

ИССЛЕДОВАНИЕ УГЛОВЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГАММА-ПОЛЯ В ЗОНЕ МОНТАЖА НОВОЙ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТРУБЫ

В. Г. Батий, С. И. Глебкин, А. М. Карташов, О. А. Кафтанатина, А. А. Правдивый, А. А. Сизов, А. И. Стоянов

Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, Чернобыль

Приведены результаты измерений угловых и энергетических характеристик гамма-излучения для зон производства работ по строительству новой вентиляционной трубы. Проведен анализ данных, позволивший идентифицировать основные источники гамма-излучения, а также систематизировать полученные результаты.

Введение

В настоящее время началась активная стадия работ по преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему. Разрабатывается проект нового безопасного конфайнмента (НБК) и технологию его монтажа. Для уменьшения коллективной эффективной дозы при строительстве решено проводить монтаж основной части НБК «Арки» на удалении с последующей ее надвижкой. Существующая вентиляционная труба ВТ-2 препятствует надвижке арки НБК в проектное положение и, кроме того, сложно гарантировать возможность продления срока ее эксплуатации до 100 и более лет. Поэтому принято решение о демонтаже ВТ-2 и строительстве новой вентиляционной трубы (НВТ) на кровле блока В II очереди ЧАЭС.

В условиях сложной радиационной обстановки на объекте «Укрытие» и вблизи него необходима радиационная защита персонала в зонах производства работ (ЗПР). Для корректного расчета доз и оптимизации биозащиты на рабочих местах и маршрутах доступа требуются данные об угловых распределениях гамма-излучения, т.е. о направлениях на источники излучения и их вкладе в мощность экспозиционной дозы (МЭД) на рабочих местах, а также об энергетических характеристиках гамма-излучения.

Измерения в ЗПР по монтажу НВТ

Радиационные условия на кровле блока В II очереди ЧАЭС характеризуются, в первую очередь, высокими значениями мощности дозы гамма-излучения, создаваемого мощными радиационными источниками (скоплениями ТСМ) в объекте «Укрытие», радиоактивными материалами, выброшенными при аварии и находящимися на старой кровле, а также излучением, рассеянным в воздухе и на строительных конструкциях. Поэтому возникает необходимость оптимизации организации работ с точки зрения радиационной защиты персонала.

Способы измерения угловых распределений гамма-излучения, используемые в специфических условиях объекта «Укрытие» и вблизи него, должны удовлетворять следующим требованиям:

возможность получения данных об угловом распределении в полном телесном угле (4π);

возможность ручной доставки измерительного оборудования в различные ЗПР (кровля, отдельные помещения и пр.);

достаточно широкий динамический диапазон измерений (по оценкам, в различных ЗПР по монтажу НВТ интегральная МЭД может изменяться от 0,0001 до 1 Р/ч);

минимально возможные дозозатраты персонала при проведении измерений; автономности по энергии (в предполагаемых ЗПР отсутствует электроснабжение);

работоспособности в различных погодных условиях, в том числе при низких температурах и при выпадении осадков (снег, дождь).

Исследования угловых и энергетических характеристик гамма-излучения при помощи разработанных в ИПБ АЭС методик [1] и установок [2, 3] ранее проведены при работах по стабилизации объекта «Укрытие» [4, 5] и по обследованию зон монтажа НБК [6]. Такие же исследования были проведены в ЗПР по монтажу НВТ.

Измерения углового распределения источников гамма-излучения заключались в определении направлений из точек измерения на основные источники, расположенные в объекте «Укрытие», в примыкающих к нему помещениях, на поверхности зданий и сооружений. Они выполнялись разработанными в ИПБ АЭС установками: ШД-1 - шар детектирующий; ДК – дозиметр коллимированный с выносным детектором.

Исследования выполнялись в соответствии со специально разработанной методикой, которая включала:

изучение имеющегося картографического материала, на который наносились зоны проведения работ;

сбор и анализ имеющихся данных по МЭД в предполагаемых ЗПР;

определение участков с неравномерными радиационными условиями;

определение зон с близкими радиационными условиями;

определение зон и направлений с монотонно изменяющимися радиационными условиями;

визуальное обследование зон с неоднородным распределением МЭД;

определение расположения точек проведения предварительных измерений угловых распределений с учетом топологических особенностей ЗПР, наличия объектов, экранирующих источники, и результатов анализа имеющихся данных по МЭД.

При этом большая плотность измерений планировалась в зонах с наибольшим градиентом МЭД. В зонах с равномерной МЭД планировалось небольшое количество измерений с целью минимизации дозозатрат при проведении измерений. В непосредственной близости от экранирующих объектов измерения, как правило, не проводились. Выбор места и типа установки для измерения углового распределения осуществлялся на основании анализа предварительных исследований в зависимости от уровня МЭД.

Определение энергетических характеристик осуществлялось путем измерения кратности ослабления гамма-излучения от основных направлений свинцовыми фильтрами. Кратность ослабления используется при оптимизации толщины экранирования и оценки «эффективной» энергии гамма-излучения.

Измерения угловых и энергетических характеристик гамма-излучения в зонах производства работ по монтажу НВТ выполнены в помещении 7001 3-го блока ЧАЭС и на кровле блока В (отметка +71,20) II очереди ЧАЭС.

Измерения углового распределения с помощью установки ШД-1 осуществлялось в заранее выбранных точках, наиболее характерных для данной зоны обследования. Измерения угловых распределений при помощи установки ДК выполнялись для уточнения данных по угловым распределениям в отдельных точках планируемой ЗПР.

Анализ результатов измерений

Анализ результатов измерения угловых распределений МЭД в помещении 7001, выполненных с помощью установок ДК (рис. 1) и ШД-1 (рис. 2), показывает, что явно выраженных интенсивных точечных источников гамма-излучения не наблюдается. МЭД в ЗПР определяется главным образом загрязнением поверхности пола.

Результаты измерений угловых распределений МЭД на кровле блока В, выполненные установкой ДК, представлены на рис. 3, а выполненные установкой ШД-1 – на рис. 4 и 5. Эти данные показывают, что МЭД в ЗПР по монтажу НВТ на отметке +71,20 определяется главным образом загрязнением поверхности кровли и, в меньшей степени, излучением со стороны 4-го блока и с отметки +74,50.

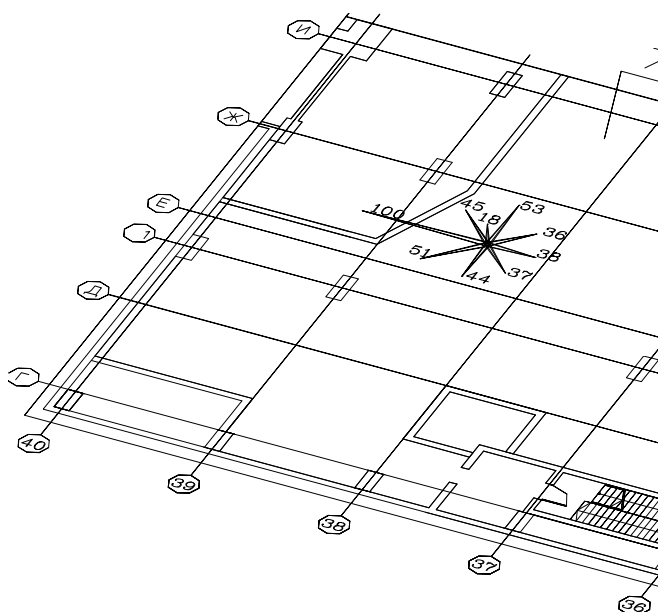


Рис. 1. Результаты измерений углового распределение интенсивности гамма-излучения в помещении 7001.

Примечание. Длина луча и его ориентация характеризуют интенсивность и направление гамма-облучения.

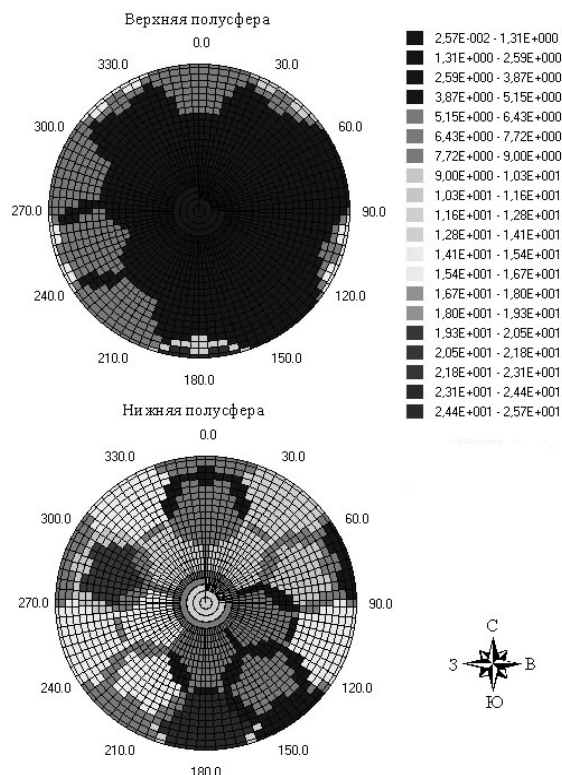


Рис. 2. Картограмма углового распределения интенсивности гамма-излучения в помещении 7001, мР/(ч.сп).

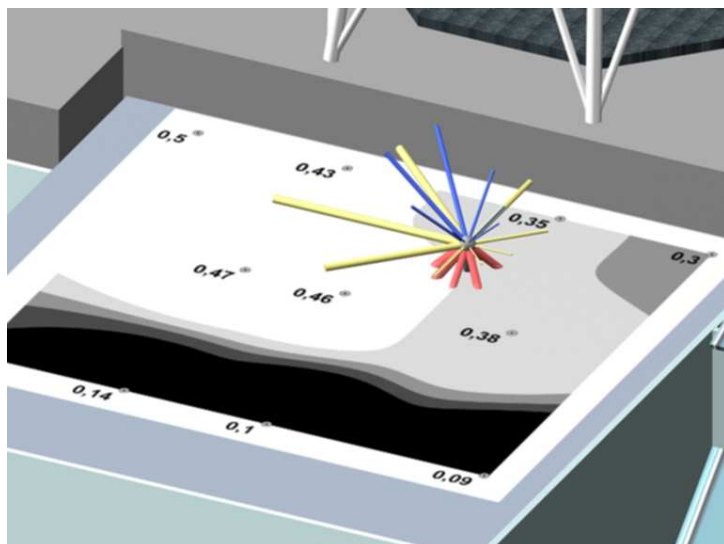


Рис. 3. Картограмма распределения значений МЭД (на высоте 1 м от поверхности) и углового распределения интенсивности гамма-излучения на кровле блока В II очереди ЧАЭС в/о 36-39/Д-И.

МЭД, Р/ч

- 0,09 - 0,17
- 0,18 - 0,25
- 0,26 - 0,34
- 0,35 - 0,42
- 0,43 - 0,5

Примечание. Длина луча и его ориентация характеризуют интенсивность и направление гамма-облучения. Ниже поверхности кровли лучи не показаны.

Рис. 4 и 5

Результаты измерений кратности ослабления интенсивности гамма-излучения установкой ДК (методом сменных фильтров) на кровле блока В (отметка+71,20), представлены на рис. 6 и 7.

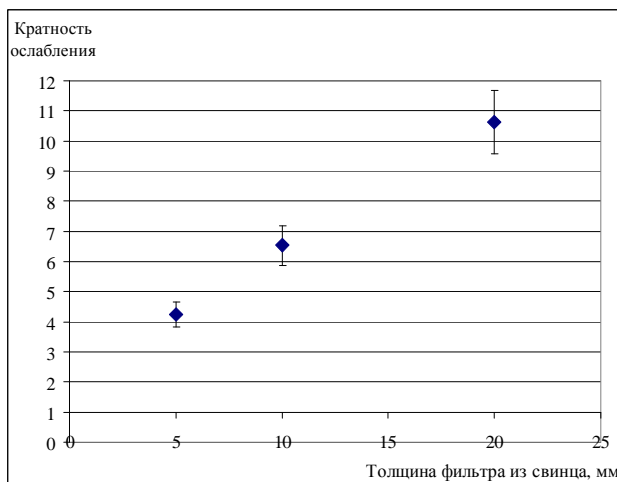


Рис. 6. Зависимость кратности ослабления гамма-излучения от толщины фильтра (мм) из свинца в точке 4/71 (отметка+71,20), северо-западное направление.

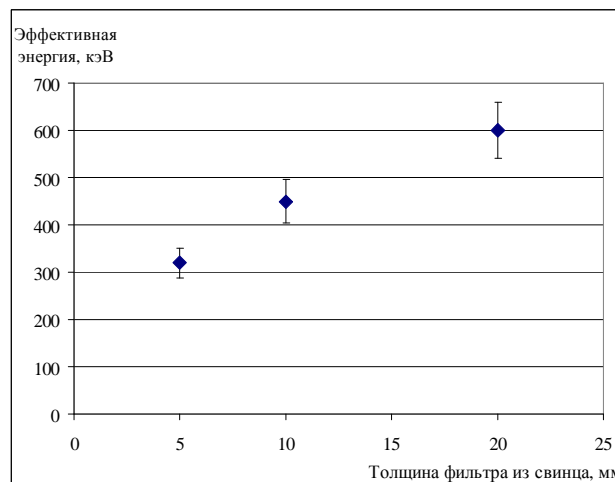


Рис. 7. Зависимость эффективной энергии гамма-излучения (кэВ) от толщины фильтра (мм) из свинца в точке 4/71 (отметка+71,20), северо-западное направление.

На рис. 6 показана зависимость кратности ослабления гамма-излучения от толщины свинцового фильтра в типичной точке измерения. Используя полученные данные, была оценена величина эффективной энергии гамма-излучения и ее зависимость от толщины возможной биозащиты для применения в данной ЗПР.

На рис. 7 представлена характерная зависимость изменения эффективной энергии, проявляющаяся в «ужесточении» спектра гамма-излучения после прохождения через свинцовый фильтр.

Заключение

Результаты измерений угловых распределений в помещении 7001 показывают, что излучение в основном направлено с нижней полусферы (очевидно, вызвано радиоактивным загрязнением пола) и, в меньшей степени, с запада (радиоактивное загрязнение стенки, закрывающей вентиляционную шахту).

В результате выполненных измерений угловых распределений установлено, что МЭД в ЗПР по монтажу НВТ на отметке +71,20 определяется главным образом загрязнением поверхности кровли и, в меньшей степени, излучением со стороны 4-го блока и с отметки +74,50.

Спектральные характеристики поля гамма-излучения в исследованных зонах являются характерными для ЗПР вблизи объекта "Укрытие" и характеризуются «ужесточением» спектра гамма-излучения после прохождения экранирующих конструкций.

На этапе проектирования полученные результаты позволят выполнить оптимизацию экранирования на конкретных рабочих местах в процессе монтажа НВТ.

Во время проведения анализа целесообразности применения биозащиты от гамма-излучения при работах на покрытии блока В, рекомендуется применять данные по значению эффективной энергии, полученные на этапе предпроектных исследований: для толщины экрана из свинца 5, 10 и 20 мм – 320, 450 и 600 кэВ соответственно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Батий В.Г., Егоров В.В., Кочнев Н.А. и др.* Методика оценки угловых распределений мощности дозы гамма-излучения в зонах производства работ на объекте "Укрытие" // Проблемы Чернобыля. – 2002. Вип. 9. С. 47 - 52.
2. *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 15.07.2004 р. Бюл. "Промислова власність", № 7, 15.07.04.
3. *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 15.07.2004 г. - Бюл. "Промислова власність", № 7, 15.07.04.
4. *Алешин А.М., Батий В.Г., Егоров В.В. и др.* Измерение угловых распределений интенсивности гамма-излучения в зонах производства работ по стабилизации объекта "Укрытие". - Чернобыль, 2002. - 47 с. - (Препр. / НАН Украины. МНТЦ "Укрытие"; 02-1).
5. *Батий В.Г., Павловский Л.И., Рудько В.М.* Энергетические характеристики гамма-излучения объекта "Укрытие" в зонах производства работ по стабилизации // Проблемы безопасности атомных станций і Чернобыля. – 2005. Вип. 1. С. 58 - 64.
6. *Батий В.Г., Глебкин С.И., Егоров В.В. и др.* Влияние основных источников излучения на радиационную обстановку в зоне монтажа нового безопасного конфайнмента // Проблемы безопасности атомных станций і Чернобыля. – 2006. Вип. 4. С. 44 - 54.

Поступила в редакцию 10.06.08

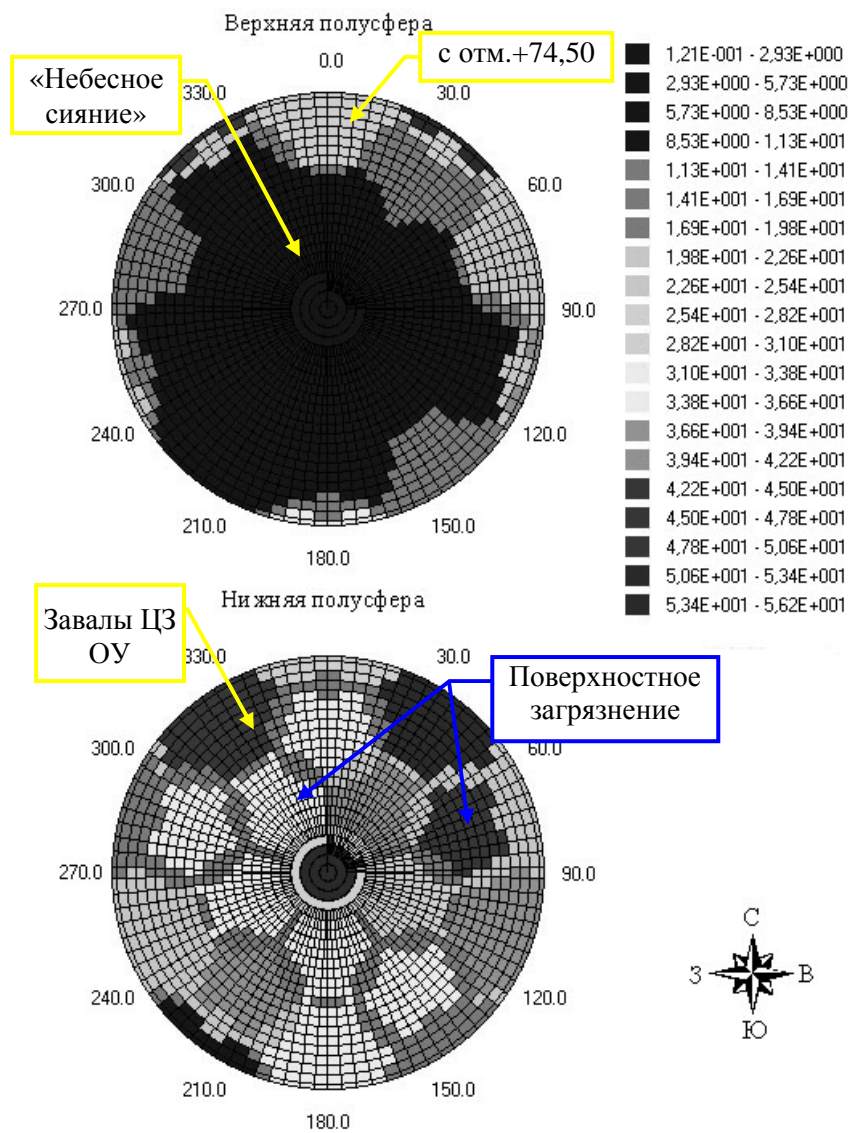


Рис. 4. Картограмма углового распределения интенсивности гамма-излучения на кровле блока «В» в точке 1/71, мР/(ч.ср).

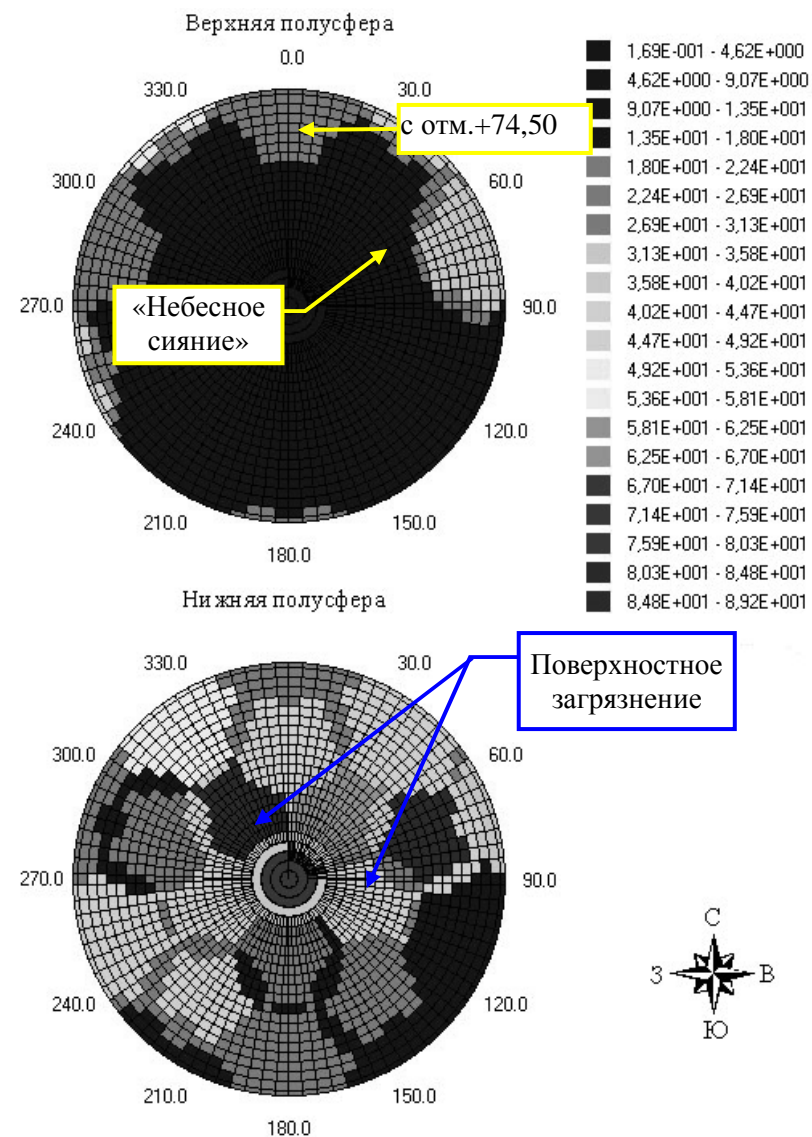


Рис. 5. Картограмма углового распределения интенсивности гамма-излучения на кровле блока В в точке 2/71, мР/(ч.ср).

