ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ДЕЗАКТИВАЦИЯ ТЕРРИТОРИЙ

Метод определения глубины проникания цезия-137 в почву

Издание официальное

БЗ 12—98/1026

ГОССТАНДАРТ РОССИИ
Москва

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Фирмой «РАДЕЗ-2» Минатома России, доработан с участием рабочей группы специалистов Технического комитета по стандартизации ТК 322 «Атомная техника»

ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 322 «Атомная техника»

2 ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Госстандарта России от 17 февраля 2000 г. №40-ст

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© ИПК Издательство стандартов, 2000

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Госстандарта России

Содержание

1 Область применения . . . . .
2 Нормативные ссылки . . . . .
3 Средства измерений и вспомогательные устройства. . . . . .
4 Порядок подготовки к проведению измерений . . . . . .
5 Проведение измерений и обработка результатов . . . . . .
6 Требования безопасности . . . . . .
Приложение А Библиография . . . . . .

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ДЕЗАКТИВАЦИЯ ТЕРРИТОРИЙ

Метод определения глубины проникания цезия-137 в почву

Decontamination of territories.
Method for determination of penetration depth of cesium-137 into the soil

Дата введения 2000—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает метод определения глубины проникания цезия-137 в почву в полевых условиях при проведении работ по дезактивации территорий при уровнях загрязнения цезием-137 от 0,5 до 100 Ки/км^2.

Метод основан на спектрометрическом измерении отношения скоростей счета гамма-квантов изотопа цезия-137 в двух энергетических интервалах — в линии полного поглощения гамма-излучения изотопа цезия-137 в интервале энергий 0,9—1,1·662 кэВ и перерассеянного на грунте гамма-излучения того же изотопа в интервале энергий 0,7—0,9·662 кэВ.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.004—91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.1.005—88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 12.4.028—76 Система стандартов безопасности труда. Респираторы ШБ-1 «Лепесток».Технические условия

ГОСТ 12.4.064—84 Система стандартов безопасности труда. Костюмы изолирующие. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ 12.4.137—84 Обувь специальная кожаная для защиты от нефти, нефтепродуктов, кислот, щелочей, нетоксичной и взрывоопасной пыли. Технические условия

ГОСТ 162—90 Штангенглубиномеры. Технические условия

ГОСТ 427—75 Линейки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 1770—74 Посуда мерная лабораторная стеклянная. Цилиндры, мензурки, колбы, пробирки. Технические условия

ГОСТ 10564—75 Латекс синтетический СКС-65 ГП. Технические условия

ГОСТ 10778—83 Шпатели. Технические условия

ГОСТ 13540—74 Блоки питания стабилизированные низковольтные типа 591 для электронной аппаратуры. Общие технические условия

ГОСТ 18374—79 Эмали ХВ-110 и ХВ-113. Технические условия

ГОСТ 20010—93 Перчатки резиновые технические. Технические условия

ГОСТ 21241—89 Пинцеты медицинские. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ 21824—76 Эмали ХС-119. Технические условия

ГОСТ 22261—94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия

ГОСТ 23468—85 Микрокалькуляторы. Общие технические условия

ГОСТ Р 51037—97 Покрытия полимерные защитные изолирующие, локализирующие, локализирующие пылеподавляющие и дезактивирующие. Общие технические требования.

Издание официальное

3 Средства измерений и вспомогательные устройства

3.1 Для выполнения измерений применяют гамма-спектрометр с контрольным источником.

3.1.1 Гамма-спектрометр должен быть укомплектован блоком детектирования на основе кристалла сцинтиллятора NaI (Tl) цилиндрической формы диаметром и высотой соответственно не менее 75 × 75 мм и не более 100 × 100 мм.

3.1.2 Разрешение блока детектирования должно обеспечивать отношение скоростей счета не более 0,15 в энергетических интервалах 0,7—0,9·E_0 (первый энергетический интервал) и 0,9—1,1·E_0 (второй энергетический интервал) от плоского поверхностного источника цезия-137 диаметром, превышающим диаметр кристалла NaI (Tl) не менее чем в 1,5 раза, где E_0 = 662 кэВ — гамма-линия цезия-137.

3.1.3 Скорость счета гамма-спектрометра, установленного на поверхность грунта, не содержащего искусственных радионуклидов, во втором энергетическом интервале должна быть не более 5 $с^{-1}$ для кристалла сцинциллятора диаметром и высотой соответственно 75 × 75 мм и 10 $с^{-1}$ — для кристалла сцинциллятора диаметром и высотой 100 × 100 мм.

3.1.4 Управление гамма-спектрометром должно осуществляться при помощи переносного персонального компьютера, в котором должно быть установлено соответствующее специальное программное обеспечение.

3.1.5 Гамма-спектрометр должен обеспечивать анализ гамма-спектра не менее, чем по 256 каналам.

Все средства измерения должны пройти метрологическую аттестацию.

3.2 Гамма-спектрометр должен быть выполнен в полевом (переносном) и дезактивируемом (в полиэтиленовых мешках) исполнении и обеспечивать проведение измерений при температуре окружающего воздуха от 5 до 50 °С и относительной влажности не более 80 %.

3.3 Для выполнения работ необходимо применять следующие материалы и приспособления:

- полимерные материалы по ГОСТ Р 51037, ГОСТ 18374, ГОСТ 21824, ГОСТ 10564;
- посуда мерная лабораторная стеклянная (цилиндры, мензурки, колбы) по ГОСТ 1770;
- пинцет медицинский по ГОСТ 21241;
- шпатель по ГОСТ 10778;
- линейка измерительная длиной не менее 30 см по ГОСТ 427;
- штангенциркуль для измерения глубины по ГОСТ 162;
- микрокалькулятор по ГОСТ 23468.

4 Порядок подготовки к проведению измерений

4.1 Перед проведением измерений необходимо составить схему исследуемого участка местности в удобном для работы масштабе.

4.2 Перед проведением измерений исследуемый участок местности должен быть освобожден от посторонних предметов (мусора, травы и др.).

4.3 Подготовку измерительного комплекса к измерениям необходимо проводить в соответствии с требованиями настоящего стандарта и другой нормативной и эксплуатационной документации на приборы, входящие в этот комплекс.

4.4 Ежедневно перед началом работы и по ее окончании (при необходимости — в процессе работы) необходимо проверять стабильность работы измерительного комплекса, измеряя не менее трех раз скорость счета от контрольного источника во втором энергетическом интервале. Число зарегистрированных импульсов в одном измерении должно быть (1—10)·10^3 для каждого измерения. При вводе измерительного комплекса в эксплуатацию или после ремонта входящих в него блоков, но не реже одного раза в три месяца, необходимо проверять стабильность его работы в течение 8 ч путем многократного (не менее 20 раз) измерения через равные промежутки времени скорости счета от указанного контрольного источника в указанном энергетическом интервале.

4.5 Полимерные материалы должны быть подготовлены к нанесению в соответствии с требованиями нормативной документации на применяемый материал.

5 Проведение измерений и обработка результатов

5.1 На исследуемом участке местности определяют скорость счета измерительного комплекса.

5.1.1 Для этого блок детектирования должен быть установлен на свинцовую площадку.

5.1.2 Измеряют количество импульсов измерительного комплекса в двух энергетических интервалах $N_ф'$ и $N_ф''$ за время $T_ф$. При этом $T_ф$ должно быть таким, чтобы $N_ф'$ составляло $(1—10)\cdot10^3$.

5.1.3 Далее рассчитывают скорости счета $n_ф'$ и $n_ф''$, $с^{-1}$, измерительного комплекса, обусловленные фоном, и их погрешности $\Delta n_ф'$ и $\Delta n_ф''$, $с^{-1}$, по формулам:

$$n_ф' = N_ф'/T_ф, \tag{1}$$

$$\Delta n_ф' = (N_ф')^{1/2}/T_ф, \tag{2}$$

$$n_ф'' = N_ф''/T_ф, \tag{3}$$

$$\Delta n_ф'' = (N_ф'')^{1/2}/T_ф. \tag{4}$$

5.2 В точках, называемых рабочими, на исследуемом участке местности измеряют скорости счета измерительного комплекса в двух энергетических интервалах.

5.2.1 Блок детектирования устанавливают непосредственно на грунт.

5.2.2 Измеряют количество импульсов измерительного комплекса в двух энергетических интервалах $N_{э+ф}'$ и $N_{э+ф}''$ за время $T_{э+ф}$. При этом $T_{э+ф}$ должно быть таким, чтобы $N_{э+ф}'$ составляло $(1—10)\cdot10^3$.

5.2.3 Рассчитывают скорости счета $n_э'$, $n_э''$, $с^{-1}$, измерительного комплекса, их погрешности $\Delta n_э'$, $\Delta n_э''$, $с^{-1}$, отношение скоростей счета в первом и втором энергетических интервалах R и его погрешность ΔR по формулам:

$$n_э' = N_{э+ф}'/T_{э+ф} - n_ф', \tag{5}$$

$$\Delta n_э' = \sqrt{((N_{э+ф}')^{1/2}/T_{э+ф})^2 + (\Delta n_ф')^2}, \tag{6}$$

$$n_э'' = N_{э+ф}''/T_{э+ф} - n_ф'', \tag{7}$$

$$\Delta n_э'' = \sqrt{((N_{э+ф}'')^{1/2}/T_{э+ф})^2 + (\Delta n_ф'')^2}, \tag{8}$$

$$R = n_э'/n_э'', \tag{9}$$

$$\Delta R = R \cdot \sqrt{(\Delta n_э'/n_э')^2 + (\Delta n_э''/n_э'')^2}. \tag{10}$$

5.2.4 Результаты, полученные по 5.2.3, наносят на схему участка в виде точек с указанием значения параметров $n_э$ и R с погрешностями их определения.

5.3 Количество рабочих точек и их расположение на участке определяют в ходе измерений по 5.2 в зависимости от разброса параметров $n_э$ и R при переходе от одной рабочей точки к другой.

5.4 Если из каких-либо экспериментальных данных известен вид функции распределения цезия-137 по глубине проникания в грунт на исследуемом участке местности и полученная в рабочих точках экспериментальная информация соответствует этим данным, следует, опираясь на данные о виде функции распределения цезия-137 по глубине проникания в грунт, рассчитать толщину слоя грунта H, который следует удалить при дезактивации (5.12) для всех рабочих точек. Полученные значения H наносят на схему участка рядом с точками, для которых они рассчитаны.

5.5 Если вид функции распределения цезия-137 по глубине проникания в грунт на исследуемом участке местности не известен или сведения о ней недостаточны, или имеются сомнения в достоверности имеющейся информации и поэтому требуется выборочная ее проверка, из общего количества рабочих точек выбирают такие, в которых значения параметров $n_э''$ и R охватывают весь

диапазон их изменения, характерный для исследуемого участка местности (реперные точки), и исследуют в них функции распределения цезия-137 по глубине проникания в грунт.

5.6 В каждой реперной точке послойно снимают почву (грунт), используя полимерные покрытия для предотвращения перемешивания слоев грунта.

5.6.1 В каждую реперную точку на поверхности грунта диаметром, превышающим диаметр блока детектирования в радиационной защите, наливают полимерный материал в количестве 30—100 г в соответствии с нормативной документацией на материал. Нанесенный материал выдерживают в течение времени образования полимерного покрытия.

5.6.2 Полимерное покрытие вместе со слоем загрязненного грунта толщиной от 10 до 25 мм отслаивают с помощью шпателя или пинцета.

5.6.3 Измеряют глубину ямы h_i, образующейся после снятия слоя грунта, с помощью линейки и штангенциркуля в трех—десяти точках в зависимости от разброса h_i. Затем определяют толщину снятого слоя грунта h, см, и погрешность ее определения Δh, см, по формулам:

$$h = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{m} h_i, \tag{11}$$

где m — количество точек измерения глубины, шт.;

$$\Delta h = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^{m} (h - h_i)^2 \right) / (m - 1)}. \tag{12}$$

5.7 Измеряют скорость счета измерительного комплекса от снятого слоя грунта во втором энергетическом интервале.

5.7.1 Снятый слой грунта помещают на свинцовую площадку.

5.7.2 Блок детектирования устанавливают на снятый слой грунта.

5.7.3 Измеряют $N''_{и+ф}$ (5.2.2), рассчитывают скорость счета измерительного комплекса и погрешность ее определения (5.2.3).

5.7.4 Измерения и расчеты по 5.7.3 повторяют, предварительно перевернув на обратную сторону снятый слой грунта.

5.7.5 По полученным результатам скоростей счета измерительного комплекса в первом $n_{э1}$ ($\Delta n_{э1}$) и во втором $n_{э2}$ ($\Delta n_{э2}$) положениях рассчитывают среднюю скорость счета от снятого слоя грунта $n_э$ и погрешность ее определения $\Delta n_э$ по формулам:

$$n_э = (n_{э1} + n_{э2})/2, \tag{13}$$

$$\Delta n_э = \left(\sqrt{(\Delta n_{э1})^2 + (\Delta n_{э2})^2} \right) / 2. \tag{14}$$

5.8 Измеряют суммарную скорость счета измерительного комплекса от снятого слоя грунта и контрольного источника.

5.8.1 Контрольный источник помещают на свинцовую площадку.

5.8.2 На контрольный источник помещают снятый слой грунта.

5.8.3 Блок детектирования устанавливают на снятый слой грунта.

5.8.4 Измеряют $N''_{и+ф}$ (5.2.2), рассчитывают скорость счета измерительного комплекса от снятого слоя грунта и контрольного источника и погрешность ее определения (5.2.3).

5.8.5 Измерения и расчеты по 5.8.4 повторяют, предварительно перевернув на обратную сторону слой грунта и поместив его на свинцовую площадку, а контрольный источник — на слой грунта.

5.8.6 По полученным результатам скоростей счета измерительного комплекса в первом $n_{эи1}$ ($\Delta n_{эи1}$) и во втором $n_{эи2}$ ($\Delta n_{эи2}$) положениях рассчитывают среднюю скорость счета $n_{эи}$ и погрешность ее определения $\Delta n_{эи}$ по формулам:

$$n_{эи} = (n_{эи1} + n_{эи2})/2, \tag{15}$$

$$\Delta n_{эи} = \left(\sqrt{(\Delta n_{эи1})^2 + (\Delta n_{эи2})^2} \right) / 2. \tag{16}$$

5.8.7 Рассчитывают среднюю скорость счета измерительного комплекса от контрольного источника в первом и втором положениях $n_и$ и погрешность ее определения $\Delta n_и$ по формулам:

$$n_и = n_{эи} - n_э, \tag{17}$$

$$\Delta n_и = \sqrt{(\Delta n_{эи})^2 + (\Delta n_э)^2}. \tag{18}$$

5.9 Рассчитывают удельную объемную активность снятого слоя грунта A_{Cs}, Бк/см^3, и погрешность ее определения ΔA_{Cs} по формулам:

$$A_{Cs} = n_э / n_и \cdot S/h, \tag{19}$$

$$\Delta A_{Cs} = A_{Cs} \sqrt{(\Delta n_э / n_э)^2 + (\Delta n_и / n_и)^2 + (\Delta S/S)^2 + (\Delta h/h)^2}. \tag{20}$$

5.10 Послойное снятие грунта, измерения и расчеты по 5.6—5.9 продолжают до тех пор, пока значение A_{Cs} не уменьшится до минимального, измеряемого при данных фоновых условиях значения, то есть до тех пор, пока соблюдается условие $A_{Cs}/\Delta A_{Cs} \geq 2$ при доверительной вероятности 67 %.

5.11 По результатам 5.10 строят функцию распределения объемной активности загрязнения грунта цезием-137 по глубине $A_{Cs} = A_{Cs}(h)$ в реперных точках с учетом полученных погрешностей измерений.

5.12 Толщину слоя грунта H, см, который следует удалить при проведении работ по дезактивации территории, определяют для каждой реперной точки, исходя из условия:

$$S_{доп} \geq \int_H^{\infty} A_{Cs}(h)\, dh, \tag{21}$$

где $S_{доп}$ — допустимый уровень остаточного радиоактивного загрязнения местности цезием-137, Бк/см^2.

5.13 Значения H, полученные в реперных точках (5.12), наносят на схему участка.

5.14 Результаты определения значений H в реперных точках (5.12) обобщают на рабочие точки, не являющиеся реперными, исходя из предположения, что одинаковым значениям параметров $n_э''$ и R, измеренным на поверхности грунта (до его послойного снятия), соответствуют одинаковые функции распределения цезия-137 по глубине.

5.15 На схему участка рядом с рабочими точками (5.14) наносят значения H, полученные в реперных точках.

6 Требования безопасности

6.1 При работе с загрязненным цезием-137 грунтом необходимо соблюдать требования радиационной безопасности [1].

6.2 При работе с измерительной аппаратурой необходимо соблюдать правила техники безопасности [2] и [3].

6.3 Требования пожарной безопасности при работе с полимерными материалами — по ГОСТ 12.1.004 и ГОСТ 12.1.005.

6.4 Лица, выполняющие работы, должны быть обеспечены, при необходимости, средствами защиты рук от радиоактивных веществ по ГОСТ 12.4.064, резиновыми перчатками по ГОСТ 20010, респираторами ШБ-1 «Лепесток» по ГОСТ 12.4.028, обувью по ГОСТ 12.4.137, специальной защитной одеждой.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

Библиография

[1] НРБ—99 Нормы радиационной безопасности. Минздрав России
[2] Правила эксплуатации электроустановок потребителей, утвержденные Главгосэнергонадзором России, 1997
[3] Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок, утвержденные Главгосэнергонадзором России, 1994

УДК 621.039.566.8:006.354 ОКС 17.240 Ф 59 ОКСТУ 6909

Ключевые слова: метод определения, глубина проникания, цезий-137, дезактивация территорий, гамма-спектрометр

Редактор *Р.С. Федорова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *В.С. Черная*
Компьютерная верстка *С.В. Рябовой*

Изд. лиц. № 021007 от 10.08.95. Сдано в набор 11.04.2000. Подписано в печать 28.04.2000. Усл.печ.л. 0,93. Уч.-изд.л. 0,73.
Тираж 291 экз. С 5014. Зак. 388.

ИПК Издательство стандартов, 107076, Москва, Колодезный пер., 14.
Набрано в Издательстве на ПЭВМ
Филиал ИПК Издательство стандартов — тип. "Московский печатник", 103062, Москва, Лялин пер., 6.
Плр № 080102

gost.e-ecolog.ru