

Министерство образования Республики Беларусь  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

---

---

Кафедра «Геотехника и экология в строительстве»

ИЗМЕРЕНИЕ ЗАРАЖЕННОСТИ РАДИОАКТИВНЫМИ  
ВЕЩЕСТВАМИ РАЗЛИЧНЫХ ОБЪЕКТОВ,  
ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ И ВОДЫ ПРИБОРОМ ДП-5В

Методические указания  
к лабораторной работе  
по дисциплине «Защита населения и объектов  
народного хозяйства в чрезвычайных ситуациях.  
Радиационная безопасность. Раздел 2»

М и н с к 2 0 0 5

УДК [614.876+355.58] (076.5)

ББК 68.9 я 7

М 54

Составители:

В.Н. Колобков, С.Н.Банников, Л.Н. Гордеева

Рецензенты:

М.И.Постник, В.Т. Пустовит

Методические указания по лабораторной работе предназначены для студентов строительных специальностей по дисциплине «Защита населения и объектов народного хозяйства в ЧС. Радиационная безопасность. Раздел 2».

Пользуясь методическими указаниями студент имеет возможность подготовить прибор к работе, измерить мощность экспозиционной дозы и определить степень загрязнения радиоактивными веществами воды, продуктов питания, различных поверхностей.

© БНТУ, 2005

## Цель работы:

- 1) закрепить теоретические знания по основам измерений радиоактивных загрязнений;
- 2) получить практические навыки в измерении зараженности радиоактивными веществами различных объектов, продуктов питания и воды;
- 3) исследовать характер изменения мощности экспозиционной дозы ( $\dot{X}$ ) на зараженной местности.

## КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Рентгеновское и гамма-излучение, потоки альфа-частиц, электронов, позитронов и нейтронов называют ионизирующими излучениями, так как при прохождении через вещество они производят ионизацию его атомов и молекул.

Количественной мерой воздействия любого вида излучения на облучаемый объект является доза. Различают экспозиционную  $X$ , поглощенную  $D$ , эквивалентную  $H$  дозы и другие.

Экспозиционной дозой оценивают ионизирующее действие рентгеновского и гамма-излучения (фотонного излучения) в воздухе. К другим видам ионизирующего излучения и другим облучаемым объектам это понятие не применяется.

В воздухе под действием (фотонного)  $\gamma$ -излучения образуются положительно и отрицательно заряженные ионы. Экспозиционная доза  $X$  - отношение суммарного электрического заряда  $d q$  всех ионов одного знака, образующихся при полном торможении вторичных электронов, отщепленных фотонным излучением от атомов в элементарном объеме воздуха к массе  $d m$  воздуха в этом объеме:

$$X = d q / d m .$$

Единица измерения экспозиционной дозы  $X$  в СИ- Кл/кг.

При экспозиционной дозе 1 Кл/кг в 1 кг облучаемого воздуха образуется суммарный заряд ионов одного знака, равный 1 Кл.

Внесистемная единица экспозиционной дозы – рентген (Р).

*Рентген* – такое количество  $\gamma$  и рентгеновского излучения, которое в  $1 \text{ см}^3$  сухого воздуха (при  $t = 0^\circ\text{C}$  и давлении 760 мм ртутного столба) образует  $2,1 \cdot 10^9$  пар ионов.  $1 \text{ Кл/кг} = 3876 \text{ Р}$ .

*Мощность экспозиционной дозы*  $\dot{X}$  – отношение приращения экспозиционной дозы  $dx$  за малый промежуток времени к его длительности  $dt$ :

$$\dot{X} = dx / dt.$$

В единицах СИ мощность экспозиционной дозы измеряется в Кл/кг·с. Внесистемными единицами  $\dot{X}$  являются: Р/ч.

На территории Беларуси, до катастрофы на ЧАЭС, мощность экспозиционной дозы в различных районах изменялась от 2 до 12 мкР/ч. Сейчас в местах проживания жителей республики ее значение достигают 100...200 мкР/ч (в некоторых населенных пунктах).

Радионуклиды, выпадая на местность из радиоактивного облака, образовавшегося в результате аварии на ядерном объекте или ядерного взрыва, на длительное время заражают водосточники, сельскохозяйственные и промышленные объекты, технику, жилые помещения и продукты питания. Объекты, зараженные радиоактивными веществами, становятся опасными для человека, так как излучают потоки гамма-лучей и бета-частиц.

Особенно опасны радиоактивные вещества при попадании внутрь организма человека с пищей и водой. Чтобы исключить поражение людей, необходимо удалять радиоактивные вещества с зараженных объектов до безопасных для человека величин.

С целью необходимости и полноты дезактивации, определение возможности потребления продуктов питания и воды необходимо проводить измерение степени зараженности различных объектов.

Основным прибором для измерения степени зараженности различных объектов является измеритель мощности экспози-

ционной дозы ДП-5В. Кроме того, прибор ДП-5В позволяет обнаруживать бета-излучение.

Диапазон измерений от 0,05 мР/ч до 200 Р/ч ( $3,6 \cdot 10^{-12}$  –  $1,4 \cdot 10^{-5}$  А/кг) разбит на шесть поддиапазонов.

Показания на I поддиапазоне снимаются по нижней шкале. Отсчет показаний на II и IV поддиапазонах производится по верхней шкале с последующим умножением на соответствующий коэффициент поддиапазона.

Прибор имеет звуковую индикацию на всех поддиапазонах, кроме первого. Погрешность прибора + - 30%. Питание прибора осуществляется от трех элементов постоянного тока типа А 336, один из которых используется для подсветки шкалы микроамперметра в темное время. Комплект питания обеспечивает непрерывную работу прибора в нормальных условиях в течение 40 часов. Масса прибора с элементами питания 3,2 кг. Масса полного комплекта прибора в укладочном ящике 6 кг.

Таблица 1

Республиканские допустимые уровни (РДУ-99).  
Содержание радионуклидов цезия-137 и стронция-90  
в пищевых продуктах и воде

**Для цезия-137**

| <b>Наименование продукции</b>  | <b>Бк/кг, Бк/л</b> |
|--|--------------------|
| Вода питьевая  | 10                 |
| Молоко и цельномолочная продукция  | 100                |
| Молоко сгущенное и концентрированное   | 200                |
| Творог и творожные изделия   | 50                 |
| Сыры сычужные и плавленые  | 50                 |
| Масло коровье  | 100                |
| Мясо и мясные продукты, в том числе: говядина, баранина и продукты из них, свинина | 500<br>180         |
| Картофель  | 80                 |

## Окончание таблицы 1

|  |      |
|--|------|
| Хлеб и хлебобулочные изделия   | 40   |
| Мука, крупы, сахар   | 60   |
| Жиры растительные  | 40   |
| Жиры животные и маргарин   | 100  |
| Овощи и корнеплоды   | 100  |
| Фрукты   | 40   |
| Садовые ягоды  | 70   |
| Консервированные продукты из овощей, фруктов и ягод садовых                  | 74   |
| Дикорастущие ягоды и консервированные продукты из них                        | 185  |
| Грибы свежие   | 370  |
| Грибы сушеные  | 2500 |
| Специализированные продукты детского питания в готовом для употребления виде | 37   |
| Прочие продукты питания  | 370  |

**Для стронция-90**

| <b>Наименование продукции</b>  | <b>Бк/кг, Бк/л</b> |
|--|--------------------|
| Вода питьевая  | 0,37               |
| Молоко и цельномолочная продукция  | 3,7                |
| Хлеб и хлебобулочные изделия   | 3,7                |
| Картофель  | 3,7                |
| Специализированные продукты детского питания в готовом для употребления виде | 1,85               |

**УСТРОЙСТВО ПРИБОРА**

Прибор состоит из измерительного пульта с блоком детектирования (зонд), телефона (наушники), удлинительной штанги, удлинительного кабеля (10 м) с делением напряжения, для работы от аккумуляторов 12-24 В, эксплуатационной документации, укладочного ящика.

Измерительный пульт размещен в верхнем отсеке футляра. На панели измерительного пульта размещены: микроамперметр с двумя шкалами; верхняя 0,5...5 м Р/ч, нижняя 5...200 Р/ч.

Таблица 2

Пределы измерений при соответствующей  
установке переключателя поддиапазонов прибора

| № поддиапазонов | Положение ручки переключателя и коэффициент поддиапазона | Шкала измерительного прибора | Единица измерения | Предел измерений |
|-----------------|--|------------------------------|-------------------|------------------|
| I               | 200  | 0 – 200                      | Р/ч               | 5- 200           |
| II              | x 1000   | 0 –5                         | мР/ч              | 500 –5000        |
| III             | x 100  | 0 –5                         | мР/ч              | 50 – 500         |
| IV              | x 10   | 0 –5                         | мР/ч              | 5 – 50           |
| V               | x 1  | 0 –5                         | мР/ч              | 0,5 – 5          |
| VI              | x 0,1  | 0 – 5                        | мР/ч              | 0,05 – 0,5       |

В кожухе измерительного пульта (снизу) имеется отсек для размещения источников питания.

Блок детектирования, соединенный с измерительным пультом кабелем длиной 120 см, представляет собой разъемный стальной цилиндр диаметром 50 мм и длиной 164 мм, внутри которого размещены два газоразрядных счетчика, Гейгера – Мюллера типа СИЗБГ и СБМ-20, другие элементы электрической схемы прибора, контрольный источник для проверки работоспособности прибора. На корпус блока надет поворотный экран с вырезом. Блок имеет три положения; в которых может фиксироваться:

"К" – контроль;

"Г" – обнаружение гамма- излучения;

"Б" – обнаружение бета - излучения.

Телефоны применяются для звуковой индикации мощности дозы излучения. Удлинительная штанга присоединяется к блоку детектирования для удобства измерений.

Делитель напряжения предназначен для подключения прибора к внешнему источнику постоянного тока напряжением 3,6 и 22В.

Эксплуатационная документация включает: техническое описание с инструкцией по эксплуатации и формуляр.

## ПОДГОТОВКА ПРИБОРА К РАБОТЕ

1. Проверить комплектность.
2. Развертывание:
  - а) извлечь прибор из укладочного ящика;
  - б) пристегнуть к футляру поясной и плечевой ремни;
  - в) извлечь измерительный пульт и блок детектирования и осмотреть их;
  - г) вскрыть отсек питания и установить источники питания, соблюдая полярность.
3. Контроль источников питания:
  - а) проверить подсветку шкалы;
  - б) подключить головные телефоны;
  - в) установить переключатель поддиапазонов в положение ▲ (черный треугольник), стрелка амперметра должна находиться в пределах черного сектора верхней шкалы. Если стрелка не доходит до отметки, необходимо проверить годность и правильность подключения источников питания.
4. Проверка работоспособности прибора:
  - а) поворотный экран блока детектирования установить в положение "К" (контроль);
  - б) установить переключатель поддиапазонов в положение "О" выключено;
  - в) на I поддиапазоне работоспособность прибора не проверяется;

г) на I и III поддиапазонах при переключении поддиапазона в телефонах слышны отдельные щелчки;

д) на IV поддиапазоне стрелка микроамперметра должна отклониться до значения, указанного в формуляре прибора в разделе 12 при последней проверке прибора;

е) на V и VI поддиапазонах стрелка должна зашкаливать, в телефонах должен быть слышен треск.

Если все указанное выполняется, поверните стальной экран блока детектирования и зафиксируйте его в положении "Г" (гамма-излучение).

Измерение степени зараженности строительной автомобильной техники проводится в следующем порядке:

— поднести блок детектирования к поверхности объекта на расстояние 1 – 1,5 см и медленно перемещая блок детектирования над объектом, определить место максимального заражения по наибольшей частоте щелчков в головных телефонных или по максимальному отклонению стрелки микроамперметра;

— снять показания микроамперметра при расположении блока детектирования в месте максимального заражения  $X_{изм}$ .

Для определения величины радиоактивного заражения необходимо:

а) величину гамма - фона  $R_{ф}$  разделить на коэффициент  $K$ , учитывающий экранирующее действие объекта ( $X_{ср} = X_{ср}/K$ ) и равный двум для крупной техники (грузовые автомобили, автокраны, бульдозеры, башенные краны и др.);

б) вычесть величину гамма - фона  $X_{ср}$  из измеренной мощности  $X_{изм}$ .

Результат является величиной радиоактивного заражения объекта  $X_{об}$ .

$$X_{об} = X_{изм} - X_{ср}.$$

Измерение зараженности людей, одежды, обуви, индивидуальных средств защиты осуществляется в местах, где гаммафон не превышает более чем в три раза их допустимую сте-

пень заражения. Если внешний гамма- фон превышает указание величины, то для измерения зараженности необходимо использовать различного рода укрытия.

Перед началом контроля заражения следует измерить гамма- фон  $X_{\text{ср}}$ . Затем необходимо:

- установить экран блока детектирования в положение "Г";
- поднести блок детектирования к поверхности объекта на расстояние 1-1,5 см, и, медленно перемещая зонд над ней, определить место максимального заражения и снять показания микроамперметра  $X_{\text{изм}}$ .

При измерении степени зараженности людей особое внимание следует обратить на открытые участки кожи – лица, шеи, рук. Степень радиоактивного заражения определяется также, как и для техники. При этом значение  $K$  принимается равным 1,2.

Для определения радиоактивного заражения одежды, белья, обуви и индивидуальных средств защиты в развернутом виде необходимо из значения измеренной мощности дозы вычесть величину гамма- фона  $X_{\text{ср}}$ .

Для измерения радиоактивного заражения воды и пищевых продуктов отбираются пробы в специальную кювету. Для измерения радиоактивного заражения воды проба берется из открытого водоисточника. Следует брать две пробы: одну из поверхностного слоя водоисточника, другую – со дна вместе с грунтом (после взмучивания).

Пробы жидких пищевых продуктов (молока, растительного масла, соков, компотов и т.д.), а также пищи в сваренном виде следует брать после тщательного перемешивания.

Пробы крупы, сахара, муки, соли и другого следует брать от прилегающего к таре слоя толщиной 1- 2 см и тщательно перемешивать.

Перед измерением степени зараженности указанных продуктов измеряется гамма- фон. Если он превышает допустимую зараженность более чем в 3 раза, то измерения следует проводить в укрытии.

Для измерения радиоактивного заражения жидких и сыпучих пищевых продуктов, макаронных изделий, сухофруктов, пищи в сваренном виде и воды необходимо:

- установить кювету с исследуемым продуктом в месте контроля;
- установить экран блока детектирования в положение "Г";
- расположить блок детектирования над серединой кюветы на расстоянии 1 см от поверхности исследуемого продукта;
- снять показания микроамперметра  $X_{изм}$ ; вычесть из полученной величины  $X_{изм}$  значение гамма-фона  $X_{ср}$ .

Для измерения радиоактивного заражения хлеба необходимо:

- расположить батон (буханку) хлеба на подготовленной поверхности в месте контроля; установить экран блока детектирования в положение "Г";
- расположить блок детектирования над серединой батона (буханки) упорами вниз вдоль длинной стороны на высоте 1 см;
- снять показания микроамперметра  $X_{изм}$ ; вычесть из полученной величины  $X_{изм}$  значение гамма-фона  $X_{ср}$ .

При измерении степени зараженности объектов, имеющих жесткие допустимые по длине радиоактивной зараженности (продукты питания, вода), необходимо установить наличие в них радионуклидов. Для этого определяется наличие бета-зараженности контролируемых объектов с помощью прибора ДП – 5В. Обнаружение бета-зараженности осуществляется на IV–V–VI поддиапазонах. При этом необходимо повернуть экран на блоке детектирования в положение "Б". Ручку переключателя поддиапазонов последовательно ставить в положение  $x0,1$ ;  $x1$ ;  $x10$  до отключения стрелки микроамперметра в пределах шкалы. Увеличение показания прибора по сравнению с гамма-измерением свидетельствует о наличии бета-зараженности и, следовательно, о наличии радиоактивных веществ на обследуемых объектах.

Измерение уровней радиации на местности с помощью прибора ДП–5В производится на высоте 70–100 см. При пере-

воде прибора в рабочее положение и ведении разведки пешим порядком блок детектирования из футляра не извлекается. При ведении разведки на автомобиле уровни радиации на местности могут быть измерены в косом блока детектирования прибора ДП–5В или при расположении блока детектирования внутри автомобиля, в последнем случае показания прибора умножаются на коэффициент ослабления излучений автомобилем.

### **Материальное обеспечение лабораторной работы**

1. Прибор ДП–5В- 4 шт.
2. Радиоактивные препараты – 16 шт.
3. Объекты для измерения степени зараженности:
  - а) макет строительной техники – 4 шт ;
  - б) одежда (халат, жакет, брюки) – 4 шт ;
  - в) хлеб (батон) – 4 шт ;
  - г) крупа, макароны – 4 образца.

### **Порядок выполнения работы**

1. В соответствии с инструкцией по эксплуатации подготовить к работе прибор ДП – 5В и проверить его работоспособность.
2. Измерить радиационный фон в лаборатории.
3. Измерить степень зараженности исследуемых в лаборатории объектов. Результаты измерений записать в отчет и сравнить с безопасными нормами заражения, установленными для исследуемых объектов.
4. Измерение мощности дозы - излучения в указанном месте в лаборатории с помощью прибора ДП – 5В.
5. Результаты подготовки и проверки прибора и измерений фона записать в отчет.

## ФОРМА ОТЧЕТА

### Лабораторная работа №

Тема:

1. Цель работы.
2. Назначение и основные характеристики прибора ДП – 5В.
3. Результаты подготовки прибора ДП – 5В к проведению измерения степени зараженности различных объектов.

|   |   |                                 |
|---|---|---------------------------------|
| Последовательность операций и положение переключателя поддиапазонов | Признаки, характеризующие работоспособность прибора | Заключение о готовности прибора |
|   |   |                                 |

#### 4. Результаты измерений степени зараженности.

| Объекты измерений            | Допустимая степень зараженности | Измеренная степень зараженности | Заключение о возможности использования |
|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--|
| 1.Макет строительной техники |                                 |                                 |  |
| 2.Одежда                     |                                 |                                 |  |
| 3.Крупа                      |                                 |                                 |  |

#### 5. Результаты измерения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения ( X ) в указанном месте в (лаборатории).

| Поддиапазоны измерения | Показания прибора | X |
|------------------------|-------------------|---|
|                        |                   |   |

## 6. Выводы по работе.

Работу выполнил

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Работу принял

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

\_\_\_\_\_  
(подпись)

### Контрольные вопросы

1. Для каких целей может быть использован прибор ДП – 5В?
2. Диапазон измерений прибора ДП – 5В?
3. Какие безопасные нормы радиоактивной зараженности установлены для техники, одежды, продуктов питания и воды?
4. Порядок измерения степени радиоактивного заражения техники, одежды, продуктов питания и воды ?
5. Назовите внесистемную единицу измерения экспозиционной дозы (X) и мощности экспозиционной дозы (X) гамма - излучения.
6. Назовите единицы измерения экспозиционной дозы (X) и мощности экспозиционной дозы (X) гамма - излучения в системе СИ.

### Рекомендуемая литература

1. Дорожко С.В., Бубнов В.П., Пустовит В.Т. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность. В 3 ч. Ч. 3. — Мн.: УП «Техно-принт», 2003.
2. Постник М.И. Защита населения и объектов народного хозяйства в чрезвычайных ситуациях. — Мн.: Універсітэцкае, 1997.

Учебное издание

ИЗМЕРЕНИЕ ЗАРАЖЕННОСТИ РАДИОАКТИВНЫМИ  
ВЕЩЕСТВАМИ РАЗЛИЧНЫХ ОБЪЕКТОВ,  
ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ И ВОДЫ ПРИБОРОМ ДП-5В

Составители: КОЛОБКОВ Валентин Николаевич  
БАННИКОВ Сергей Николаевич  
ГОРДЕЕВА Людмила Николаевна

Редактор А.М. Кондратович

Компьютерная верстка Е.А. Занкевич

---

Подписано в печать 03.03.2005.

Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 0,9. Уч.-изд. л. 0,7. Тираж 100. Заказ 635.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

ЛИ № 02330/0056957 от 01.04.2004.

220013, Минск, проспект Ф.Скорины, 65.