

ОЦЕНКА ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ ПРИМЕНЕНИЯ КОВШОВОГО ДОЗИМЕТРА ДЛЯ ПЕРВИЧНОЙ СОРТИРОВКИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

В. Г. Батий, А. А. Правдивый, А. И. Стоянов

Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, Чернобыль

Предложен простой способ первичной сортировки радиоактивных отходов с помощью коллимированного ковшевого дозиметра, располагаемого на стреле экскаватора. Для определения граничных условий проведения сортировки при влиянии гамма-фона объекта "Укрытие" было проведено математическое моделирование этого процесса.

Введение

Настоящий этап деятельности по ликвидации последствий аварии 1986 г. характеризуется выполнением работ по преобразованию объекта "Укрытие" в экологически безопасную систему. В рамках международной программы SIP осуществляются мероприятия по преобразованию объекта "Укрытие", в частности проведение стабилизации его строительных конструкций, строительство нового безопасного конфаймента (НБК) и др. При этом предполагается выполнение значительного объема проектно-изыскательских, буровых и земляных работ в техногенном слое на промплощадке ЧАЭС, при которых будут образовываться значительные объемы радиоактивно загрязненных грунтов (124000 м³ [1]) различной категории.

Одним из важнейших этапов обращения с радиоактивными отходами (РАО) является их сортировка [2] как наиболее эффективный способ минимизации объемов РАО.

Использование в таких условиях существующих установок сортировки, например разработанного в CANBERA автоматического конвейера сортировки грунта и строительного мусора, представляется нецелесообразным из-за высокой стоимости, неоднородности грунта (вблизи активного слоя с большой вероятностью возможно обнаружение высокоактивных фрагментов [2]), высокого внешнего гамма-фона от скоплений РАО в объекте "Укрытие", а также недостаточной мобильности (подобные установки предназначены для системного удаления радиоактивного грунта, а не для проведения строительных работ, создания фундаментов и т.п.). Кроме того, приведенная в примере установка сортировки имеет высокую степень образования пыли.

В настоящей работе предложен простой способ сортировки с помощью коллимированного ковшевого дозиметра, располагаемого на стреле экскаватора, и проведено математическое моделирование процесса сортировки в условиях сильного гамма-фона, создаваемого объектом "Укрытие", с целью определения граничных условий ее проведения.

Методика сортировки

На рис. 1 представлена схема, в которой отражена систематизация источников образования радиоактивно загрязненных грунтов при проведении земляных работ вблизи объекта "Укрытие".

При проведении работ по текущей эксплуатации объекта "Укрытие" образование значительных объемов радиоактивно загрязненных грунтов не предполагается. Образование основных объемов радиоактивно загрязненных грунтов будет происходить при проведении работ по преобразованию объекта "Укрытие" в экологически безопасную систему (см. рис. 1).



Рис. 1. Источники образования радиоактивно загрязненных грунтов при производстве земляных работ вблизи объекта "Укрытие" в процессе преобразования его в экологически безопасную систему.

В связи с образованием больших объемов радиоактивно загрязненных грунтов был выпущен документ [1], в котором предложена классификация ТМ, в том числе радиоактивно загрязненных грунтов, представленная в таблице.

Как видно из таблицы, представленная классификация имеет высокую степень дифференциации, что позволяет решить проблему больших затрат, связанных с захоронением радиоактивно загрязненных грунтов. В соответствии с данной классификацией значительные объемы радиоактивно загрязненных грунтов могут быть использованы в качестве обратной засыпки (тип А-S1) или временно расположены на специальной площадке (А-S2). Основным критерием классификации радиоактивно загрязненных грунтов является мощность экспозиционной дозы (МЭД) [1].

Необходимо отметить, что особенностью сортировки в условиях объекта "Укрытие" является наличие повышенного гамма-фона, создаваемого объектом "Укрытие", радиоактивно загрязненной территорией и сооружениями на ней.

Для осуществления на практике сортировки радиоактивно загрязненных грунтов в соответствии с приведенной классификацией представляется целесообразным применение коллимированного ковшового дозиметра, располагаемого на стреле экскаватора. В качестве такого устройства может быть предложено, например, разработанное в ИПБ АЭС НАН Украины коллимирующее устройство на основе дозиметра-радиометра ДКС-01 "Селвис" (рис. 2).

Данное коллимирующее устройство состоит из выносного детектора гамма-излучения на основе CdZnTe, который помещен в специальный свинцовый коллиматор толщиной 30 мм. Угол раствора коллимирующего отверстия 45° , длина кабеля, соединяющего детектор с блоком обработки информации, до 30 м.

Подобное коллимирующее устройство может быть размещено на стреле экскаватора таким образом, чтобы в поле зрения коллимированного детектора находилось только содержимое ковша. Такое решение позволит определить МЭД только от содержимого ковша. При поднятом ковше имеется возможность сканирования рабочей зоны с целью своевременного обнаружения высокоактивных фрагментов.

Структура классификации технологических материалов (ТМ), в том числе радиоактивно загрязненных грунтов, образующихся при реализации международной программы SIP на объекте "Укрытие"

Класс ТМ	Тип ТМ	Группа ТМ	МЭД, мР/ч (максимальное значение на расстоянии 0,1 м)
А (Временно располагаются на специальной площадке)	А-R Освобождаются от регулирующего контроля		Не больше 0,03
	А-S1 Грунты, пригодные для использования	А-S1-1	Не больше 1
		А-S1-2	От 1 до 10
		А-S1-3	От 10 до 30
	А-S2 Грунты, непригодные для использования		От 30 до 50
	А-Т Техногенные объекты	А-Т-1 Габаритные	Не больше 50
А-Т-2 Негабаритные		Не больше 50	
В (Захораниваются на ПЗРО "Буряковка". При необходимости часть ТМ контейнеризуется и временно сохраняется как САО)	В-S Грунты		Больше 50 и отвечают критериям приемки ПЗРО "Буряковка"
	В-Т Техногенные объекты	В-Т-1 Габаритные	Больше 50 и отвечают критериям приемки ПЗРО "Буряковка"
		В-Т-2 Негабаритные	
В-М САО, подлежащие контейнеризации		Превышают критерии приемки ПЗРО "Буряковка"	
С (Хранятся во временном хранилище ВАО на площадке ГСП ЧАЭС)			Больше 1000

Математическое моделирование процесса сортировки

Для оптимизации расположения коллимирующего устройства и толщины его защиты было проведено моделирование процесса сортировки при помощи вычислительной программы Microshield (Version 5.05) для различных объемов ковша. При этом одновременно учитывались фоновые условия в месте проведения работ и защитные свойства коллиматора.

На рис. 3 представлена зависимость МЭД гамма-излучения в точке детектирования, сформированная ковшом с радиоактивно загрязненными грунтами, от объема ковша для расстояний 0,1; 0,5; 1; 2 и 3 м от ковша до детектора. В данной зависимости для малых объемов ковша МЭД быстро возрастает с увеличением объема, а для больших объемов (около 0,1 м³) - "выползает" и практически не изменяется вне зависимости от расстояния до ковша. Это объясняется самопоглощением гамма-излучения в измеряемом радиоактивно загрязненном грунте. Данная зависимость позволяет оптимизировать объем ковша в зависимости от расположения коллимированного детектора на стреле экскаватора.



Рис. 2. Коллимирующее устройство на основе дозиметра-радиометра ДКС-01 "Селвис".

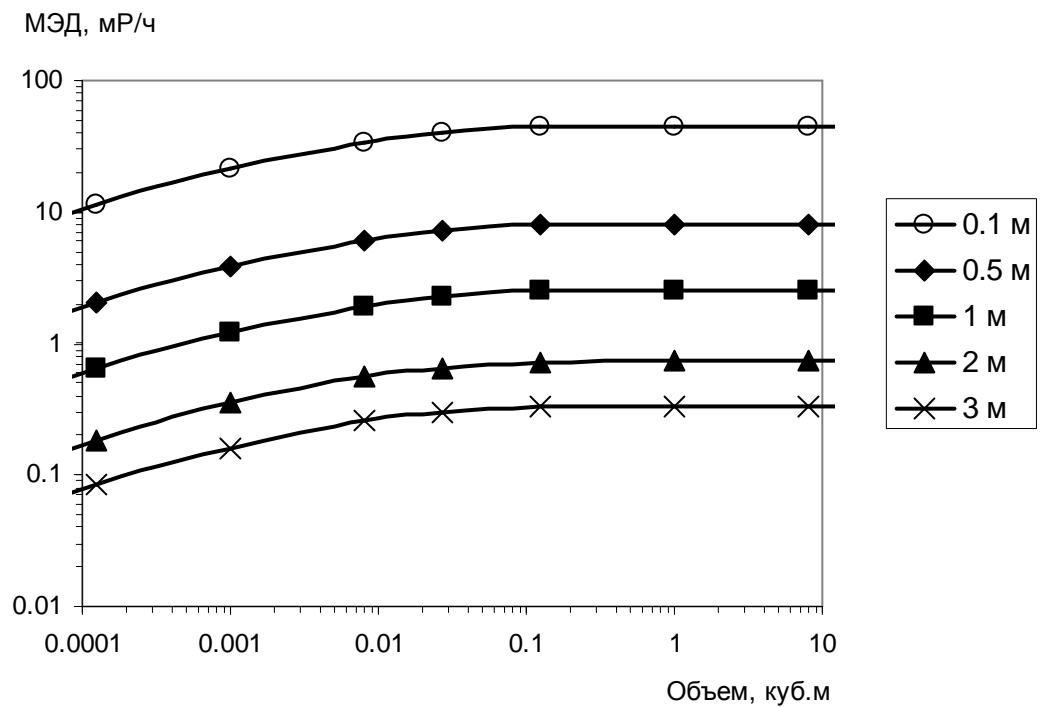


Рис. 3. Зависимость МЭД гамма-излучения, сформированная ковшем с радиоактивно загрязненным грунтом, от объема ковша для различных расстояний от ковша до детектора.

Как видно из рис. 3, характеристика извлекаемого радиоактивно загрязненного грунта не может быть осуществлена в случае, если совокупность параметров таковы, что значения МЭД меньше фоновых условий в месте производства работ. Т.е. если в ковше находится не радиоактивно загрязненный грунт, то в радиационных условиях промплощадки объекта "Укрытие" будет невозможно это определить.

Например, в районе строительства путей надвигки НБК фон составляет от единиц до нескольких десятков мР/ч. В этом же диапазоне МЭД излучает радиоактивно загрязненный грунт, который может быть отнесен к классу А (см. таблицу). Класс А состоит из четырех типов, которые в свою очередь разделены на пять групп. Поэтому для осуществления сортировки в данных радиационных условиях необходимо применять экранирование детектора, позволяющее снизить значительно снизить на фон.

Для оптимизации экранирования детектора были построены зависимости относительной погрешности измерения от МЭД на поверхности ковша для фоновых условий 10 мР/ч (рис. 4).

При гамма-фоне 10 мР/ч (см. рис. 4) относительные погрешности измерения велики. Как видно из рис. 4, категорирование радиоактивно загрязненных грунтов типа В-S (см. таблицу) может быть осуществлено с погрешностью не более 50 % только на расстоянии не более 1 м от ковша. В случае использования разработанного в ИПБ АЭС НАН Украины коллимирующего устройства с толщиной защиты 30 мм возможности сортировки существенно расширяются (рис. 5).

Для определения граничных условий применения коллимированного ковшового дозиметра в процессе сортировки радиоактивно загрязненного грунта было проведено математическое моделирование. Граничные условия определялись в предположении, что относительная погрешность измерения должна быть не более 50 %.

Результаты моделирования позволяют определить расстояние от ковша до детектора, при которых возможно проведение категорирования радиоактивно загрязненного грунта данного типа (см. таблицу) при радиационных условиях, характерных для данной зоны производства работ. На рис. 6 представлены граничные условия применения коллимированного ковшового дозиметра в процессе сортировки. Заштрихованная область соответствует разрешенным значениям проведения категорирования.

Заключение

Таким образом, результаты проведенного моделирования процесса сортировки радиоактивно загрязненных грунтов позволяют сделать вывод о возможности применения коллимированного ковшового дозиметра, располагаемого на стреле экскаватора, в условиях повышенного радиационного фона вблизи объекта "Укрытие", в частности в зонах предполагаемого производства работ по строительству НБК. При разработке ковшового дозиметра за основу может быть взято коллимирующее устройство, разработанное в ИПБ АЭС НАН Украины, на основе дозиметра-радиометра ДКС-01 "Селвис".

Предложенная методика позволяет оптимизировать расположение коллимирующего устройства на стреле экскаватора и толщину его защиты для различных радиационных условий. Найденные граничные условия позволяют определить величину гамма-фона и расстояние от ковша до детектора, при которых возможно проведение категорирования радиоактивно загрязненного грунта. В случае высокого гамма-фона, значения которого превышают граничные условия, необходимо увеличить толщину защитных стенок коллиматора. Данная методика позволяет определить их необходимую толщину.

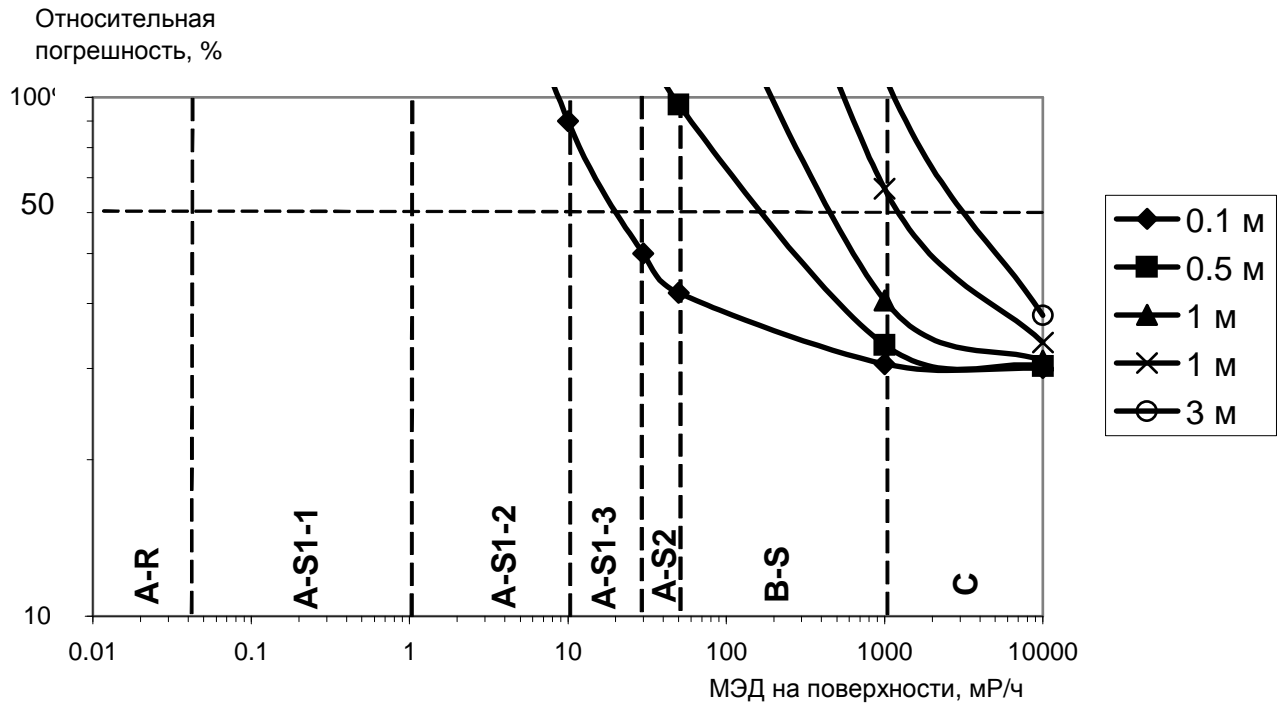


Рис. 4. Зависимость относительной погрешности измерений от МЭД на поверхности ковша с радиоактивно загрязненным грунтом. Фоновые условия в месте проведения сортировки 10 мР/ч.

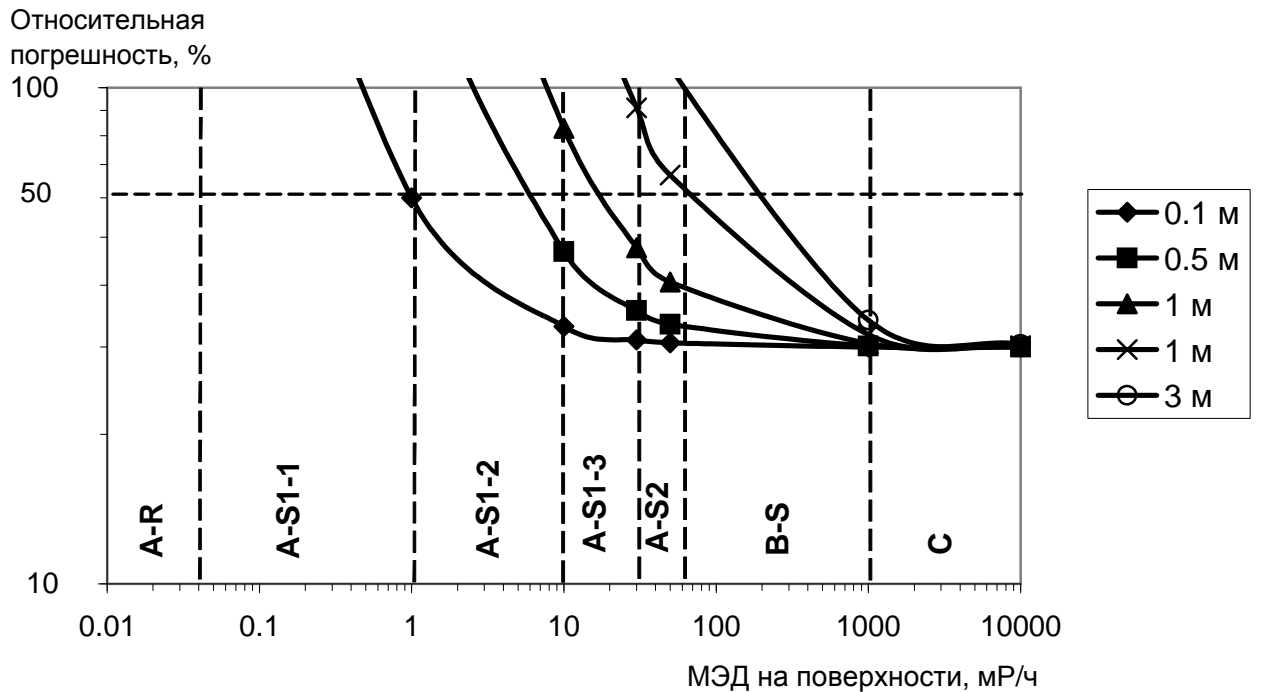


Рис. 5. Зависимость относительной погрешности измерений от МЭД на поверхности ковша с радиоактивно загрязненным грунтом при применении свинцового коллиматора с толщиной защиты 30 мм.

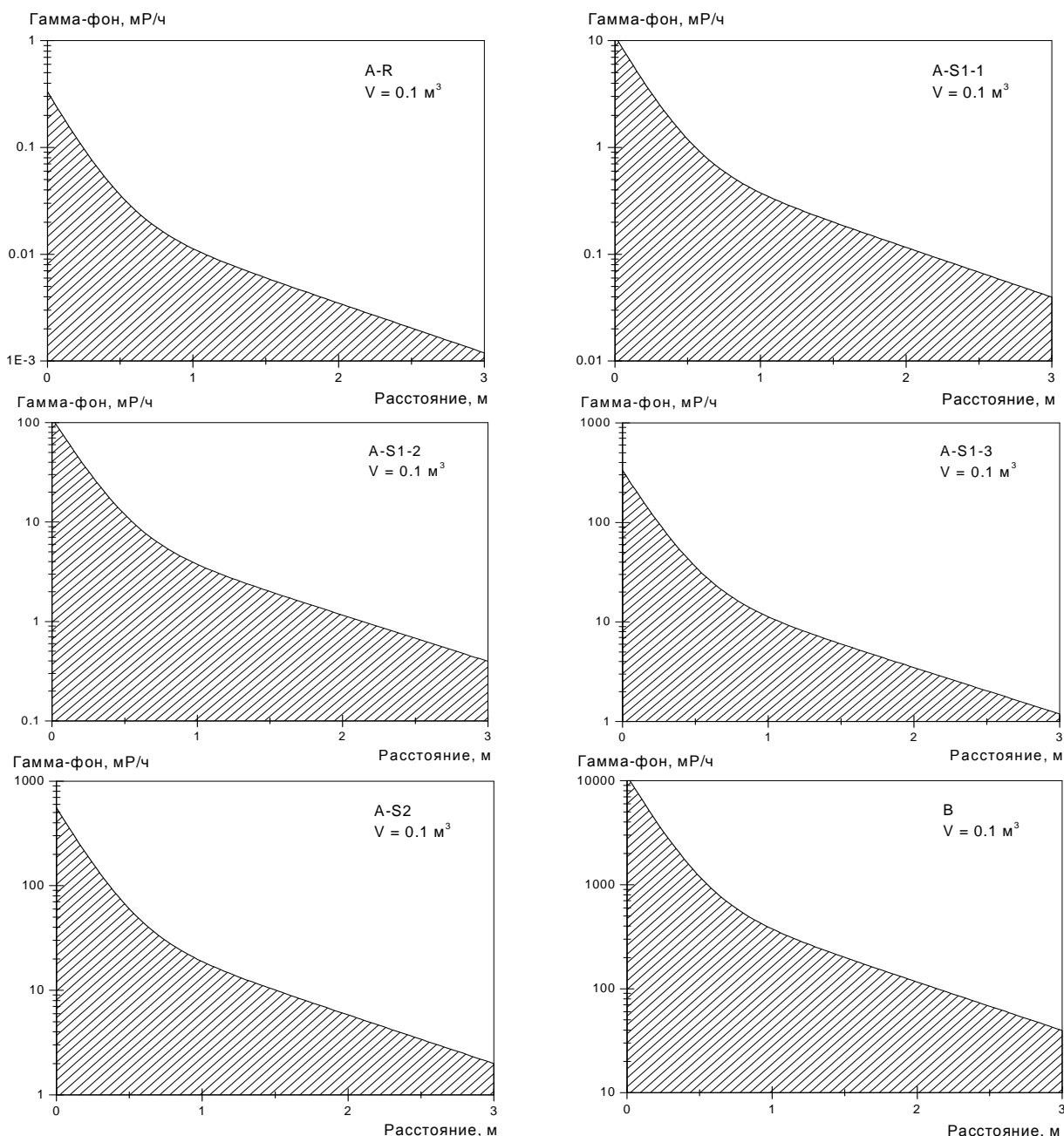


Рис. 6. Граничные условия применения коллимированного ковшового дозиметра с толщиной защиты 30 мм в процессе сортировки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Класифікація ґрунтів та інших матеріалів, які утворюються при виконанні земляних робіт під час реалізації плану здійснення заходів на об'єкті "Укриття" / ГСП "Чернобыльская АЭС". - Инв. № 15 от 06.04.04.*
2. *Алешин А.М., Батий В.Г., Закревский Ю.А. и др. Безопасное обращение с твердыми радиоактивными отходами при преобразовании объекта "Укрытие" // Проблемы Чернобиля. - 2002. - Вып. 9. - С. 41 - 46.*

Поступила в редакцию 29.03.05,
после доработки – 04.04.05.

**15 18 МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ СОРТУВАННЯ РАДІОАКТИВНО
ЗАБРУДНЕНИХ ҐРУНТІВ****В. Г. Батій, О. А. Правдивий, О. І. Стоянов**

Запропоновано простий спосіб первинного сортування радіоактивних відходів за допомогою колімованого дозиметра, що розташовується на стрілі екскаватора, і проведено математичне моделювання процесу сортування для визначення граничних умов проведення сортування в умовах сильного гамма-фону об'єкта "Укриття".

15 18 MATHEMATIC MODELING OF RADIOACTIVE POLLUTION SOIL SEPARATION PROCESS**V. G. Batiy, A. A. Pravdiviy, A. I. Stojanov**

Simple method of radioactive waste first separation using collimated dosimeter, which is placed on boom of power shovel, is proposed, and separation process mathematic modeling for boundary conditions definition of sorting under "Shelter" object high gamma background condition are carry out.