

ПРОГНОЗ КОЛИЧЕСТВА РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ В ГРУНТАХ НА УЧАСТКЕ ФУНДАМЕНТА НОВОГО БЕЗОПАСНОГО КОНФАЙНМЕНТА

А. А. Ключников, Н. И. Панасюк, С. С. Подберезный, А. Д. Скорбун,
А. М. Алферов, Г. В. Левин, В. А. Канченко

Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, Чернобыль

Впервые приведен научно обоснованный расчет количества радиоактивных отходов (РАО) (радиоактивных грунтов), находящихся в местах устройства фундамента нового безопасного конфайнмента (НБК), с построением карты залегания. Рассмотрен пример построения проекта геоинформационной системы с применением ArcGIS 8.3 для анализа радиоактивного загрязнения грунтов в районе объекта «Укрытие» Чернобыльской АЭС.

Особенностью обеспечения радиационной безопасности при проведении земляных работ для устройства фундаментов сооружений является необходимость контроля извлеченного и вскрытого грунта по величине мощности экспозиционной дозы (МЭД). Практический опыт проведения земляных работ на ЧАЭС показывает, что определение категории РАО, в первую очередь высокоактивных (ВАО), производится путем измерения МЭД на расстоянии 10 см от грунта. Таким образом, для прогнозирования количества ВАО при разработке котлованов под фундаменты возникает необходимость построения карты распределения МЭД на расстоянии 10 см от кровли вскрытого активного слоя. Для этого были выполнены расчеты по следующей методике. Было рассчитано гамма-поле на расстоянии 10 см от поверхности для параллелепипедов с единичной активностью, толщина которых соответствует мощности активного слоя, а в горизонтальном сечении соответствует размерам котлована. Таким способом была построена таблица коэффициентов для пересчета значения удельной активности ^{137}Cs , полученной по данным гамма-каротажа скважин, в значения МЭД на расстоянии 10 см от кровли активного слоя. По этим данным построен график, позволяющий оценить категорию РАО в зависимости от активности и мощности слоя (рис. 1).

В результате ранее проведенных работ создан набор данных, включающих координаты скважин, мощность и положение активного слоя, удельную активность грунта вокруг каждой скважины [1, 2]. Эти данные программно записываются в специальный файл, к кото-

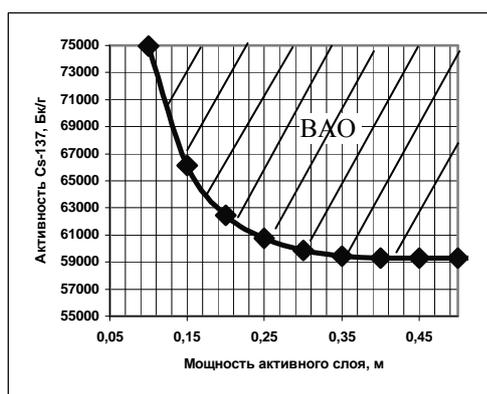


Рис. 1. Граничные значения параметров активного слоя для ВАО.

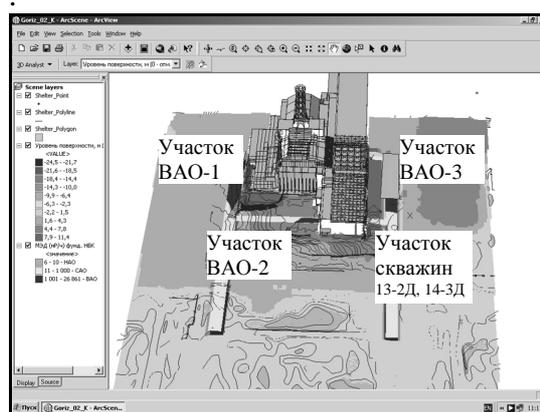


Рис. 2. 3D модель поверхности распределения РАО.

рому обращается ArcGIS, которая в дальнейшем манипулирует с записанными в нем данными.

На основании этих данных средствами лицензионного программного обеспечения ArcGIS 8.3 (ArcView 8.3, модули Spatial Analyst и 3D Analyst) построены карты параметров

активного слоя загрязненных грунтов локальной зоны объекта «Укрытие»: распределения удельной активности ^{137}Cs , мощности, глубины залегания кровли, подошвы. Затем построена карта распределения РАО по данным МЭД на участке фундамента НБК (рис. 2) и определены объемы НАО, САО и ВАО (табл. 1). Ширина ленты фундамента принята 18 м. Грунты, залегающие выше активного слоя, отнесены к НАО. При этом следует обратить внимание на такую особенность: ВАО под бермой пионерной стены машинного зала на участке "ВАО-3" выделены впервые (см. рис. 2). Это стало возможным за счет применения вышеописанного подхода, который учитывает результаты обработки гамма-каротажа скважин, мощность активного слоя, существующую практику проведения земляных работ и использования ГИС-технологий для обработки данных.

Таблица 1. Количество НАО, САО и ВАО на участке фундамента НБК

Участок	Объем, м ³	МЭД, Р/ч	Глубина залегания, м	Мощность, м
ВАО-1	300	1,0 - 3,5	2,7 - 3,0	0,1 - 0,26
ВАО-2	110	1,0 - 28	5,6 - 5,7	0,3 - 0,4
ВАО-3	420	1,0 - 1,1	1,6 - 10,0	0,36 - 0,58
Всего ВАО	830			
Всего САО	4308	0,01 - 1,0		
НАО - послеаварийные грунты	59920			1,9 - 10,0

Растровые поверхности мощности активного слоя и распределения удельной активности ^{137}Cs созданы из входных точечных данных интерполяцией с помощью метода обратно взвешенных расстояний. Выбор данного метода обусловлен тем, что точки измерения (скважины) распределены неравномерно [2]. Карта коэффициентов для пересчета удельной активности в МЭД построена в ArcGIS Spatial Analyst переклассификацией значений мощности активного слоя. Карта МЭД получена умножением растровых поверхностей распределения удельной активности ^{137}Cs и карты коэффициентов.

В документе [4] указано, что при создании фундаментов НБК может быть изъято до 120 м³ ВАО, но не приведена методика расчета. Имеется также указание на то, что эта величина предварительная, а «окончательный объем РАО будет определен после получения технических решений по фундаментам в документе FD-301 и FD-302» [4]. С целью ужесточения методики расчета были внесены коррективы – введен барьер интерполяции, используемый для установки границы поиска точек измерений, и определен коэффициент пересчета для каждой скважины. При расчете барьером служит линия, ограничивающая контур растекшегося бетона и пионерной стены машинного зала. Для данного случая объемы ВАО получаются несколько меньше за счет снижения значений удельной активности ^{137}Cs и мощности активного слоя.

Необходимо обратить внимание и на факт в данном случае уменьшения расчетной величины МЭД на участке ВАО-3 до 900 - 960 Р/ч (южная лента фундамента НБК), что обусловлено снижением коэффициента пересчета распределения удельной активности ^{137}Cs в МЭД за счет изменения метода построения – интерполяцией данных по скважинам.

Если принять величину погрешности измерений в скважинах 25 %, то к ВАО необходимо относить грунты с МЭД >750 Р/ч. Объемы и параметры участков ВАО для данного варианта расчета сведены в табл. 2.

Для наилучшего соответствия расчетных значений реальным в разных случаях следует использовать разные способы интерполяции, в зависимости от того, какое явление отражают значения и как распределены точки замеров. Однако при любом методе интерполяции качество результата прямо пропорционально количеству исходных точек [1]. Участок

Таблица 2. Количество ВАО на участке фундамента НБК

Участок	Объем, м ³	Площадь, м ²	МЭД, Р/ч	Глубина залегания, м	Мощность, м
ВАО-1	214	1075	0,75 - 2,8	2,7 - 3,0	0,17 - 0,3
ВАО-2	31	106	7,0 - 28,0	5,6 - 5,7	0,21 - 0,3
ВАО-3	235	2268	0,75 - 0,96	1,6 - 10,0	0,1 - 0,16
Всего ВАО	480				

ВАО-3 характеризуется довольно высокими значениями удельной активности ¹³⁷Cs и МЭД, измеренной в скважине (табл. 3). Учитывая большую площадь этого участка – 2268 м² – и значительный разброс величин МЭД, полученных интерполяцией, по длине фундамента (рис. 3) представляется целесообразным провести дополнительные исследовательские работы для получения данных, характеризующих активный слой на южной ленте фундамента НБК.

Таблица 3. Параметры активного слоя на участке ВАО-3

Скважина	МЭД, мР/ч	Активность ¹³⁷ Cs, Бк/г
13-1А	747,2	46668,3
14-3Д	975,5	73123,5

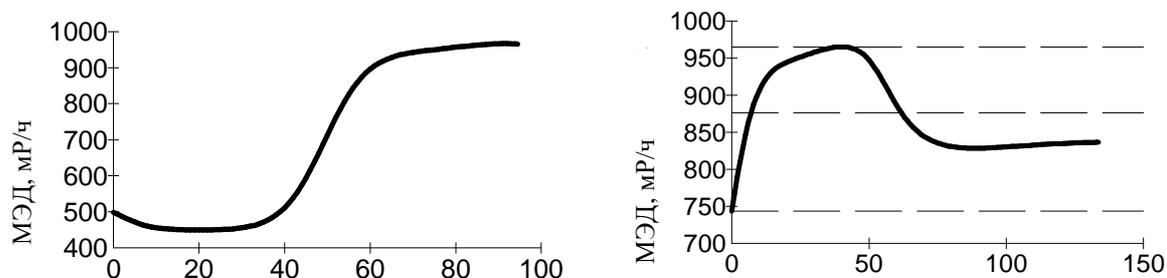


Рис. 3. Графики распределения интерполированных значений МЭД на участке скважин 13-2Д – 14-3Д (слева) и на участке ВАО-3 (справа).

Подтверждением этому могут служить работы по обследованию скважин БИС-СК,, пробуренных для цементации грунтов основания фундаментов сооружения по мероприятию № 2 проекта стабилизации конструкций объекта "Укрытие". На участке площадью 1344 м² количество ¹³⁷Cs, подсчитанное ранее, составило 0, 613·10¹⁴ Бк. При учете данных по 10 новым скважинам БИС-СК количество ¹³⁷Cs на том же участке составило уже 0,735·10¹⁴ Бк, что на 20 % больше предыдущего результата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скорбун А. Д., Панасюк М. И. Математична модель радіоактивного забруднення ґрунтів локальної зони об'єкта "Укриття" // Проблеми Чорнобиля. - 2003. - Вип. 13. - С. 96 - 101.
2. Подберезный С. С., Панасюк Н. И., Оружий А. П. Применение технологий геоинформационных систем при обработке данных радиоэкологического мониторинга в районе объекта "Укрытие" // Проблеми безпеки атомних електростанцій і Чорнобиля. – 2005. – Вип. 2. – С. 99 – 103
3. Джилл МакКой, Кевин Джонстон. ArcGIS Spatial Analyst. Руководство пользователя // Russian Translation by DATA+, Ltd. – М., МГУ им. М. В. Ломоносова, 2002.
4. Проект фундамента – стратегия обращения с радиоактивными отходами при проведении земляных работ. FD-305. План осуществления мероприятий на объекте «Укрытие». Концептуальный проект нового безопасного конфаймента. Чернобыльская атомная электростанция – 4-й энергоблок. ГСП ЧАЭС. - К., 2003.

Поступила в редакцию 30.05.06

**13 ПРОГНОЗ КІЛЬКОСТІ РАДІОАКТИВНИХ ВІДХОДІВ У ҐРУНТАХ НА ДІЛЯНЦІ ФУНДАМЕНТУ
НОВОГО БЕЗПЕЧНОГО КОНФАЙНМЕНТА**

**О. О. Ключников, М. І. Панасюк, С. С. Підберезний, А. Д. Скорбун, А. М. Алфьоров,
Г. В. Левін, В. А. Канченко.**

Уперше наведено науково обґрунтований розрахунок кількості радіоактивних відходів (радіоактивного ґрунту), які знаходяться в місцях будівництва фундаменту нового безпечного конфайнмента, з побудовою карти залягання. Розглянуто приклад побудови проекту геоінформаційної системи з використанням ArcGIS 8.3 для аналізу радіоактивного забруднення ґрунтів у районі об'єкта „Укриття” Чорнобильської АЕС.

**13 PROGNOSIS OF RADIOACTIVE WASTES QUANTITY IN SOILS OF NEW SAFETY CONFINEMENT
FOUNDATION AREA**

**O. O. Klyuchnikov, M. I. Panasyuk, S. S. Pidberesniy, A. D. Skorbun, A. M. Alfyorov, G. V. Levin,
V. A. Kanchenko**

For the first time a scientific founded calculation of radioactive wastes (radioactive soils) quantities at the places of New Safety Confinement foundation building has been given, and a map of bedding is shown. An example of construction of geoinformation system, created using ArcGIS 8.3 for analysing of soils radioactive contamination in the “Ukryttya” object area of Chornobyl NPP have been examined.