

ОЦЕНКА ВКЛАДА ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ ОБЪЕКТА "УКРЫТИЕ" В МОЩНОСТЬ ДОЗЫ НА БЛИЗЛЕЖАЩЕЙ ТЕРРИТОРИИ

В. Г. Батий, С. И. Глебкин, Л. И. Павловский, А. А. Правдивый, А. И. Стоянов

Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, Чернобыль

Рассмотрены результаты исследований характеристик гамма-излучения в локальной зоне и на промплощадке объекта "Укрытие". Выявлены закономерности изменения радиационных параметров на промплощадке по направлениям «восток - запад» и «север - юг» от объекта "Укрытие" и разработаны программы, позволяющие прогнозировать изменение радиационной обстановки к югу, западу и северу от него после удаления радиоактивно загрязненных грунтов и объектов

Введение

В процессе разработки проектов преобразования объекта "Укрытие" в экологически безопасную систему возникает задача оценки изменения радиационной обстановки в процессе удаления радиоактивно загрязненных объектов, грунтов и других источников гамма-излучения, определяющих мощность экспозиционной дозы (МЭД) в зоне производства работ. Для проведения таких оценок необходимо знать вклад в МЭД от излучения основного источника - объекта "Укрытие" - на различных расстояниях от него.

В зонах производства работ на западе от объекта "Укрытие" вклад его излучения наиболее значителен, так как с севера происходит экранирование каскадной стеной, с востока - блоками В и А, с юга - деаэрационной этажеркой и машинным залом. Информация о влиянии объекта на радиационную обстановку в западном направлении важно и потому, что основной объем работ по стабилизации и возведению нового безопасного конфайнмента (НБК) будет проведен с западной стороны от объекта "Укрытие". Поэтому важно оценить изменение радиационной обстановки после дезактивации той или иной территории, например площадки сборки НБК.

Непосредственно воспользоваться результатами измерения МЭД не представлялось возможным из-за сильной неравномерности загрязнения территории, вследствие чего в отдельных точках заметный вклад в мощность дозы дает излучение загрязненных объектов и/или техногенного слоя.

На первом этапе был проведен анализ картограммы МЭД, выбраны зоны с минимальными значениями и получена эмпирическая зависимость МЭД от расстояния до контрфорсной стены объекта "Укрытие" [1]:

$$\text{МЭД} \approx 1.2 \cdot 10^5 / r^2 \text{ [МР/ч]},$$

где $r \geq 100$ м - расстояние до объекта "Укрытие", м.

МЭД в этих зонах удовлетворительно описывались простым выражением. Однако для подтверждения его достоверности, а также для измерения энергетических характеристик гамма-излучения от объекта "Укрытие" необходимо было провести дополнительные измерения.

Измерения выполнены при помощи разработанных в ИПБ АЭС методик и оборудования (коллимированного дозиметра ДКС-04К, многодетекторной установки для измерения угловых распределений гамма-излучения ШД-1, установки "Экран") в ходе предпроектных исследований по созданию НБК, которые были завершены в мае 2004 г. [2, 3]. Для оперативного определения направления на основные источники излучения и моделирования биозащиты применялся спектрометр СЕГ-04К с коллимированным детектором (рис. 1).

Для оценки энергетических характеристик использовались два метода: измерение кратности ослабления с последующей оценкой эффективной энергии гамма-излучения, а также непосредственные измерения гамма-спектров в направлении на выявленные основные источники, сосредоточенные в объекте "Укрытие" и на промплощадке на различном расстоянии от него. Измерения кратности ослабления гамма-излучения осуществлялись при помощи гамма-спектрометра СЕГ-04К методом поглощения излучения свинцовыми фильтрами.

При помощи гамма-спектрометра СЕГ-04К с коллимированным детектором проводились непосредственные измерения гамма-спектров в выбранных направлениях.

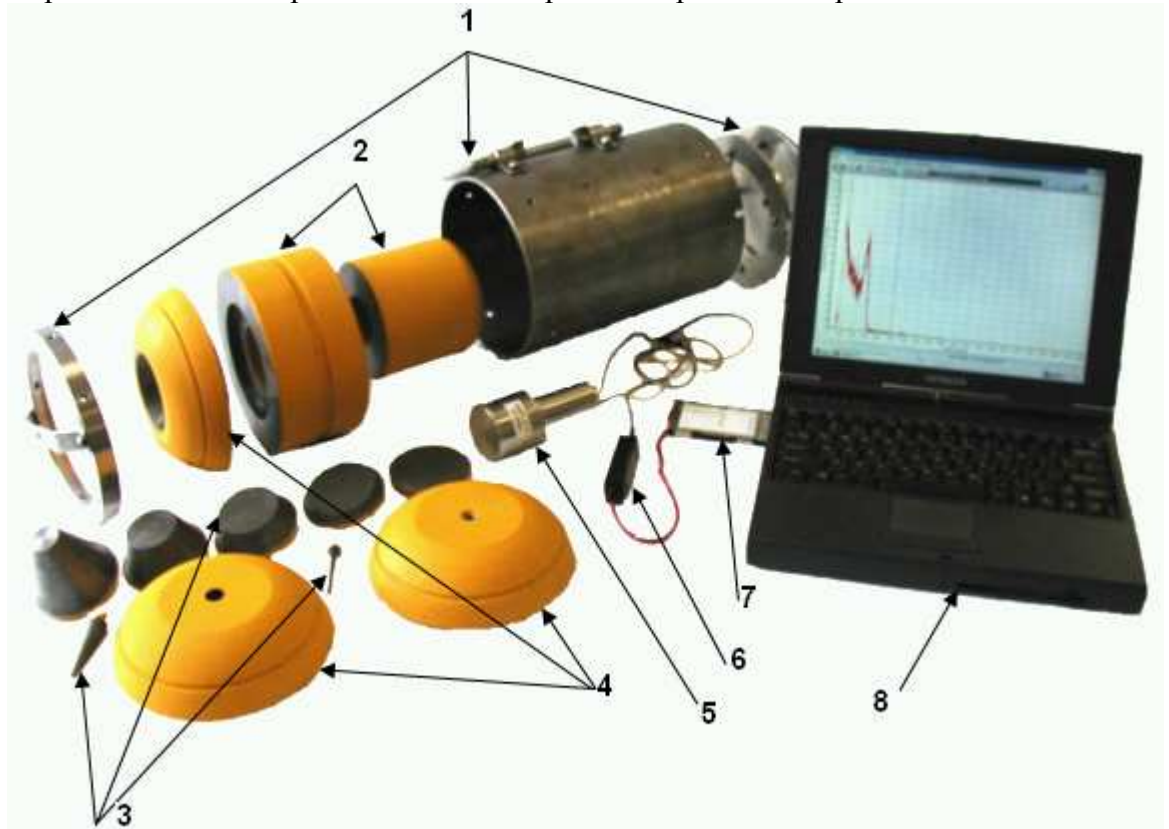


Рис. 1. Коллимированный спектрометр СЕГ-04К:

- 1 - корпус с элементами крепления защитных экранов; 2 - элементы защитного экрана;
- 3 - свинцовые фильтры; 4 - сменные свинцовые коллиматоры; 5 - блок детектирования спектрометра;
- 6 - блок сопряжения карты-спектрометра и блока детектирования; 7 - карта спектрометра;
- 8 - компьютер для накопления, визуализации и обработки гамма-спектров.

Результаты выполненных работ

В результате этих работ получены характеристики гамма-излучения в точках промплощадки на различном удалении от объекта "Укрытие". Выполненный анализ интегральных значений МЭД гамма-излучения в точках, в которых вклад гамма-излучения от объекта "Укрытие" был преобладающим по сравнению с другими источниками, подтвердил полученную ранее эмпирическую зависимость МЭД от расстояния до объекта "Укрытие".

На рис. 2 проведено сравнение экспериментальных значений интенсивности и МЭД гамма-излучения на различном удалении от объекта "Укрытие" с предложенной эмпирической зависимостью. Наблюдается хорошее согласие измеренных и расчетных данных.

На рис. 3 представлены спектры, измеренные на различном расстоянии от объекта "Укрытие" в направлении на западную контрфорсную стену. Точки измерения практически находятся на одной прямой, что позволяет проследить зависимость изменения интенсивности гамма-излучения и формы энергетического распределения от расстояния до объекта "Укрытие".

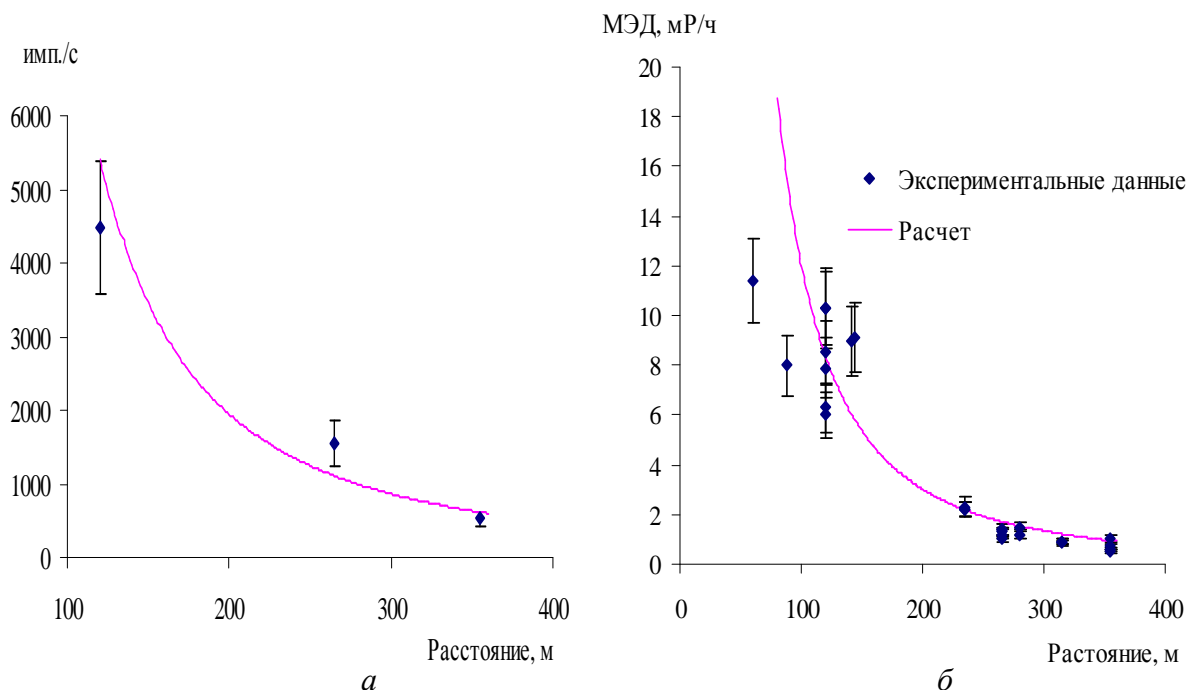


Рис. 2. Сравнение экспериментальных значений интегральной интенсивности (а) и МЭД (б) гамма-излучения от расстояния до объекта "Укрытие".

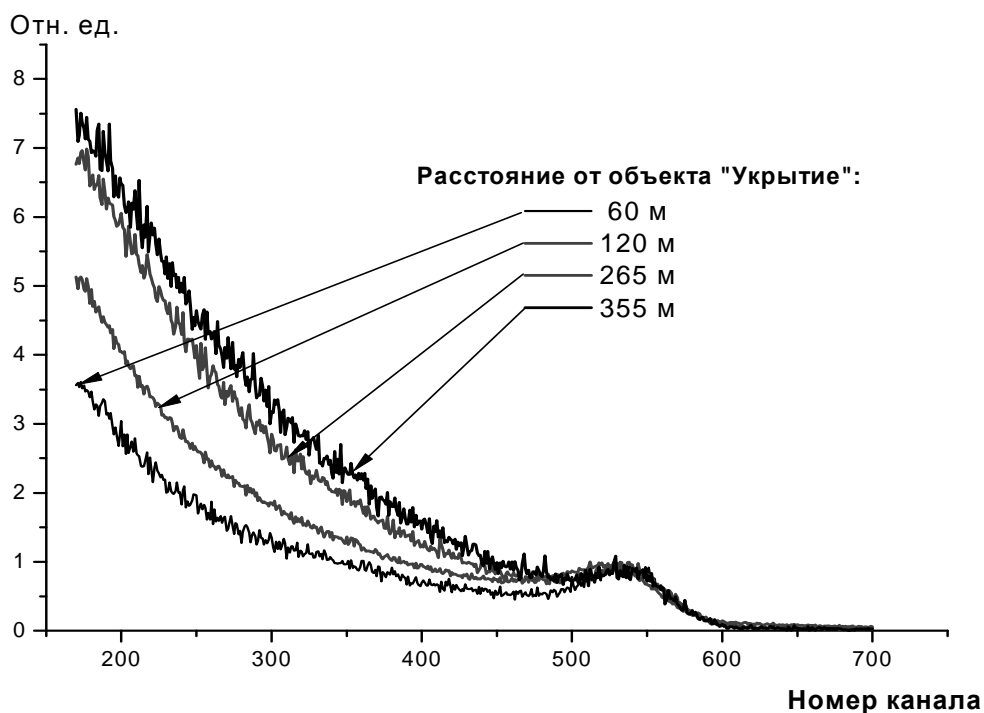


Рис. 3. Нормированные по пику полного поглощения спектры, полученные на различных расстояниях от объекта "Укрытие".

По мере удаления от объекта "Укрытие" спектры гамма-излучения, как и следовало ожидать, "смягчаются" за счет рассеяния в воздухе гамма-излучения. На более далеких расстояниях детектор начинает регистрировать рассеянные гамма-кванты не только в воздухе, но и на поверхностях окружающих строений, оборудования, грунта. Это приводит к

изменению формы энергетического распределения, увеличивая вклад в "мягкую" область спектра за счет комптоновского рассеяния. Поэтому значение эффективной энергии уменьшается с увеличением расстояния до объекта "Укрытие", что хорошо видно на рис. 4.

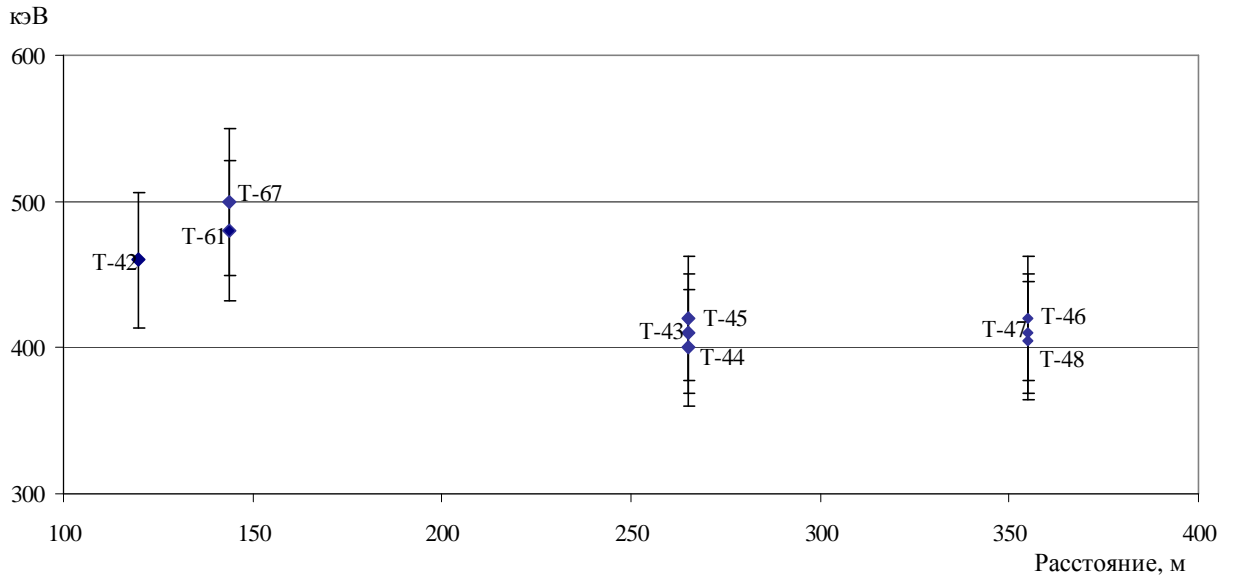


Рис. 4. Зависимость эффективной энергии гамма-излучения от расстояния до объекта "Укрытие" для толщины биозащиты из свинца $d = 10$.

Исследованиями также установлено, что эффективная энергия гамма-излучения вблизи объекта "Укрытие" (на расстоянии около 100 м) составляет 400 - 550 кэВ, а при удалении (на расстоянии около 300 м) эффективная энергия уменьшается до 350 - 400 кэВ и при дальнейшем увеличении расстояния слабо изменяется. Это говорит о том, что на таких расстояниях вклад прямого излучения пренебрежимо мал и дозу создает только рассеянное излучение.

Выводы

В результате выполненных работ выявлены закономерности изменения радиационных параметров на промплощадке объекта "Укрытие" по направлениям "восток - запад" и "север - юг" от объекта "Укрытие" и разработаны программы, позволяющие прогнозировать изменение радиационной обстановки к югу, западу и северу от объекта "Укрытие" после удаления радиоактивно загрязненных грунтов и объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Батий В.Г., Федорченко Д.В. Математическая модель изменения радиационной обстановки вблизи объекта "Укрытие" в процессе производства работ // VI Конференция Международного Чернобыльского центра «Международное сотрудничество - Чернобылю», Славутич, 9 - 12 сент. 2003 г. - Славутич, 2003. - С. 150.
2. 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).
3. Батий В.Г., Егоров В.В., Закревский Ю.А. и др. Оптимизация биозащиты с использованием экспериментальных данных об угловых распределениях интенсивности гамма-излучения // Проблемы Чернобыля. - 2002. - Вып. 9. - С. 53 - 55.

Поступила в редакцию 28.10.04,
после доработки - 14.12.04.