МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра «Экология и безопасность жизнедеятельности»

КОНТРОЛЬ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Методические указания к выполнению лабораторной работы для студентов специальностей:030501,040101,040201,031001,050714,050715,190702,190201, 190601,190202,190603,050501,26060,151001,151002,220301,200503,150202, 140211,032101,020201,050102,020401,050101,020101,010701,050203,030301, 050202,230105, 010101,050201,080105,080109,080507,080115,050501, 230105

КУРГАН 2005

Кафедра: «Экология и безопасность жизнедеятельности»

Дисциплины: «Экология», «Безопасность жизнедеятельности»

Для специальностей: 030501,040101,040201,031001,050714,050715,190702, 190201,190601,190202,190603,050501,26060,151001,151002,220301,200503, 150202,140211,032101,020201,050102,020401,050101,020101,010701,050203, 030301,050202,230105, 010101,050201,080105,080109,080507,080115,050501, 230105

Составила: канд.хим.наук, доцент Козлова Н.И.

Утверждены на заседании кафедры 21 апреля 2005 г.

Рекомендованы методическим советом университета

«_____» 2005 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Радиоактивное загрязнение……4
1.1 Понятие о радиоактивности, ее свойства и основные характеристики…..4
1.2 Единицы измерения радиоактивности……...5
1.3 Действие радиации на живые организмы…….7
1.4 Защита от радиационного излучения…….9
2 Дозиметрические приборы……11
2.1 Назначение и порядок работы с дозиметрическими приборами……11
2.2 Дозиметр-радиометр АНРИ-01-02 «Сосна»……12
2.3 Подготовка к работе……...13
2.4 Работа в режиме «Поиск»……..13
2.5 Работа в режиме измерения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения……..13
3 Задание на проведение работы и отчет……..14

1 РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ

Интенсивное испытание ядерного и термоядерного оружия, развитие атомной энергетики, добыча и переработка урановых и ториевых руд, эксплуатация ядерных реакторов на кораблях, исследование и использование радиоизотопов в науке, промышленности, сельском хозяйстве и медицине, загрязнение окружающей среды радионуклидами в результате чрезвычайных ситуаций привело к тому, что миллионы людей проживают в неблагоприятной радиационной обстановке. Поэтому каждый сознательный житель планеты должен знать радиационную обстановку на территории, где он проживает, иметь представление об естественных и искусственных радионуклидах, влиянии на живые организмы и методах экспрессной оценки радиоактивности различных объектов и способах защиты от внешнего и внутреннего облучения.

Цель работы: Изучить методику контроля радиоактивного загрязнения бытовыми дозиметрами

1.1 Понятие о радиоактивности, ее свойства и основные характеристики

Большинство атомов химических элементов обладают большой устойчивостью, т.е. стабильностью. Ядра таких атомов сохраняют свои свойства при любых физических условиях и химических превращениях.

В природе есть небольшое количество химических элементов, ядра атомов которых распадаются самопроизвольно и испускают невидимое излучение. Этот распад назвали радиоактивностью, а сами элементы – радиоактивными. Ядра всех изотопов химических элементов образуют группу «нуклидов» – радионуклидов. Некоторые радионуклиды стабильны, т.е. в отсутствие внешнего воздействия никогда не претерпевают никаких превращений. Чаще всего радионуклиды не стабильны, они все время превращаются в другие нуклиды – радионуклиды, выбрасывая при этом порцию чистой энергии в окружающую среду. Во время радиоактивного распада облучаемая среда изменяется под действием излучений, обладающими ионизационной способностью.

Разные виды излучений сопровождаются высвобождением разного количества энергии и обладают разной проникающей способностью, поэтому они оказывают неодинаковое воздействие на окружающую среду и живые организмы.

Основными видами ионизирующих излучений являются:

- ***альфа-частицы*** – ядра гелия, несущие два элементарных положительных заряда; испускаются при распаде некоторых элементов с большим массовым числом; альфа-частицы имеют большие размеры, по сравнению с другими элементарными частицами; пробег (расстояние, пройденное ионизирующей частицей от места ее образования до места потери энергии движения) в атмосфере составляет всего несколько сантиметров, в биотканях - не более 0,1 мкм; обладают высокой ионизирующей способностью и низкой проникающей способностью; представляют главную опасность при попадании радионуклидов внутрь организма;

- ***бета-частицы*** – ядерные частицы, близкие по физической природе к электронам; возникают при радиоактивном распаде и сразу же излучаются; размер этих частиц очень мал; пробег в атмосфере составляет несколько метров, в биотканях – несколько микрометров; вызывают меньшую ионизацию вещества и обладают меньшей проникающей способностью; опасны в основном при попадании радионуклидов на кожные покровы и внутрь организма, могут вызывать ожоги на коже. Все радионуклиды, находящиеся в таблице Менделеева до свинца, обладают только бета-распадом, радионуклиды тяжелее свинца могут иметь как альфа -, так и бета-распад;
- ***гамма-кванты*** – самые коротковолновые электромагнитные излучения, которые образуются в ходе ядерных реакций и при распаде осколков деления, близки к рентгеновским лучам, но у гамма-квантов короче длина волны, и они несут более высокий энергетический заряд; пробег в атмосфере измеряется сотнями метров; биоткань не представляет для них достаточно серьезную преграду; гамма-лучи обладают самой низкой ионизационной способностью, но проникающая способность – наивысшая; опасны при любой форме воздействия;
- ***нейтроны*** – крупные незаряженные частицы, вылетающие из ядер атомов при реакциях деления и синтеза; не вызывают ионизации, а создают наведенную радиоактивность; пробег в атмосфере – сотни метров; проникают в биоткань на большую глубину; с нейтронным потоком можно встретиться только при ядерном взрыве или работающем ядерном реакторе; нейтронный поток не возникает при радиоактивном распаде;
- ***космические лучи*** представляют собой поток частиц высоких энергий, приходящих на Землю из космоса и возникающих в процессе термоядерных реакций в недрах Солнца и звезд; по своей проникающей способности близки к гамма-излучению; обладают огромной энергией.

Следовательно, в зонах радиоактивного загрязнения мы можем встретиться только с альфа –, бета –, и гамма – излучением. В реакторах образуется только 80 радионуклидов, при ядерных взрывах – около 200. Источник излучения, обладая определенной активностью, взаимодействует с облучаемой средой, вызывая ее ионизацию. Энергия, поглощаемая при этом облучаемой средой, определяет так называемый радиационный эффект. Количественная характеристика радиационного эффекта характеризуется дозой излучения. Поэтому главной характеристикой степени опасности ионизирующих излучений является доза излучения. Различают три ее разновидности:

экспозиционная доза – количество гамма-излучения, способного к ионизации одного кубического метра сухого воздуха. Экспозиционная доза характеризует потенциальную опасность гамма-излучения;

поглощенная доза – количество энергии любого вида излучения, поглощенное единицей массы вещества. Это физическая доза излучения;

эквивалентная доза – количество энергии любого вида излучения, поглощенное единицей массы вещества с учетом качества излучения. Это наиболее важная с точки зрения биологического эффекта доза. Она не может быть

измерена, а должна быть рассчитана.

1.2 Единицы измерения радиоактивности

Существуют два типа измерений радиационных явлений: а) измерение активности источника излучения; б) измерение дозы излучения.

Степень радиоактивного загрязнения местности и объектов внешней среды оценивается активностью. ***Активность*** – это количество ядер, распадающихся в единицу времени. В международной системе единиц (СИ) эта единица носит название «обратная секунда», равная 1 Бк. Часто используют внесистемную единицу активности – кюри (Ки). 1 Кюри - это 3, 7 *10^{10} Бк (или столько же распадов в секунду) (таблица 1).

Степень опасности поражения людей определяется значением экспозиционной дозы излучения, которая измеряется внесистемной единицей – рентген (Р). Интенсивность радиоактивных излучений оценивается мощностью дозы, которая характеризует скорость накопления дозы, выражается в рентген/час (р/ч), миллирентген /час (мр/ч) или микрорентген / час (мкр/час). В международной системе единиц (СИ) экспозиционная доза измеряется в кулонах на килограмм (Кл/Кг).

Степень лучевого воздействия, глубина и форма лучевых поражений зависят от величины поглощенной энергии излучения. В единицах СИ поглощенная доза измеряется в джоулях на килограмм (Дж/Кг) и имеет специальное название – грей, т.е. 1Гр = 1Дж/Кг. Внесистемная единица поглощенной дозы – рад.

Эквивалентная доза определяется путем суммирования произведений поглощенной дозы каждого вида излучения на соответствующий коэффициент качества излучения (КК). Традиционно эквивалентная доза измеряется в особых внесистемных единицах – бэрах (биологический эквивалент рентгена). В международной системе единиц (СИ) крупная единица эквивалентной дозы – зиверт (Зв).

Действие отдельных видов излучения на организм не одинаково, поэтому введен коэффициент качества излучения (КК), который показывает, во сколько раз эффективность биологического воздействия данного излучения больше эффективности гамма-излучения при одинаковой поглощенной дозе в тканях. Для различных видов излучений приняты следующие коэффициенты качества:

- для рентгеновского, гамма -, бета - излучения 1;
- для протонов и нейтронов 10;
- для альфа - излучения 20.

Для оценки последствий облучения организма человека различными видами излучений применяется единица измерения эквивалентной дозы – бэр. Бэр – такая поглощенная доза любого излучения, которая вызывает тот же биологический эффект, что и 1 рентген гамма-излучения (таблица 1).

Таблица 1 – Единицы измерений ионизирующих излучений

Физические величины	***Единицы измерения*** *(распространенные)*
Мощность экспозиционной дозы	р/ч, мр/ч, мкр/ч (СИ Кл/Кг=3876 Р)
Поглощенная доза	рад (СИ грей (Гр) = 100 рад)
Мощность эквивалентной дозы	бэр/ч, мбэр/ч,мкбэр/ч (СИ зиверт (Зв) = 100 бэр)
Активность радионуклидов	Ки (СИ Бк)
Поверхностная активность	Ки/км^2
Объемная активность	Ки/л
Удельная активность	Ки/кг

1.3 Действие радиации на живые организмы

Действие радиоактивного излучения на живые организмы зависит от вида излучения, способа облучения (внутреннее или внешнее) и от его продолжительности.

Живые организмы сильно отличаются друг от друга по способности выдерживать те или иные дозы облучения, так как различные виды растений и животных обладают разной радиочувствительностью. Наименьшей чувствительностью к радиации обладают вирусы, бактерии, мхи и лишайники. За ними следуют насекомые, а млекопитающие наиболее чувствительны к облучению. Несколько менее устойчивы к радиации злаки. Самыми устойчивыми растениями леса являются дубы, так как у них более крупные ядра клеток; также повышенная устойчивость к радиации наблюдается у лиственных деревьев по сравнению с хвойными.

Существующая ныне биота адаптирована к фоновому радиоактивному излучению, которое складывается из трех групп факторов (рисунок 1): космическое излучение и ионизирующее излучение, вызванное присутствием в биосфере многочисленной группы природных радионуклидов, содержащихся в воде, почве и горных породах; технологически повышенного естественного фона, вызванного деятельностью человека; искусственных источников излучения (флюорография, рентгенодиагностика и т.п.).

Малые дозы организм может выдерживать длительное время, при этом не разрушается клетка полностью, но существенно изменяются ее параметры, которые приводят к генетическим изменениям и которые могут проявляться в последующих поколениях.

Большие дозы радиации приводят к полной гибели клеток живого организма. Гибель клеток вызывает нарушения функций отдельных органов, что в дальнейшем проявляется в расстройстве процессов жизнедеятельности всего организма. Прохождение радиоактивных частиц через живую ткань разрушает клетки тканей, крови, лимфатических сосудов, костей. Это приводит к нарушению нормального обмена веществ, изменению характера жизнедеятельности клеток. В результате такого воздействия возникает лучевая

болезнь.

Лучевая болезнь I степени возникает при суммарной дозе облучения 100 – 200 бэр. Скрытый период продолжается 3 – 5 недель, после чего появляются недомогание, общая слабость, тошнота, головокружение, повышение температуры тела.

Лучевая болезнь II степени наступает при дозе облучения 200 – 400 бэр. Первичная реакция резко выражена. Болезнь протекает интенсивно и тяжело, выздоровление при интенсивном лечении может наступить через 2 – 3 месяца.

Лучевая болезнь III степени наступает при общей дозе 400 – 600 бэр. Болезнь протекает очень тяжело. При интенсивном лечении может наступить выздоровление через 3 – 6 месяцев.

Лучевая болезнь IV степени (крайне тяжелая), наступающая при общей дозе свыше 600 бэр, как правило, приводит в большинстве случаев к летальному исходу (рисунок 2).

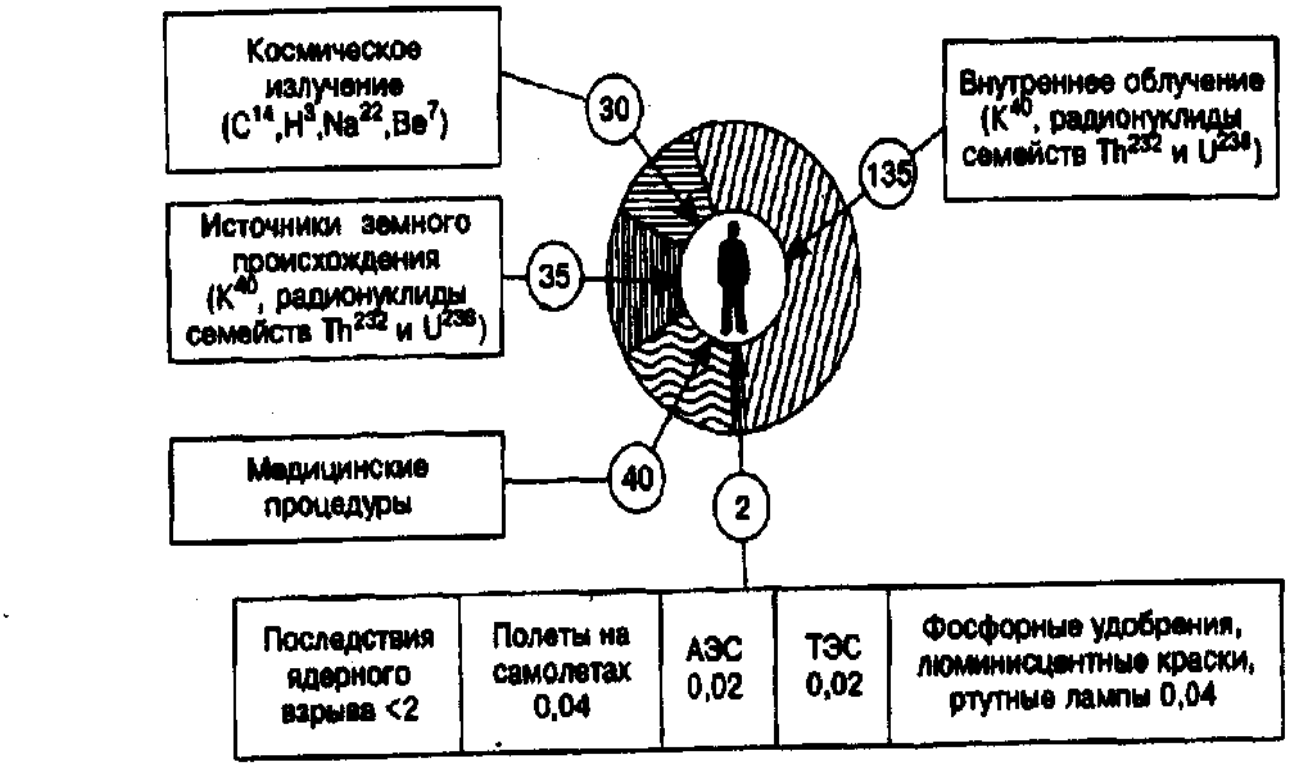


Рисунок 1 – Фоновое радиоактивное излучение в мбэр

Для проживания в условиях повышенной радиации необходимо сбалансированное питание, обильное питье. Нужно как можно больше употреблять соков, витаминов, грецких орехов, редьку, хрен, чеснок, лук, гречневую и овсяную крупы, творог, масло, сметану.

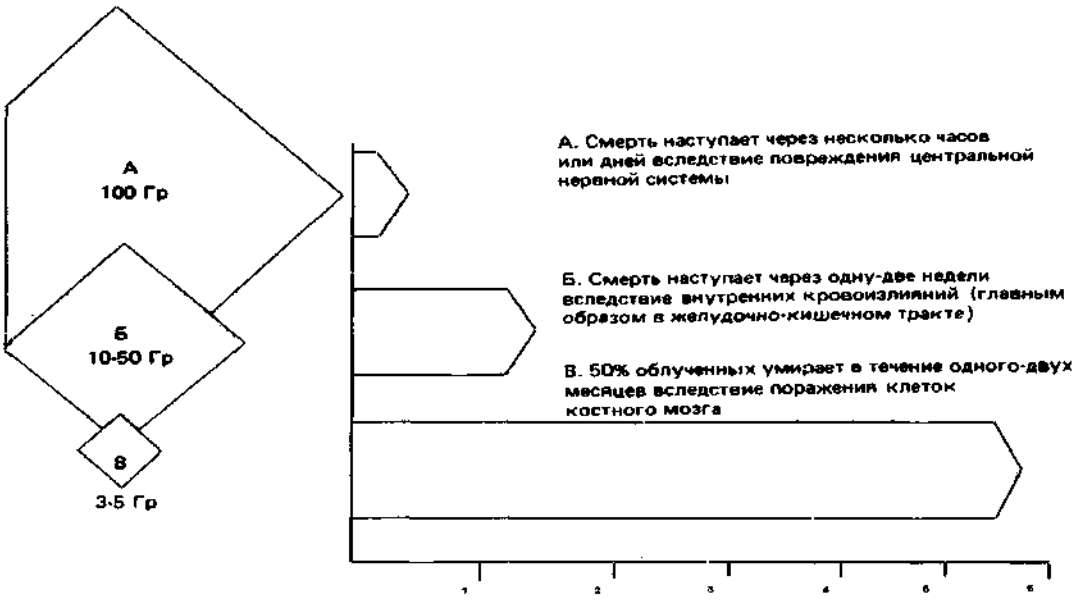


Рисунок 2 – Летальные дозы

Альфа- и бета-частицы очень опасны при попадании вовнутрь (внутреннее облучение) с пищей, водой, с пылью воздуха. Внешним облучением обладают гамма-лучи вследствие большой проникающей способности. Опасность радиационного воздействия на биообъекты показана на рисунке 3.

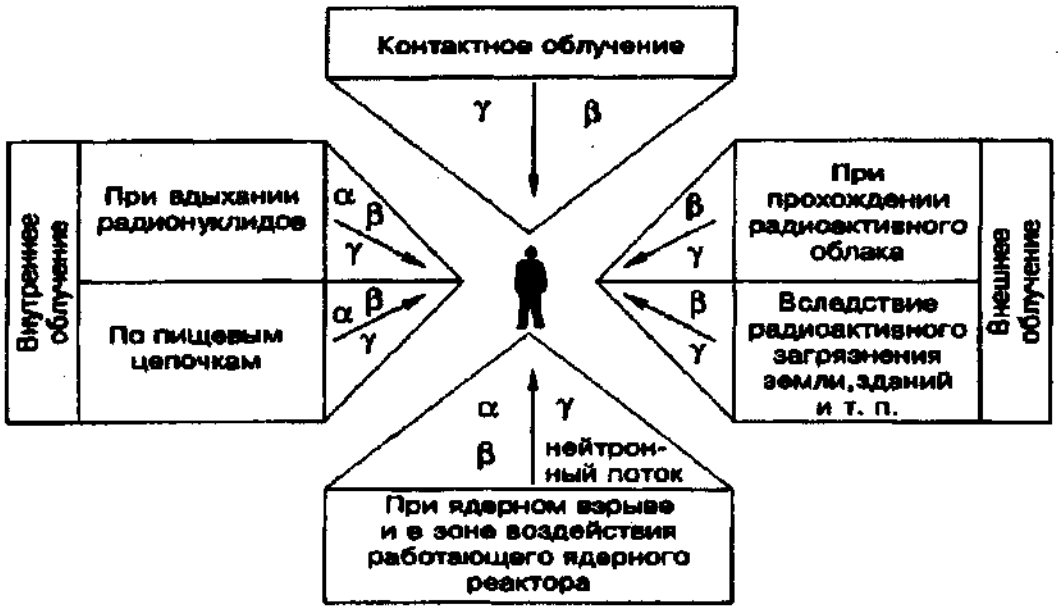


Рисунок 3 – Возможные пути радиационного воздействия на биообъекты

1.4 Защита от радиоактивного излучения

Одним из главных способов защиты от радиации является расстояние, так как интенсивность излучения обратно пропорциональна расстоянию от источника излучения.

Для характеристики ослабления гамма-излучения различными материалами пользуются величиной слоя половинного ослабления, т.е. это такая толщина слоя материала, которая ослабляет мощность гамма-излучения в два раза:

воздух - 120 см, дерево - 21 см, вода - 14 см, грунт - 8,4 см, кирпич - 8, 4 см, бетон - 6,3 см, железо - 2,1см, свинец - 1,3 см.

Следует строго контролировать время пребывания людей вблизи источников радиоактивного излучения.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) радионуклидов в воздухе, воде, почвах, продуктах питания и в организме человека, а также предельно допустимые дозы облучения для разных категорий населения приведены в специальном документе «Нормы радиационной безопасности» (НРБ – 99) и в «Основных санитарных правилах обеспечения радиационной безопасности» (ОСПОРБ – 99).

Согласно вышеназванным документам норма допустимого техногенного облучения населения в нормальных условиях составляет 1 мЗв (0,1 бэр) за год, а максимальная интенсивность гамма-излучения в помещениях не должна превышать мощность дозы на открытой местности более чем на 0,2 мкЗв/час (20 мкр/час). Территории, на которых годовая эффективная доза облучения не превышает 1 мЗв, не считаются загрязненными радионуклидами.

Нормами радиационной безопасности (НРБ – 99) допустимое значение эффективной дозы, обусловленной суммарным воздействием природных радионуклидов, для населения не устанавливаются, но вводится система ограничений на облучение населения от отдельных природных источников ионизирующего излучения. Источниками облучения населения могут быть материалы и изделия с повышенным содержанием как искусственных, так и естественных радионуклидов. Критерием в этом случае является ожидаемая индивидуальная годовая эффективная доза облучения, которая при использовании подобных материалов не должна превышать 10 мкЗв.

В случае аварийных ситуаций люди подвергаются внешнему и внутреннему действию вдыхаемых радиоактивных газов и пыли. Для защиты органов дыхания от радиоактивной пыли следует применять респираторы. Большое значение для защиты тела от радиации имеет личная гигиена, главная цель которой – своевременное удаление с поверхности кожи и одежды радиоактивной пыли. Для этой процедуры рекомендуются дезактивирующие средства в виде пасты или хозяйственное мыло.

Важным показателем при оценке радиоактивного загрязнения является период полураспада, т.е. время, за которое радионуклид теряет половину своей активности. Распад всех ядер происходит с определенной скоростью, присущей только данному радиоактивному изотопу. Установлено, что половина атомов радиоактивного изотопа распадается за равные промежутки времени. Этот промежуток времени получил название периода полураспада. Для разных радиоактивных изотопов он колеблется в широких пределах (рисунок 4).

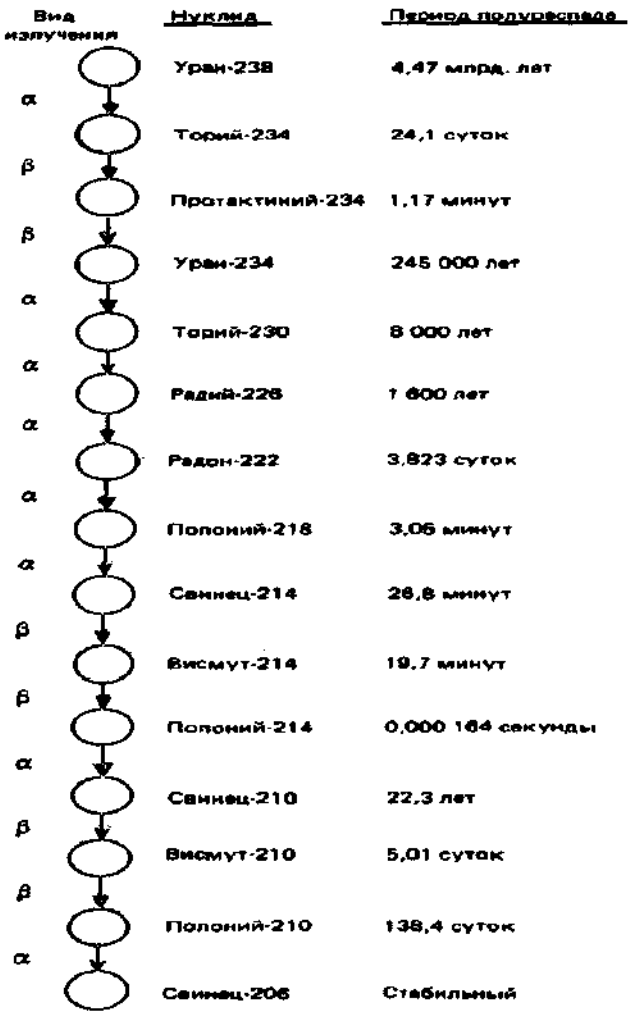


Рисунок 4 – Радиоактивный распад ядер U_{238}

Процесс распада самопроизвольный и подчиняется определенному закону, его нельзя ни замедлить, ни ускорить.

2 ДОЗИМЕТРИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

Для обнаружения ионизирующих излучений, измерения их энергии и других свойств, применяются приборы, называемые детекторами (дозиметрами). Дозиметры могут быть предназначены для научных, военных целей или более сложной конструкции для комплектации и оснащения специализированных дозиметрических подразделений, а также для индивидуального пользования: индикатор внешнего гамма-излучения «Белла», бытовой дозиметр «Невский» ДБГБ-07Т, дозиметр-радиометр бытовой АНРИ-01-02 «Сосна», сигнализатор-индикатор СИМ-03 «Элат», дозиметр «Лотта».

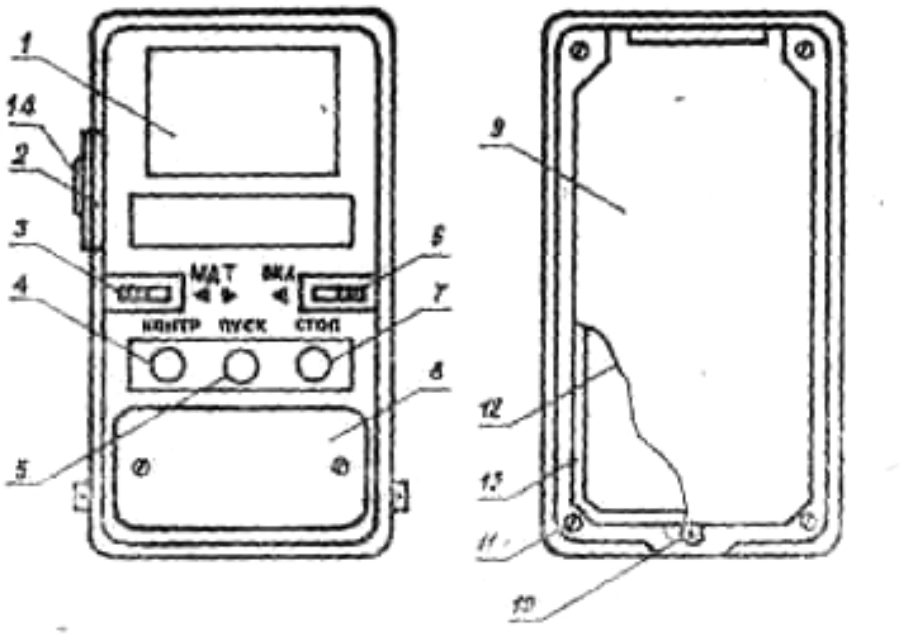
2.1 Назначение и порядок работы с дозиметрическими приборами

Перечисленные дозиметрические приборы, предназначенные для индивидуального использования населением с целью контроля радиационной обстановки на местности, в жилых и рабочих помещениях, в том числе:

- измерения мощности экспозиционной (полевой эквивалентной) дозы гамма-излучения;
- измерения плотности потока бета-излучения с загрязненных поверхностей;
- оценки объемной активности радионуклидов в веществах;
- контроля радиоактивного заражения людей и с/х животных, техники, транспорта, оборудования, одежды, продовольствия, воды, фуража и т.п.;
- определения уровня (фона) радиации на местности.

2.2 Дозиметр-радиометр АНРИ-01-02 «Сосна»

Наиболее простым в эксплуатации является дозиметр-радиометр «Сосна». Сигнализатор выполнен в виде портативного, носимого на ремешке или в кармане одежды прибора в пластмассовом корпусе с цифровым жидкокристаллическим дисплеем. Расположение и назначение органов управления и индикации приведены на рисунке 5.



1 Цифровое жидкокристаллическое табло. 2 Гнездо разъема для подключения выносного блока детектирования.3 Переключатель режимов работы. 4 Кнопка контроля работоспособности прибора. 5 –. 6 Выключатель питания. 7 Кнопка «пуск»/«стоп», выключение измерения. 8 Крышка отсека элемента питания. 9 Задняя крышка. 10 Фиксатор задней крышки. 11 Место

пломбировки. 12 Прокладка защитная. 13 Рамка. 14 Заглушка.

Технические данные и характеристики:

Диапазон измерения мощности:	
- экспозиционной дозы гамма-излучения, мР/ч	0,010 – 9,999
- полевой эквивалентной дозы гамма-излучения, мкЗв/ч	0,1 – 99,99
Основная относительная погрешность измерения, %	_+ 30
Время непрерывной работы прибора не менее, ч	6
Напряжение питания, в	9
Габаритные размеры прибора не более, мм	45х82х133
Масса прибора с элементом питания, кг	0,35

Для питания прибора используется батарея «Корунд»

2.3 Подготовка к работе

Включить прибор, для чего выключатель питания перевести в положение «вкл», на цифровом табло должно индицироваться: «0.000» или «0000».

Если переключатель режима работы находится в положении «МД», то после первого нуля индицируется точка; если в положении «Т», то эта точка отсутствует. Если прибор после включения издает постоянный звуковой сигнал, то необходимо установить новый элемент питания. Убедиться в исправности электронной схемы. Для этого необходимо перевести переключатель в положение «МД», нажать кнопку «Контр» и удерживать ее до конца поверки, затем нажать кнопку «Пуск». Через 20 ± 5 сек отсчет чисел должен прекратиться, окончание отсчета сопровождается коротким звуковым сигналом, а на табло высвечивается число –«1.024». Если число другое - прибор неисправен.

2.4 Работа в режиме «Поиск»

Подготовить прибор к работе, для чего необходимо:

- проверить, закрыта ли задняя крышка прибора, при необходимости плотно закрыть и зафиксировать фиксатором;
- перевести переключатель режимов работы в положение «Т»;
- включить прибор, нажав на кнопку «Пуск».

Прибор начнет счет импульсов, число которых индицируется на табло. Через каждые 10 импульсов прибор будет подавать звуковой сигнал. При естественном фоне прибор должен подавать 1-6 звуковых сигналов в минуту. С увеличением мощности излучения пропорционально возрастает частота сигналов.

2. 5 Работа в режиме измерения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения

Подготовить прибор к работе, для чего:

- перевести переключатель режима в положение «МД»;
- включить выключатель питания;
- нажать кнопку «Пуск» (начнется отсчет импульсов);

Через 20±5 сек измерение закончится, что будет сопровождаться звуковым сигналом, а на цифровом табло фиксируется число с одной запятой, например, 0,014. Это показание будет соответствовать мощности экспозиционной дозы гамма-излучения, измеренной в мр/час. Показание на цифровом табло сохранится до последующих нажатий на кнопку «Стоп» или выключения прибора. Для выполнения повторного замера достаточно, не включая прибор, нажать на кнопку «Пуск». Естественный фон гамма-излучения на территории РФ изменяется в широких пределах и составляет от 0,005 до 0,06 мр/ч (от 5 до 60 мкр/час), по Курганской области фон составляет 10-14 мкр/час.

3 ЗАДАНИЕ НА ПРОВЕДЕНИЕ РАБОТЫ И ОТЧЕТ

ЗАДАНИЕ: определить радиационный фон внутри и вне учебных помещений, площадок с покрытием и открытого грунта, вблизи сосредоточения техники и различных служб на территории института; составить карту-схему выбранного объекта и нанести на нее показания соответствующих замеров; сделать вывод об экологическом состоянии территории.

ОТЧЕТ

по лабораторной работе

КОНТРОЛЬ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Студент группы _____ ФИО _____

Преподаватель ФИО _____

Дата проведения лабораторной работы _____

Обработка результатов и выводы

Занесите полученные результаты в таблицу по следующей форме

№ точки измерения	Место измерения	Числовое значение измерения
1	2	3

Проанализируйте полученные результаты, сравните с ПДК и сделайте выводы об экологическом состоянии помещений, территории и т.д.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булдаков Л. А. Радиоактивные вещества и человек. – М.: Энергоатомиздат, 1990. –159 с.
2. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. Санитарные правила и нормы. Сан ПиН. 2.3. 2. 560-96.
3. Лапин В.Л. , Мартинсен А.Г., Попов В.М. Основы экологических знаний инженера.– М: Экология, 1996. —172 с.
4. Нормы радиационной безопасности (НРБ – 99). – М.:Апрохим, 2000. – 109 с.
5. Радиация . Дозы, эффекты, риск. – М.: Мир.1988. – 78 с.
6. Старков В.Д. Основы радиационной экологии. – Тюмень. ФГУ ИПП «Тюмень». 2001. – 208 с.
7. Старков В.Д. Радиационная экология. – Тюмень. ФГУ ИПП «Тюмень». 2003. – 304 с.

Козлова Наталья Ивановна

КОНТРОЛЬ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Методические указания к выполнению лабораторной работы для студентов специальностей: 030501,040101,040201,031001,050714,050715,190702,190201, 190601,190202,190603,050501,26060,151001,151002,220301,200503,150202, 140211,032101,020201,050102,020401,050101,020101,010701,050203,030301, 050202,230105, 010101,050201,080105,080109,080507,080115,050501, 230105

Редактор Н.М.Кокина

Подписано в печать	Формат 60*84 1/16	Бумага тип №1
Печать трафаретная	Усл.печ. л. 1,0	Уч. изд. л.1,0
Заказ	Тираж 100	Цена свободная

Редакционно-издательский центр КГУ
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25
Курганский государственный университет.