

Учреждение образования
"Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина"

Лабораторные работы
по курсу
«Основы радиационной безопасности»
(радиометрия)

Методические рекомендации
для студентов всех специальностей
университета

Брест 2008

УДК 613.2(072)
ББК 28.080.1

Составители: С.В. Панько
А.Н. Севостьянов
С.В. Слепчук
А.В. Боричевская

Рецензент: О. А. Котловский, канд. пед. наук, доцент.

Лабораторные работы по курсу «Основы радиационной безопасности (радиометрия)» предназначены для студентов всех специальностей университета. Основная задача – помочь студентам в усвоении знаний в области радиационной безопасности, приобрести умения и навыки радиометрического контроля, эффективно подготовиться будущим преподавателям к эколого-педагогической работе в специфических условиях, вызванных последствиями катастрофы на ЧАЭС.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ТЕМА: РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ИЗМЕРЕНИЕ АКТИВНОСТИ РАДИОНУКЛИДОВ В ТЕЛЕ ЧЕЛОВЕКА

ЦЕЛЬ: Ознакомление с методом определения содержания радиоизотопов цезия-134 и 137 и получение информации об индивидуальном содержании данных радионуклидов в организме.

ПРИБОРЫ: радиометр РУБ-01Пб, весы.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Поступление радионуклидов в организм и способы снижения их содержания

В настоящее время в РБ основной источник поступления в организм радионуклидов – продукты питания. В связи с этим основные принципы уменьшения радиоактивного воздействия на человека состоят в следующем:

1. Питание наиболее чистыми продуктами;
2. Уменьшение всасывания радионуклидов в желудочно-кишечном тракте;
3. Ускорение выведения радионуклидов из организма.

Снижение всасывания радионуклидов достигается более быстрым прохождением пищи по желудочно-кишечному тракту, а также ежедневным опорожнением кишечника.

С этой целью рекомендуется употреблять продукты с большим содержанием клетчатки: хлеб из муки грубого помола, пшено, перловку, овсянку, гречку, различные овощи, особенно тыкву, кабачки, патиссоны, баклажаны, свеклу, морковь, капусту, дыни, а также фрукты, мед, морскую капусту и кисломолочные продукты.

Пектиновые вещества очень хорошо адсорбируют различные вредные вещества в том числе и радионуклиды. Большое количество пектинов содержится в яблоках, грушах, смородине, сливе, крыжовнике, малине, вишне, черешне, клюкве, персиках, абрикосах. В овощных культурах тоже наблюдается высокое содержание пектинов (репа, брюква, редька, морковь, капуста). Учитывая любовь детей к сладостям лучше давать им не конфеты, а пектинсодержащие продукты: зефир, джемы, мармелад. В домашних условиях можно получить дешевый пектинсодержащий продукт. Тщательно промытая кожура апельсинов, лимонов и грейпфрутов варится в сахарном

сиропе. Полученные таким образом цукаты хорошо хранятся и служат лакомством для детей.

Выведению стронция из организма способствует кальций, поступающий с молочными продуктами, яйцами, икрой, бобовыми.

Повышение устойчивости организма к действию ионизирующего излучения

Практически у всех жителей РБ в организме содержатся чернобыльские радионуклиды. Повысить устойчивость организма к неблагоприятному действию ионизирующего излучения можно используя пищевые продукты. Такие «защитные» диеты для детей проживающих на загрязненных территориях разработаны институтом питания АМН России. Особенность этой диеты состоит в повышенном содержании белка – на 10% больше возрастной суточной нормы.

Крайне желательно чтобы пищевой рацион содержал достаточное количество витаминов, обладающих радиопротекторным действием. Источником витамина А являются: шиповник, морковь, петрушка, сельдерей, красный сладкий перец, чеснок, салат зеленый, облепиха, печень (говяжья, свиная), масло сливочное. Витамин С содержится в шиповнике, облепихе, черной смородине, черноплодной рябине, цитрусовых, петрушке, укропе и красном сладком перце.

Витамином Е богаты нерафинированные растительные масла (подсолнечное, кукурузное, конопляное, льняное), кукуруза, зеленый горошек, облепиха, бобовые, яйца, печень говяжья, рыба, грецкие орехи, семечки. Витамин В содержится в мясе, молоке, твороге, хлебе, гречке, овсе, в овощах, фруктах, бобовых культурах.

В зимне-весенний период желательно принимать поливитаминные препараты, например, глутамевит, ревит, ундевит, декамеvit и др. (2-3 раза в день), аскорбиновую кислоту с глюкозой (3 раза в день), витамин А (1-3 раза в день, не более 2 недель), препараты, содержащие кальций (3 раза в день), а также пищевые отруби (по 2-3 столовые ложки в день), добавляя их в готовые блюда, полуфабрикаты и др.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В данной работе предлагается измерить суммарную активность цезия 134 и 137 в организме с помощью экспресс-методики. Необходимо

отметить, что единственно достоверным методом определения содержания данных радионуклидов в организме человека является применение стационарных установок СИЧ. Используемая в работе экспресс-методика позволяет с достаточной точностью обнаружить содержание данных изотопов в организме человека.

Предварительно измеряется фоновое значение. Затем испытуемый размещается на стуле (сидя прямо) и прижимает детектор радиометра к себе в области живота. Снимается три показания прибора и рассчитывается среднее арифметическое.

Дальнейшие вычисления активности проводятся по формуле:

$$A = (n_{\text{чел}} - n_{\text{фон}} * K_{\text{экр}}) * K_{\text{гр}} = \dots \text{нКи},$$

Где, $n_{\text{чел}}$ – среднее арифметическое показаний радиометра при измерении, $n_{\text{фон}}$ – среднее фоновое значение.

Коэффициенты ($K_{\text{экр}}$ экранирования и $K_{\text{гр}}$ градуировочный) подставляются в формулу из таблицы 1.

Полученное значение сравнивают с допустимыми значениями накопления радионуклидов в организме – до 100 нКи/организм.

Таблица 1 - Значение коэффициентов экранирования и градуирования в зависимости от массы тела

Масса тела, кг	Коэффициент экранирования	Градуировочный коэффициент
40	0,77	10,0
45	0,77	10,7
50	0,76	11,4
55	0,76	12,1
60	0,75	12,8
65	0,75	13,4
70	0,74	14,0
75	0,74	14,7
80	0,74	15,2
85	0,74	15,8
90	0,73	16,4
95	0,73	16,9
100	0,73	17,5

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое радионуклиды?
2. Единицы измерения активности, связь между ними.
3. Понятие о внешнем и внутреннем облучении.
4. Период полураспада. Периоды полураспада иода-131, стронция-90, цезия-134 и 137, плутония-239.
5. Период полувыведения. Длительность периода полувыведения для этих радионуклидов.
6. Пути поступления радионуклидов в организм.
7. Способы снижения содержания радионуклидов в организме.
8. Распределение радионуклидов в организме.
9. Основные гипотезы действия радиации на организм.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ТЕМА: ИЗМЕРЕНИЕ РАДИОАКТИВНОСТИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

ЦЕЛЬ: ознакомление с методами измерения радиоактивности продуктов питания, допустимыми уровнями содержания радиоизотопов в различных продуктах.

ПРИБОРЫ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ: Радиометр РУГ-91, весы, продукты питания (сухие грибы, зерно, овсяные хлопья).

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

В настоящее время содержание радионуклидов в продуктах питания регламентируются Республиканскими допустимыми уровнями, утвержденными к применению в 1999 году (таблица 2).

Таблица 2 – Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99)

Наименование продуктов	Бк/кг
1	2
Для радионуклидов цезия-137	
Вода питьевая	10
Молоко и цельномолочная продукция	100

Наименование продуктов	Бк/кг
1	2
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	500
• свинина, птица и продукты из них	180
Картофель и корнеплоды	80
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 всех видов в готовом для употребления виде	37
Прочие продукты	370

Для страниц-90

Вода питьевая	0,37
Молоко и цельномолочная продукция	3,7
Хлеб и хлебобулочные изделия	3,7
Картофель	3,7
Детское питание	1,85

Переработка и использование продуктов растениеводства и животноводства, полученных на загрязненных радионуклидами территориях

Существуют простые способы снижения содержания радионуклидов в продуктах питания.

При приготовлении плодоовощной продукции необходимо мыть любые овощи и фрукты либо в проточной воде, либо тщательно промывать в 2-3 водах. Для этого обязательно применять щетку, с помощью которой эффективно удаляются остатки почвы. Подобная обработка картофеля, томатов и огурцов снижает загрязненность в 7 раз. Срезание венчиков корнеплода у свеклы и моркови уменьшает загрязненность в 20 раз, а удаление кроющих листьев капусты приводит к уменьшению загрязненности даже в 40 раз. Особенность обработки картофеля состоит в очистке толстым слоем (до 5 мм). Обнаружено, что в верхних слоях картофеля содержится значительно больше радионуклидов, чем в ядре.

Хороший эффект дает квашение и маринование овощей и фруктов. При этом происходит переход радионуклидов в рассолы и маринады. Отходы от переработки продуктов растениеводства обычно используются на корм домашним животным без ограничений.

Переработка мяса в домашних условиях

При приготовлении мясных блюд из загрязненных продуктов, необходимо отделять мясо от костей. Не рекомендуется готовить костные бульоны и холодцы.

Мясо вымачивают в течение двух часов в воде, либо в 0,85% растворе поваренной соли, затем кипятят в течение 10 минут. Бульон отбрасывают. Этот простой прием позволяет снизить содержание радионуклидов в мясе в 2 раза.

Хороший эффект дает дедовский способ засолки мяса: в течение суток большие куски мяса (окорока) вымачивают в холодной воде, меняя ее. Затем на 30 дней куски мяса кладут в 25% раствор поваренной соли. Каждую неделю меняют рассол. При такой обработке до 90% радионуклидов переходит в рассол.

В сале содержится меньше радиоизотопов, чем в мясе. Для снижения радиоактивности сала его перетапливают. При этом 95% цезия остается в шкварках.

Переработка молока в домашних условиях

Молоко получаемое в личном подсобном хозяйстве, является одним из основных источников накопления радионуклидов в организме.

В некоторых случаях радиоизотопы, содержащиеся в молоке, обуславливают до 75% всего накопления радионуклидов в организме человека.

Снизить концентрацию радиоактивных веществ в молоке можно путем его переработки в продукты длительного хранения.

- получение сливок (снижает загрязненность в 6 раз);
- приготовление из цельного молока жирного творога (аналогично);
- получение сливочного масла (в 10 раз).

В свою очередь переработка сливочного масла на топленое сопровождается практически полным отделением радиоактивных веществ с оттопками (снижение в 100 раз).

При приготовлении блюд из куриных яиц следует помнить, что большое количество стронция находится в скорлупе. Поэтому, тщательно промыв и удалив скорлупу, употреблять яйцо можно в любом виде.

Особенности рыболовства на территориях загрязненными радионуклидами

Рыбу разрешается ловить в водоемах, расположенных на территориях с плотностью загрязнения почв радиоцезием до 15 Ки/км².

Рыбу рекомендуется ловить в реках и проточных водоемах. Загрязнение рыб цезие-137 зависит от места их обитания. Наиболее загрязненными являются придонные и хищные рыбы: карась, карп, линь, окунь, щука, сом и др. Наименее загрязненными являются обитатели верхних слоев воды: плотва, лещ, судак, голавль и др.

Перед приготовлением рыбу рекомендуется тщательно очистить, вымыть и обязательно удалить голову, плавники и внутренности.

Использование продукции леса

Вторым по значимости источником поступления радионуклидов в организм человека являются дары леса. Они обуславливают до 23% накопления радиоизотопов в организме.

По способности накапливать цезий-137 грибы условно можно разделить на четыре группы:

- аккумуляторы: гриб польский, свинушка, масленок, моховик желто-бурый, горкушка. В плодовых телах этих грибов даже при загрязнении почв, близких к фоновому значению (0,1-0,2 Ки/кв.км), содержание цезия-137 может превышать допустимый уровень. Поэтому сбор этих грибов не рекомендуется.
- сильнонакапливающие: грузди, волнушка розовая, зеленая, сыроежки. Собирать грибы этой группы допускается при загрязнении до 1 Ки/км² с обязательным радиометрическим контролем.
- средненакапливающие: лисичка настоящая, рядовка, белый гриб, подберезовик, подосиновик.
- слабонакапливающие: опенок осенний, гриб-зонтик пестрый, дождевик жемчужный.

Заготовку грибов, относящихся к средне- и слабо-накапливающим цезий-137 группам допускается при загрязнении до 2 Ки/км² с обязательным радиометрическим контролем.

Обнаружено, что у грибов с хорошо развитой ножкой (белый, подберезовик, польский гриб), как правило, содержание радионуклидов в шляпках в 1,5-2 раза выше, чем в ножках.

Снижение содержания цезия-137 в грибах можно достичь путем отваривания их (в течение 15-60 минут) в соленой, подкисленной уксусной кислотой воде, при этом через каждые 15 минут отвар сливается. При такой обработке концентрация радионуклидов снижается в 2-10 раз.

Из лесных ягод наибольшей способностью накапливать цезий-137 обладают голубика, клюква, брусника, черника. Несколько меньше накапливают цезий-137 земляника, малина, ежевика. Менее всего загрязнены ягоды калины и рябины.

Заготовка дикорастущих ягод и плодов допускается в лесах с плотностью загрязнения почв до 2 Ки/км² с обязательной проверкой их на содержание радионуклидов.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В ходе данной работы предлагается ознакомиться с методом измерения радиоактивности продуктов питания. Используемый в работе гамма-радиометр позволяет с достаточной точностью определить содержание цезия-137 в исследуемых образцах. От каждого исследуемого образца

снимается не менее 3 показаний и среднее арифметическое заносится в таблицу.

N п/п	Исследуемый продукт	Масса, кг	Показания прибора	Удельная активность, А, Бк/кг	
				измерение	норма
1					
2					
3					

Порядок работы с радиометром РУГ-91

Подготовка прибора к работе:

- 1.1. Подсоедините питающий шнур к сети 220В.
- 1.2. Нажмите кнопку СЕТЬ.
- 1.3. Выдержите радиометр во включенном состоянии не менее 15 мин.

Измерение фонового значения

1.1. Установите пустую кювету внутри защитного свинцового кожуха и закройте защитную крышку.

1.2. Нажмите последовательно кнопки: ФОН, время измерения – 2 мин., Cs-137.

1.3. В процессе измерения фона на табло индицируется обратный отсчет времени измерения.

1.4. После окончания измерения фона прозвучит звуковой сигнал и на табло появится значение фона в единицах скорости счета.

1.5. Измеренные значения вносятся в память радиометра и хранятся в ней до следующего измерения фона.

Измерение активности пробы

1.1. Кювету с исследуемым веществом установить вовнутрь свинцового экрана и задвинуть крышку.

1.2. Нажмите последовательно кнопки: проба, время измерения – 2 мин.

1.3. В процессе измерения активности пробы на табло индицируется обратный отсчет времени измерения.

1.4. После окончания измерения прозвучит звуковой сигнал и на табло появится значение активности пробы Ас в кБк.

1.5. Проведите не менее 3 измерений активности пробы. Найдите среднее арифметическое значение, переведите его в Бк и занесите в таблицу.

1.6. Для получения значения удельной активности A в Бк/кг воспользуйтесь формулой $A = A_c / 2 * m$, где A – удельная активность, A_c – среднее значение активности пробы, m – масса пробы в кг.

1.7. Занесите полученное значение в колонку «Измерение» и сравните с нормативным. Сделайте вывод.

1.8. После окончания работы выключите прибор и отсоедините сетевой шнур от питающей сети.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Понятие о радиоактивности.
2. Активность. Единицы измерения.
3. Удельная активность. Единицы измерения.
4. Допустимые уровни содержания цезия-137 в продуктах питания и воде.
5. Миграция радионуклидов и включение их в трофические цепи.
6. Накопление радионуклидов в продуктах питания.
7. Способы уменьшения содержания радионуклидов в продуктах питания.
8. Понятие о радиометрии.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

ТЕМА: ИЗМЕРЕНИЕ РАДИОАКТИВНОЙ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОЧВЫ

ЦЕЛЬ: Ознакомление с методом определения загрязненности почвы, приобретение умений и навыков пользования радиометрическими приборами, оценка радиоэкологической обстановки.

ПРИБОРЫ И МАТЕРИАЛЫ: Радиометр РУГ-91, образцы почвы, весы.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Рекомендации по ведению личного подсобного хозяйства

Эффективным способом снижения поступления радионуклидов в растениеводческую продукцию является внесение минеральных и органических удобрений, известкование кислых почв.

На огороде и садовом участке рекомендуется проводить следующие мероприятия: вносить один раз в 4-5 лет доломитовую муку в дозах 40-50 кг на 100 кв.м. Ежегодно вносить минеральные удобрения:

– под зеленые культуры, тыкву, кабачки, патиссоны – до 40 г на кв.м огородной удобрительной смеси (далее ОУС);

– под капусту – 60 г на кв.м ОУС;

– под огурцы – 90 г на кв.м ОУС;

– под столовые корнеплоды – 100 г на кв.м ОУС или 60 г на кв.м нитрофоски;

– под томаты – 70 г ОУС или 50 г нитрофоски на ведро компоста (в борозды или лунки);

– под картофель – 2-3 кг на 100 кв.м аммофосфата или двойного суперфосфата и 3-4 на 100 кв.м хлористого калия. Внесение азотных удобрений следует ограничить до 2-3 кг на 100 кв.м.

Органические удобрения (навоз, перегной, птичий помет, компосты) вносятся в дозах 500-600 кг на 100 кв.м. В качестве органического удобрения можно вносить торф. Органические удобрения необходимо проверять на радиоактивность.

Новые технологии. Бактериальные препараты на основе почвенных азотфиксирующих бактерий

Азотфиксирующие бактерии заселяют почву вокруг корневой системы растений. Группируясь вокруг корневой системы, бактерии развиваются и в процессе своей жизнедеятельности фиксируют на корневой системе растений азот воздуха.

Существует несколько производственных препаратов, применяемых на почвах в экологически загрязненных районах под зерновые, овощные и технические культуры. Чаще всего используются фирменные препараты – агрофил, ризоторфин, мезарин и флавобактерин.

Бактериальные препараты выпускаются в виде измельченного стерильного торфа по 600 г в пластиковой упаковке. Содержание бактерий в одном грамме торфа колеблется от 10 до 40 миллионов. Обычно используют 600 г препарата (1 пакет) на гектар пашни. По эффективности своего действия препарат соответствует 60 кг минерального азота.

При использовании бактериальных препаратов в получаемой продукции в 6-10 раз снижается содержание нитратов, тяжелых металлов и радионуклидов по сравнению с продукцией, выращенной

по традиционной технологии. Кроме того, повышается урожайность культур: зерновых – на 3-5 ц/га, овощных – на 18-60 ц/га, свеклы – на 30-60 ц/га и т.д. Улучшается качество продукции благодаря увеличению содержания в ней белка на 1,5-2%, каротина, аминокислот – на 10-20%. Сокращаются на 10-14 дней сроки созревания выращиваемых культур. Это связано с тем, что азотфиксирующие бактерии увеличивают синтез фитогормонов и стимулируют обменные процессы в растениях.

При применении минеральных удобрений растения используют их в течение 3-4 недель, по этому возникает необходимость в дополнительной подкормке культур. Напротив, бактерии постоянно находятся в корневой системе и в течение всего периода развития поддерживают азотный баланс в почве.

Таким образом, применение азотфиксирующих бактерий позволяет:

- 1) получать экологически чистую продукцию,
- 2) увеличить урожайность,
- 3) улучшить качество продукции за счет повышения содержания белка, аминокислот и каротина,
- 4) сократить сроки созревания культур,
- 5) сократить транспортные расходы,
- 6) уменьшить затраты на дополнительную подкормку,
- 7) снижает экологическую нагрузку на сельскохозяйственные угодья.

Способы применения бактериальных препаратов

В день посева производят обработку семян препаратом почвенных азотфиксирующих бактерий. 600 г препарата (из расчета на гектар) разводят в 3 литрах воды или растворах натрия КМЦ (2,5% раствор), казеин технический (5% раствор), патоки (3% раствор).

Протравливание желательно не проводить. Однако если протравливание необходимо, его проводят не позднее 16-ти дней до инокуляции семян.

Гербициды вносят заранее за 7 дней до посева.

Хранить биопрепараты необходимо отдельно от ядохимикатов и минеральных удобрений. Ни в коем случае нельзя допускать прямого контакта биопрепаратов с ядохимикатами и минеральными удобрениями. Действие прямого солнечного света значительно снижает эффективность биопрепаратов. Также не желательно попадания прямого солнечного света на семена, обработанные биопрепаратами.

Содержание и кормление домашних животных

Технология получения на загрязненных территориях животноводческой продукции проводится достаточно традиционно. Однако необходимо соблюдать допустимые уровни содержания радионуклидов в кормах. (таблица 3).

Таблица 3 – Допустимые уровни содержания цезия-137 и стронция-90 в кормах

Виды кормов	Допустимые содержание, Бк/кг	
	Цезия-137	Стронция-90
Сено	1300	260
Солома	330	185
Сенаж	500	100
Силос	240	50
Корнеплоды	160	37
Зеленая масса	165	37
Зерно, фураж	180	100

В этом случае можно получить продукты питания соответствующие условиям РДУ-99 (таблица 1).

Для сенокосения и выпаса скота необходимо выделения культурных пастбищ. Выпас животных следует начинать при отрастании травы не менее 10 см. Поение допускается из любых источников. Заготовка сена и выпас скота на территории лесов без согласования с работниками лесного хозяйства запрещается.

Выращивание и откорм свиней, крупного рогатого скота, овец на мясо допускается без ограничений. Однако за 1,5-2 месяца до убоя животные переводятся на безвыгульное содержание с использованием чистых кормов.

Выращивание мясной птицы любых видов не ограничивается при условии, что она за 1-1,5 месяца до убоя переводится на безвыгульное содержание и кормление чистыми (привозными) кормами или кормами, заготовленными на не загрязненных участках.

Содержание кур для получения яиц допускается только в выгульных дворах. Свободное содержание птицы нежелательно, так как при этом возможно получение яиц с повышенным содержанием радионуклидов.

После убоя свиней, овец, коз, крупного рогатого скота, кроликов, птицы мясо и субпродукты используются на пищевые цели только после обязательного радиологического контроля и получения заключения.

Несколько сложнее получение незагрязненного радионуклидами молока. Самый простой путь – это применение чистых кормов. При отсутствии чистых кормов можно использовать корма, загрязненные радионуклидами. В этом случае необходим систематический контроль над содержанием радиоизотопов в молоке. Если содержание радионуклидов в молоке превышает РДУ-99, то такое молоко не следует использовать без переработки. Хороший эффект для снижения радионуклидов в организме крупного рогатого скота дает применение цезийсвязывающего препарата – ферроцина. Схему применения этого препарата необходимо согласовать с ветеринарной службой.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

При выполнении лабораторной работы «Оценка радиационной обстановки» Вы уже познакомились с методом приблизительной оценки содержания гамма-излучающих радионуклидов на обследуемой территории при помощи обычного дозиметра. Конкретное содержание и точное значение активности того или иного радиоизотопа в почве на исследуемой территории определяют при помощи радиометров, спектрометров или метода радиохимии. В данной работе Вы ознакомитесь со способом определения содержания цезия-137 в почве при помощи радиометра.

Отбор проб для исследования производился при помощи металлического кольца радиусом (R) 0,1 м и высотой 0,05 м. Таким образом, для исследования отбирался верхний слой почвы толщиной 5 см и площадью образца ($S(\text{м}^2) = \pi \cdot R^2$, где $\pi = 3,14$), масса всего образца (М.обр.) составляла при этом приблизительно 1 кг.

Используя радиометр РУГ-91 (инструкция пользователя приведена после таблицы), следующее соотношение между активностью на единицу площади и активностью на единицу массы:

$$A (\text{Бк}/\text{м}^2) = A (\text{Бк}/\text{кг}) * \text{М.обр.} / S(\text{м}^2) ,$$

а также соотношение между Бк и Ки, Вам необходимо в ходе лабораторной работы заполнить следующую таблицу:

№ пробы	Масса пробы, М. пр., кг	Показания прибора, кБк	Удельная активность, А (Бк/кг)	Удельная активность, А (Бк/м ²)	Удельная активность, А (Ки/км ²)
1					
2					
3					

Порядок работы с радиометром РУГ-91

Подготовка прибора к работе.

- 1.1. Присоедините сетевой шнур к питающей сети 220 В.
- 1.2. Нажмите кнопку СЕТЬ.
- 1.3. Выдержите радиометр во включенном состоянии не менее 15 мин.

Измерение фонового значения.

- 2.1. Установите пустую кювету внутри свинцового кожуха и закройте защитную крышку.
- 2.2. Нажмите последовательно кнопки: ФОН, время измерения: 2 мин, Cs-137.
- 2.3. В процессе измерения фона на табло индуцируется обратный отсчет времени измерения.
- 2.4. После окончания измерения фона прозвучит звуковой сигнал и на табло индицируется значение фона в единицах скорости счета.
- 2.5. Измеренные значения вносятся в память радиометра и хранятся в нем до следующего измерения фона.

Измерение удельной активности пробы А (Бк/кг)

- 3.1. Кювету с исследуемым веществом установить внутри свинцового кожуха и закрыть защитную крышку.
- 3.2. Нажмите последовательно кнопки: ПРОБА, время измерения 2 мин.
- 3.3. В процессе измерения активности пробы на табло индуцируется обратный отсчет времени измерения.
- 3.4. после окончания измерения прозвучит звуковой сигнал и на табло индуцируется значение активности пробы А в кБк.
- 3.5. Проведите не менее 3 измерений активности пробы. Найдите среднее арифметическое значение, занесите в таблицу (кнопка: Показания прибора А, кБк).

3.6. Для получения значения удельной активности A в Бк/кг переведите полученное Вами значение в Бк и воспользуйтесь формулой:

$$A \text{ (Бк/кг)} = A \text{ (Бк)} / (2 * M. \text{пр.})$$

3.7. Занесите полученное значение в колонку: «Удельная активность A (Бк/кг)».

3.8. После окончания работы выключите прибор и отсоедините сетевой шнур от питающей сети.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Чем обусловлен пятнистый характер выпадений радионуклидов, выброшенных в результате аварии на ЧАЭС?
2. В виде каких частиц выпадали радиоактивные вещества?
3. Какие из них представляют наибольшую опасность?
4. Следует ли ожидать существенного увеличения площади загрязнения радионуклидами на территории Республики?
5. Перечислите способы уменьшения радиоактивности растительной продукции.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Барабой, В. А. Ионизирующая радиация в нашей жизни : учеб. пособие / В. А. Барабой. – Москва : Наука, 1991. – 224 с.
- 2 Белоокая, Т. В. Организация безопасной жизнедеятельности в Чернобыльских регионах. – Минск : УП Ризондис, 2005. – 40 с.
- 3 Беляк, В. К. Радиация и ваше здоровье / В. К. Беляк, В. И. Мицура, Н. В. Тимошенко. – Брест : ГУ БЦГЭиОЗ, 2003. – 20 с.
- 4 Бурдаков, В. А. Радиобиологический справочник / В. А. Бурдаков, В. А. Киршин, А. Е. Антоненко. – Минск : Ураджай, 1993. – 470 с.
- 5 Дорожко, С. В. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность : учеб.-метод. пособие / С. В. Дорожко, В. П. Бубнов, В. Т. Пустовит. – Минск : Дикта, 2006. – 308 с.
- 6 Николайчук, Л. В. Растения: противорадиационное питание / Л. В. Николайчук, К. В. Фомиченко. – Минск : Современное слово, 1998. – 87 с.

7 Севостьянов, А. Н. Динамика накопления радионуклидов в организме человека / А. Н. Севостьянов, О. А. Котловский // Весник Брестского университета. – 2004. – №1(37). – С. 112-115 .

8 Севостьянов, А. Н. Аккумуляция радионуклидов древесными растениями / А. Н. Севостьянов, О. А. Котловский // Весник Брестского университета. – 2004. – №1(37). – С. 115-118.

9 Ярмоненко, С. П. Радиобиология человека и животных : учебник / С. П. Ярмоненко. – Москва : Высшая школа, 1988. – 424 с.

БрГУ им. А.С. Пушкина