражают благодарность А. Дмитриенко, С. Сухоставскому, Н. Селянскому, В. Балюну, а также работникам ГНТЦ ЯРБ и НИИРЗ в предоставлении данных и оказании помощи при подготовке материалов по данной работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Батий В.Г., Егоров В.В., Закревский Ю.А. и др.* Оптимизация биозащиты с использованием экспериментальных данных об угловых распределениях интенсивности гамма-излучения // Проблемы Чернобиля. - 2002. - Вып. 9. - С. 53 - 55.
2. *Батий Г., Павловский Л.И., Сидоренко Н.В. и др.* Выбор оптимальных путей доступа при проведении работ на объекте "Укрытие" // Там же. - 2000. - Вып. 6. - С. 134 - 135.
3. *Августов В.В., Батий В. Г., Егоров В. В. и др.* Эффективная энергия и спектр гамма-излучения скоплений радиоактивных отходов объекта "Укрытие". - Чернобыль, 2002. - 38 с. - (Препр./ НАН Украины. МНТЦ "Укрытие; 02-3).