

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Безопасность жизнедеятельности»

ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ И ОБЪЕКТОВ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ. РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

*Методические рекомендации к лабораторным работам
для студентов всех специальностей дневной и заочной
форм обучения*



Могилев 2019

УДК 614.876
ББК 68.9
3 40

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Безопасность жизнедеятельности» «9» апреля 2019 г.,
протокол № 8

Составители: д-р биол. наук, доц. А. В. Щур;
ст. преподаватель А. Г. Поляков;
канд. вет. наук, доц. Т. Н. Агеева

Рецензент канд. техн. наук, доц. А. М. Кургузиков

Методические рекомендации содержат данные об источниках ионизирующих излучений и методах их обнаружения и контроля, информацию о дозах облучения населения, систематизируют знания о радиационной безопасности и предназначены для студентов всех специальностей и направлений.

Учебно-методическое издание

ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ И ОБЪЕКТОВ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ. РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Ответственный за выпуск	А. В. Щур
Технический редактор	С. Н. Красовская
Компьютерная верстка	Е. В. Ковалевская

Подписано в печать 29. 10 2019. Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 1,65. Тираж 165 экз. Заказ № 677.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07. 03. 2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2019



Содержание

1 Лабораторная работа № 1. Средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД).....	4
1.1 Теоретическая часть.....	4
1.2 Практическая часть.....	10
2 Лабораторная работа № 2. Средства индивидуальной защиты кожи. Медицинские средства индивидуальной защиты.....	11
2.1 Средства защиты кожи.....	11
2.2 Медицинские средства индивидуальной защиты.....	15
3 Лабораторная работа № 3. Оказание доврачебной медицинской помощи в чрезвычайных ситуациях.....	17
3.1 Общие принципы оказания ПМП в неотложных ситуациях.....	17
3.2 Оказание первой медицинской помощи в особых случаях.....	21
3.3 Отработать навыки сердечно-легочной реанимации на тренажере «Максим III – 01».....	22
4 Лабораторная работа № 4. Защита от химических факторов на производстве. Приборы и методы химического контроля.....	23
4.1 Теоретическая часть.....	23
4.2 Универсальный газоанализатор УГ–2.....	24
5 Лабораторная работа № 5. Дозиметрия ионизирующих излучений. Приборы измерения больших уровней мощности дозы.....	25
5.1 Методы обнаружения ионизирующих излучений. Классификация дозиметрических приборов.....	26
5.2 Измерение уровней γ -излучений и определение наличия радиоактивного заражения местности и различных предметов по измерению мощности дозы прибором ДП-5В.....	28
6 Лабораторная работа № 6. Измерение и оценка параметров ионизирующих излучений.....	30
6.1 Теоретическая часть.....	30
6.2 Измерение и оценка параметров ионизирующих излучений с помощью приборов РКСБ-104.....	33
6.3 Измерение и оценка параметров ионизирующих излучений с помощью приборов МКС АТ-6130.....	37
7 Лабораторная работа № 7. Измерение удельной активности радионуклидов.....	40
7.1 Теоретическая часть.....	40
7.2 Измерения удельной активности радионуклидов в пробах продуктов питания и воды на приборе РКСБ-104.....	42
7.3 Измерение удельной активности радионуклидов в почве и продуктах питания на гамма-спектрометрическом комплексе «Прогресс -5».....	45
Список литературы.....	48



1 Лабораторная работа № 1. Средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД)

Цель работы:

- ознакомиться со средствами индивидуальной защиты органов дыхания и их назначением, защитными свойствами, правилами применения;
- получить практику в подборе СИЗОД.

Материальное обеспечение: противогазы ГП-5, ГП-5М, ГП-7, ППФМ-92 и дополнительные коробки к ним, респираторы У-2К, РПГ-67, плакаты.

Порядок выполнения работы.

- 1 Проработать теоретическую часть.
- 2 Ознакомиться с противогазами и подобрать противогаз ГП-5 и ГП-7.
- 3 Ознакомиться с респираторами и подобрать респиратор У-2К (Р-2).
- 4 Оформить отчет, ответить на вопросы преподавателя.

1.1 Теоретическая часть

Средства индивидуальной защиты органов дыхания.

К СИЗОД относятся фильтрующие противогазы (гражданские, детские, промышленные), камеры защитные детские, респираторы, простейшие средства (ватно-марлевые повязки), изолирующие дыхательные аппараты.

Фильтрующие противогазы. Фильтрующие противогазы предназначены для защиты органов дыхания, лица и глаз от вредных примесей, находящихся в воздухе. Они состоят из лицевой части (шлем-маски, маски) и фильтрующе-поглощающей коробки, которые соединяются между собой непосредственно или с помощью соединительной трубки. Кроме того, в комплект входят сумка и запотевающие пленки, а также в зависимости от типа противогаза мембраны переговорного устройства и трикотажный чехол для противогазной коробки.

Фильтрующе-поглощающая коробка предназначена для очистки воздуха, подводимого к органам дыхания, от вредных примесей в воздухе. Она изготавливается из жести или алюминиевых сплавов и имеет форму цилиндра. Для увеличения прочности на коробке вытиснуты зиги.

По току воздуха коробка снабжена противоаэрозольным фильтром (ПАФ) и углем-катализатором. Фильтр изготовлен из волокон различной природы (целлюлозы, асбеста, полимерных волокон) диаметром от 0,2 до 30 мкм. Для увеличения фильтрующей поверхности ПАФ собран в прямоугольные или фигурные (в виде улитки) складки. Поверхность развернутого фильтра составляет до 1500 см². На ПАФ воздух очищается от аэрозолей (пыли, дыма, тумана).

От паров и газов воздух очищается в слое угля-катализатора, который еще называется сорбентом. Поглощение паров и газов осуществляется за счет процессов адсорбции, хемосорбции и катализа. Адсорбция – это поглощение газов и паров поверхностью твердого тела, называемого адсорбентом, под действием

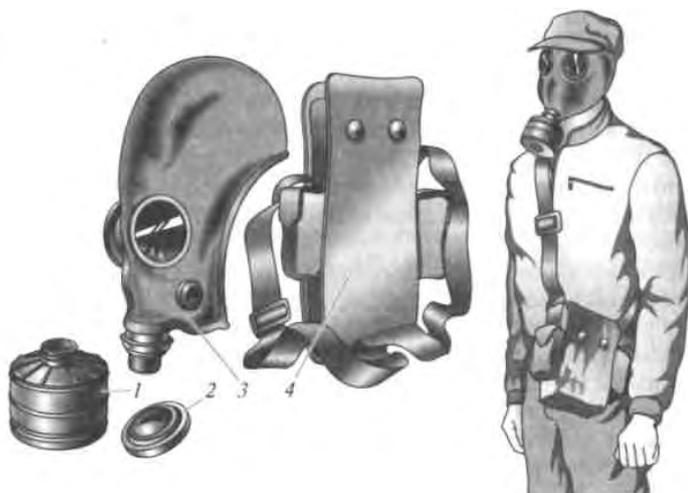


сил молекулярного притяжения. В противогазах адсорбентом является активированный уголь. Он представляет собой гранулы угля размером 1,0...1,5 мм и обладает большой пористостью.

Лицевая часть противогаза служит для подведения очищенного в коробке воздуха к органам дыхания, а также для защиты лица и глаз. Она состоит из корпуса, очкового узла, клапанной коробки и системы крепления на голове, может оборудоваться также обтекателями, переговорным устройством и системой для приема жидкости. Клапанная коробка служит для разделения потоков вдыхаемого и выдыхаемого воздуха. В ней размещаются один вдыхательный и два выдыхательных клапана.

Гражданские противогазы. Для обеспечения взрослого населения в системе ГО используются противогазы ГП-5, ГП-5М, ГП-7, ГП-7В, ГП-7ВМ.

В комплект противогаза ГП-5 входят фильтрующе-поглощающая коробка ГП-5 и лицевая часть ШМ-62у (рисунок 1.1). Противогазовая коробка присоединяется непосредственно к лицевой части (ввинчивается в клапанную коробку). Кроме того, в комплект входят сумка и незапотевающие пленки.



1 – противогазовая коробка; 2 – коробка с незапотевающими пленками; 3 – шлем-маска; 4 – сумка для противогаза

Рисунок 1.1 – Гражданский фильтрующий противогаз ГП-5

В комплект противогаза ГП-5М входят коробка ГП-5 и лицевая часть ШМ-66Му с мембранной коробкой для переговорного устройства, которая расположена над клапанной коробкой. В шлем-маске сделаны вырезы для ушных раковин, что обеспечивает нормальную слышимость. Лицевая часть ШМ-66Му имеет четыре роста (0, 1, 2, 3).

Рост лицевых частей ШМ-62у и ШМ-66Му определяется по величине вертикального обхвата головы путем ее измерения по замкнутой линии, проходящей через макушку, щеки и подбородок (рисунок 1.2, а). Измерения округляются до 0,5 см. Лицевая часть ШМ-62у имеет пять ростов. Измерению до 63 см соответствует рост 0, от 63,5 до 65,5 см – рост 1, от 66 до 68 см – рост 2, от 68,5 до 70,5 см – рост 3, от 71 см и более – рост 4.

В холодное время года лицевые части доукомплектовываются утеплительными манжетами, надеваемыми на очки. Масса противогаза в комплекте – около 1 кг.

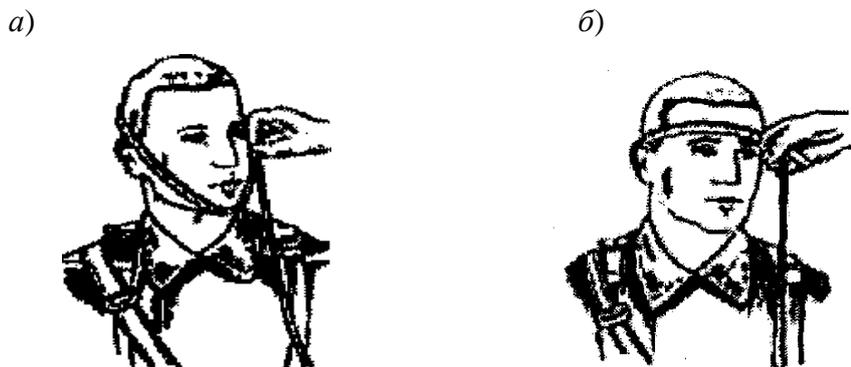
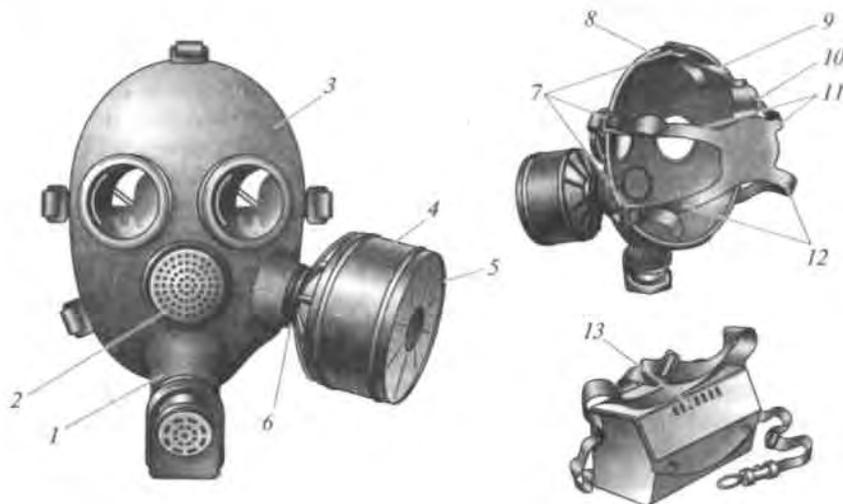


Рисунок 1.2 – Измерение вертикального (а) и горизонтального (б) обхватов головы

Гражданский противогаз ГП-7 состоит из фильтрующей поглощающей коробки ГП-7к, лицевой части МГП, незапотевающих пленок (6 шт.), утеплительных манжет (2 шт.), защитного трикотажного чехла и сумки (рисунок 1.3). Особенностью противогаза ГП-7 является то, что у него меньше сопротивление дыханию и меньше давление лицевой части на голову. Это позволяет увеличить время пребывания в противогазе, а также противогазом могут пользоваться люди старше 60 лет, больные с легочными и сердечно-сосудистыми заболеваниями. В ГП-7 имеется мембранное устройство, позволяющее пользоваться телефоном, радио, общаться с другими людьми.



1 – узел клапана выдоха; 2 – переговорное устройство; 3 – лицевая часть; 4 – фильтрующе-поглощающая коробка; 5 – трикотажный чехол; 6 – узел клапана вдоха; 7 – пряжки; 8 – обтюратор; 9 – лобная лямка; 10 – наголовник; 11 – височная лямка; 12 – щечные лямки; 13 – сумка

Рисунок 1.3 – Противогаз ГП-7

Гражданский противогаз ГП-7В отличается от ГП-7 тем, что в нем лицевая часть МГП-В имеет устройство для приема воды. Резиновая трубка проходит через маску. С одной стороны, человек берет ее в рот, а с другой – навинчивается фляга с водой. Таким образом, не снимая противогаза, можно утолить

жажду. Противогаз ГП-7ВМ отличается от противогаза ГП-7В тем, что маска М-80 имеет очковый узел в виде трапецевидных изогнутых стекол, обеспечивающих возможность работы с оптическими приборами.

Подбор лицевой части МГП необходимого типоразмера (роста) осуществляется на основании результатов измерения мягкой сантиметровой лентой горизонтального и вертикального обхватов головы (см. рисунок 1.2, а, 1.2, б). Горизонтальный обхват определяется измерением головы по замкнутой линии, проходящей спереди по надбровным дугам, сбоку на 2...3 см выше края ушной раковины и сзади через наиболее выступающую точку головы. Вертикальный обхват измеряют так же, как при подборе ШМ-62у. Измерение округляется с точностью до 5 мм. По сумме двух измерений устанавливают нужный типоразмер и положение (номер) упоров лямок наголовника, в котором они фиксируются (таблица 1.1). Положение упоров лямок указывают: первой цифрой – номер лобной лямки, второй – височных, третьей – щечных.

Таблица 1.1 – Определение размера противогаза ГП-7 (ГП-7В)

Сумма обхватов головы, см	До 118,5	119...121	121,5...123,5	124...126	126,5...128,5	129...131	131 и более
Рост лицевой части	1	1	2	2	3	3	3
Номера упоров лямок	4-8-8	3-7-8	3-7-8	3-6-7	3-6-7	3-5-6	3-4-5

Дополнительные патроны к противогазам. Гражданские противогазы не обеспечивают защиту от некоторых ХОВ: аммиака, диметиламина, двуокиси азота, хлористого метила, оксида углерода (угарного газа), окиси этилена и др. Поэтому для защиты от оксида углерода и некоторых ХОВ к противогазам разработаны дополнительные патроны, в частности ДПГ-1, обеспечивающий защиту от угарного газа, и ДПГ-3, обеспечивающий защиту от аммиака. По конструкции дополнительные патроны напоминают фильтрующе-поглощающую коробку, но снаряжаются специальными наполнителями. Используются также патрон защитный универсальный – ПЗУ, газодымозащитный комплект и др.

Промышленные противогазы. Для защиты персонала от ХОВ используются промышленные противогазы. Они предназначены для защиты от конкретных веществ и имеют узкую направленность, что позволяет повысить их защитную мощность. Такие противогазы запрещается применять при недостатке кислорода в воздухе, например, при работах в емкостях, цистернах, колодцах и других изолированных помещениях. Их используют только при содержании кислорода в воздухе не менее 18 %. Не допускается применение промышленных противогазов для защиты от низкокипящих, плохо сорбирующихся органических веществ, например, метана, этилена, ацетилен. Не рекомендуется работать в таких противогазах, если состав газов и паров веществ неизвестен.

В соответствии с назначением коробки промышленных противогазов могут содержать в себе один или несколько специальных поглотителей или поглотитель и ПАФ и различаются цветом и буквенной маркировкой.

Респираторы. Респиратор представляет собой облегченное СИЗОД. Респираторы получили широкое распространение в шахтах, химически вредных и запыленных предприятиях, при покрасочных, погрузочно-разгрузочных и других работах. По конструкции респираторы делят на две группы:

- 1) фильтрующий материал которых одновременно служит и лицевой частью;
- 2) у которых отдельные лицевая часть и фильтрующе-сорбционный элемент (патрон).

По назначению респираторы подразделяются на следующие.

1 Противопылевые респираторы: ШБ-1 «Лепесток», У-2К (Р-2), Ф-62Ш, РП-91Ш, ФОРТ-П, РПА-1 и др.

2 Противогазовые респираторы: РПГ-67, ФРЭД.

3 Газопылезащитные респираторы: РУ-60М и ЛУР-1П, У-2ПГ, «Уралец».

Противопылевые респираторы защищают органы дыхания от аэрозолей различных видов, противогазовые – от вредных паров и газов, газопылезащитные – от газов, паров и аэрозолей при их одновременном присутствии в воздухе. В зависимости от срока службы респираторы могут быть одноразового применения (ШБ-1 «Лепесток», «Кама») и многократного использования, в которых предусмотрена замена фильтров.

Респиратор У-2К(Р-2) предназначен для защиты органов дыхания от силикатной, металлургической, горнорудной, угольной, радиоактивной и другой пыли, бактериальных аэрозолей (во вторичном облаке), порошкообразных удобрений, выделяющих токсичные газы и пары (рисунок 1.4).

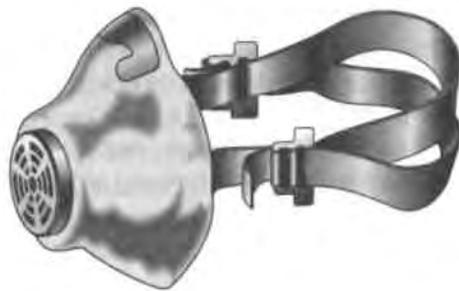


Рисунок 1.4 – Респиратор У-2К (Р-2)

Респиратор У-2К(Р-2) представляет собой фильтрующую полумаску, изготовленную из двух слоев фильтрующего материала: наружного из пористого пенополиуретана и внутреннего из ФПП-15. Изнутри маска покрыта тонкой воздухо непроницаемой полиэтиленовой пленкой, к которой прикреплены два клапана вдоха. В центре маски расположен клапан выдоха, защищенный экраном. При вдохе воздух проходит через всю поверхность респиратора, очищается от пыли и через клапан вдоха попадает в органы дыхания. При выдохе воздух выходит наружу через клапан выдоха. Респиратора можно использовать многократно. Если во время пользования респиратором появится много влаги, то рекомендуется его на 1...2 мин. снять, удалить влагу, протереть внутреннюю поверхность и снова надеть.

Респираторы Р-2 изготавливаются трех ростов, для подбора которых измеряют высоту лица: 99...109 мм – рост 1, 109...119 мм – рост 2 и более 119 мм – рост 3. Высота лица – это расстояние между точкой наибольшего углубления переносья и самой низкой точкой подбородка.

Противогазовые и газопылезащитные респираторы. Такие респираторы занимают как бы промежуточное положение между противопылевыми респираторами и противогазами. Они легче, проще и удобнее в использовании, чем противогаз, однако защищают органы дыхания только при концентрации вредных веществ не более 10...15 ПДК. Глаза и лицо остаются открытыми. Вместе с тем противогазовые и газопылезащитные респираторы во многих случаях довольно надежно предохраняют человека в газовой и пылегазовой среде.

Респиратор противогазовый РПГ-67 предназначен для защиты органов дыхания от различных паров и газов, присутствующих в воздухе производственных помещений. Он состоит из резиновой полумаски ПР-7, имеющей три отверстия (рисунок 1.5). В два боковых отверстия помещены полиэтиленовые манжеты с клапанами вдоха, в нижнем расположен клапан выдоха с предохранительным экраном. Респиратор противогазовый РПГ-67 комплектуется патронами пяти марок, различающимися по составу поглотителей.

а)



б)



а – респиратор противогазовый РПГ-67; б – респиратор газопылезащитный РУ-60М

Рисунок 1.5 – Респираторы РПГ-67 и РУ-60М

Газопылезащитные респираторы предназначены для защиты органов дыхания от вредных веществ, одновременно присутствующих в воздухе в виде паров, газов и аэрозолей (пыль, дым, туман). Конструктивно они представляют собой сочетание элементов противопылевых и противогазовых респираторов.

Наиболее типичным представителем таких респираторов является газопылезащитный респиратор РУ-60М (рисунок 1.5, б). Он состоит из той же полумаски, что и РПГ-67, и патронов. Патроны содержат не только специальные поглотители, но и противоаэрозольные фильтры из фильтрующего материала ФПП-15. Респиратор РУ-60М выпускают в двух модификациях: с постоянно закрепленным противоаэрозольным (РУ-60МУ) и заменяемым фильтром (РУ-60СМ). Противогазовые и газопылезащитные респираторы запрещается применять для защиты от высокотоксичных веществ типа синильной кислоты, мышьяковистого и фосфористого водорода.

К простейшим средствам защиты органов дыхания относятся противопыльная тканевая маска (ПТМ) и ватно-марлевая повязка (ВМП).

Все СИЗОД, в том числе простейшие, необходимо приводить в готовность при угрозе возникновения ЧС, связанной с любым видом заражения воздуха. Продолжительность пользования ПТМ и ВМП – не более 4 ч.

Изолирующие дыхательные аппараты (ИДА). Такие аппараты предназначены для защиты органов дыхания, лица и глаз от любой вредной примеси в воздухе независимо от ее концентрации и содержания кислорода. Они применяются в случаях, если состав и концентрация ОХВ неизвестны, если содержание кислорода в воздухе недостаточно (менее 18 %) или он отсутствует и если время защитного действия фильтрующих СИЗОД недостаточно для выполнения необходимого объема работ. Дыхание в ИДА осуществляется за счет запаса воздуха (кислорода), находящегося в самом аппарате.

По способам создания запасов кислорода ИДА делятся на три группы:

- 1) со сжатым воздухом (АСВ-2, «Влада»);
- 2) со сжатым кислородом (КИП-7, КИП-8);
- 3) химически связанным кислородом (ИП-4, ИП-5).

Изолирующий дыхательный аппарат должен обеспечить подачу кислорода в требуемых человеку количествах при любых физических нагрузках, а также поглощать выдыхаемый углекислый газ.

Изолирующие противогазы ИП-4, ИП-5. В комплект ИП-4 входят маска МИА-1, регенеративный патрон, каркас, дыхательный мешок, сумка, переговорное устройство и пусковое приспособление.

Принцип работы изолирующих противогазов ИП-4 и ИП-5 основан на выделении кислорода регенеративным патроном (NaO_2) при поглощении углекислого газа и влаги, содержащихся в выдыхаемом воздухе. Лицевая часть защищает органы дыхания от воздействия окружающей среды, направляет выдыхаемый воздух в регенеративный патрон и подводит очищенную от углекислого газа и влаги, обогащенную кислородом газовую смесь к органам дыхания, а также защищает лицо и глаза. Запас кислорода в регенеративном патроне позволяет выполнять тяжелые физические нагрузки в течение 45 мин, средние – 70 мин, легкие нагрузки – 3 ч. Непрерывно работать в изолирующих противогазах со сменой регенеративного патрона допустимо 8 ч. Повторное пребывание в них разрешается только после отдыха в течение 12 ч.

1.2 Практическая часть

- 1 Произвести замеры вертикального и горизонтального обхватов головы и высоты лица.
- 2 Подобрать средства индивидуальной защиты органов дыхания.
- 3 Результаты измерений и подбора СИЗОД занести в таблицу 1.2.

Таблица 1.2 – Подбор средств индивидуальной защиты органов дыхания



Вертикальный обхват головы, см	Горизонтальный обхват головы, см	Сумма измерений головы, см	Высота лица, мм	Размер лицевой части противогаза ГП-5	Размер противогаза ГП-7, номера положений упоров лямок	Размер респиратора Р-2

Контрольные вопросы

- 1 Перечислите СИЗОД.
- 2 Принцип действия фильтрующих противогазов.
- 3 Как подобрать гражданский противогаз ГП-5 и ГП-7?
- 4 Где используются изолирующиеся противогазы и их принцип работы?
- 5 Какие респираторы используются на производстве?

2 Лабораторная работа № 2. Средства индивидуальной защиты кожи. Медицинские средства индивидуальной защиты

Цель работы:

- ознакомиться со средствами индивидуальной защиты кожи (СИЗК), медицинскими средствами индивидуальной защиты, их назначением, защитными свойствами, правилами применения;
- получить практические навыки в подборе средств индивидуальной защиты кожи.

Материальное обеспечение: комплект защитный фильтрующей одежды ЗФО-58, легкий защитный костюм Л-1, комплект ОЗК, плакаты.

Порядок выполнения работы.

- 1 Проработать теоретическую часть.
- 2 Ознакомиться и подобрать средства защиты кожи.
- 3 Ознакомиться с медицинскими средствами индивидуальной защиты.
- 4 Оформить отчет, ответить на вопросы преподавателя.

2.1 Средства защиты кожи

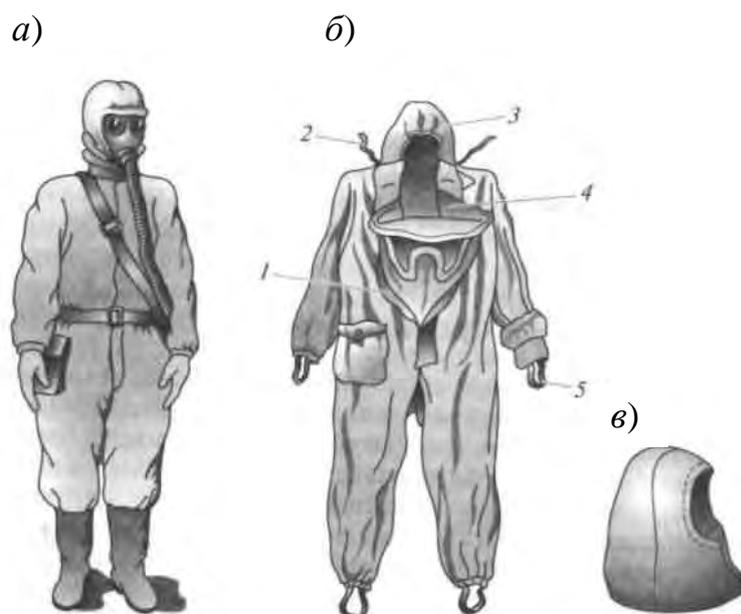
Средства защиты кожи – это изделия, предназначенные для защиты кожных покровов человека от воздействия ОВ, ХОВ, РВ, бактериальных средств и тепловых потоков. Они применяются в комплекте с СИЗОД. Средства защиты кожи подразделяют на специальные, изготовленные промышленностью, и подручные, изготовленные населением. По принципу защитного действия выделяют фильтрующие и изолирующие СЗК. Фильтрующие СЗК предназначены для защиты от вредных веществ, находящихся в паровой (газовой) фазе, и аэрозолей; изолирующие СЗК защищают от веществ, находящихся в жидкой фазе.

Фильтрующие СЗК. Фильтрующие СЗК изготавливают из воз-



духопроницаемых тканей. Их защитное действие от ОВ и ХОВ основано на физико-химическом или химическом взаимодействии паров (газов) вредной примеси с веществом, которым пропитана ткань. Фильтрующие СЗК достаточно разнообразны как по конструкции, так и по назначению (для оснащения личного состава военизированных и невоенизированных формирований, рабочих производственных помещений, лабораторий и т. д.).

Комплект защитной фильтрующей одежды ЗФО-58 предназначен для защиты от паров и аэрозолей ОВ, ХОВ, бактериальных средств и радиоактивной пыли. В состав комплекта входят хлопчатобумажный комбинезон, пропитанный водным раствором специальной пасты – химическими веществами, задерживающими пары ОВ и ХОВ или нейтрализующими их, а также мужское нательное белье (рубашка и кальсоны), хлопчатобумажный подшлемник и две пары портянок (одна из которых пропитана тем же составом, что и комбинезон) (рисунок 2.1). Нательное белье, подшлемник и непропитанная пара портянок нужны для того, чтобы не допустить потертостей кожных покровов и раздражения от пропиточного состава. Комбинезоны выпускаются трех размеров: № 1 – для людей ростом до 160 см; № 2 – от 161 до 170 см; № 3 – выше 171 см. Комплект применяется вместе с противогазом, резиновыми сапогами и перчатками.



а – общий вид; б – комбинезон: 1 – нагрудный клапан; 2 – вздержки для затягивания капюшона; 3 – капюшон; 4 – горловой клапан; 5 – штрипки подрукавников; в – подшлемник

Рисунок 2.1 – Защитная одежда ЗФО-58

Общевойсковой комплексный защитный костюм ОКЗК(ОКЗК-М) предназначен для защиты кожных покровов от паров и аэрозолей ОВ, радиоактивной пыли, бактериологических средств и светового излучения ядерного взрыва. В состав ОКЗК входят куртка и брюки из хлопчатобумажной ткани с огнезащитной пропиткой, защитное белье из хлопчатобумажной ткани с хемосорбционной пропиткой, головной убор из ткани с огнезащитной пропиткой (летом – пилотка с козырьком и шторками, зимой – шапка-ушанка со шторками), под-

шлемник из ткани с хемосорбционной пропиткой. Общевойсковой комплексный защитный костюм используют с нательным бельем и защитной обувью.

Защитный комплект КЗХИ предназначен для защиты органов дыхания и кожных покровов от вредного воздействия хлорной извести. Его используют рабочие, занимающиеся фасовкой хлорной извести. Время защитного действия составляет 6 ч. Надевают комплект на рабочую спецодежду из хлопчатобумажной ткани. Защитный комплект используют в течение 10...15 рабочих смен, стирая после каждых пяти смен.

Защитная одежда АРК-1 обеспечивает защиту людей, работающих в зоне ионизирующих излучений. Она состоит из комбинезона и головного убора (капюшона), надежно укрывающих жизненно важные органы человека. Защитную одежду АРК-1 надевают на рабочую одежду или непосредственно на нательное белье. После выполнения каких-либо работ в радиационно-загрязненной среде ее обязательно подвергают дезактивации. Одежда в значительной мере ослабляет ионизирующие излучения: альфа-излучение – полностью; бета-излучение – в 40...50 раз; гамма-излучение – в 2...3 раза; рентгеновские – в 5 раз. Она сохраняет свои защитные свойства в течение шести месяцев.

Изолирующие СЗК. Их изготавливают из воздухо непроницаемых прорезиненных тканей или полимерных материалов. Применяют при выполнении дегазационных, дезактивационных и дезинфекционных работ в очагах поражения и зонах заражения, при работах по ликвидации опасных химических аварий и с агрессивными жидкостями и веществами. Защитные свойства изолирующих СЗК характеризуются временем защитного действия и промокаемостью.

Время защитного действия – это время от момента воздействия жидкого или парообразного вещества на внешнюю сторону материала до момента появления на внутренней стороне пара в количестве, соответствующем пороговой токсодозе. Промокаемость – это время с момента воздействия жидкого вещества на внешнюю сторону материала до его появления на внутренней стороне в жидком виде.

Изолирующие СЗК оказывают влияние на теплообмен организма. При высокой температуре и тяжелых физических нагрузках организм может сильно перегреться, что приведет к тепловому удару, поэтому существуют нормативные ограничения по времени работы в изолирующих СЗК при различных температурах. Влажные экранирующие комбинезоны изготавливают из хлопчатобумажной ткани. Их надевают поверх изолирующих СЗК и периодически смачивают водой (8...10 л воды однократно через 30 мин работы).

Основными средствами изолирующего типа являются легкий защитный костюм Л-1 и общевойсковой защитный комплект ОЗК.

Легкий защитный костюм Л-1 является специальным средством защиты личного состава формирований ГО объекта и используется при длительных действиях на зараженной местности, а также при выполнении дезактивационных и дегазационных работ (рисунок 2.2). Костюм состоит из брюк с защитными чулками, рубахи с капюшоном, подшлемника и двупалых перчаток. Брюки сшиты вместе с чулками, заканчивающимися резиновой осоюзкой. К ним пришиты тесемки для крепления к ногам. В верхней части брюк находятся плечевые лямки и полукольца.





1 – брюки с чулками; 2 – подшлемник; 3 – рубаша с капюшоном; 4 – двупалые перчатки; 5 – сумка

Рисунок 2.2 – Легкий защитный костюм Л-1

Рубаша совмещена с капюшоном, сзади к ее нижнему обрезу пришит промежуточный хлястик, который пропускается между ног и застегивается на пуговицу в нижней части рубашки спереди. Рукава заканчиваются петлями, которые надеваются на большой палец после перчаток. Изготавливаются костюмы трех размеров: № 1 – для людей ростом до 165 см; № 2 – от 165 до 172 см; № 3 – выше 172 см. Масса костюма составляет около 3 кг.

Общевойсковой защитный комплект (ОЗК) имеет аналогичное с Л-1 назначение. Комплект изготовлен из специальной прорезиненной ткани и состоит из защитных плаща ОП-1, чулок и перчаток (рисунок 2.3).



Рисунок 2.3 – Защитный комплект в виде накидки (слева), надетым в рукава (в центре), в виде комбинезона (справа)

Плащ имеет две полы, борта, рукава, капюшон, хлястик, шпеньки, тесемки с закрепками, позволяющие использовать его в виде накидки, надетым в рукава и в виде комбинезона. Плащ изготавливают для четырех ростов: № 1 – до 166 см; № 2 – от 166 до 172 см; № 3 – от 172 до 178 см; № 4 – от 178 см и выше. Масса плаща составляет около 1,6 кг.

Защитные чулки надевают поверх обычной обуви. Каждый чулок крепится к ноге двумя или тремя тесемками, а к поясному ремню – одной. Защитные чулки изготавливают трех размеров: № 1 – для обуви 37...40 размера; № 2 – для обуви 41...42 размера; № 3 – для 43 размера и более. Масса пары чулок составляет 0,8...1,2 кг.

Защитные перчатки сделаны из резины с обтюратором из импрегированной (пропитанной специальным составом) ткани. Изготавливают два вида перчаток – зимние (двупалые) и летние (пятипалые). Все перчатки одного размера. Масса одной пары составляет около 0,35 кг.

К изолирующим СЗК относится также комплект изолирующий химический КИХ-4, комплект защитный аварийный (КЗА) и др.

Подручные СЗК. Простейшие СЗК применяются при отсутствии табельных (изготовленных промышленностью) средств. К ним относятся предметы обычной одежды и обуви: плащи и накидки из хлорвинила или прорезиненной ткани, пальто из драпа, кожи, грубого сукна могут хорошо защищать от радиоактивной пыли бактериальных средств, а также от капельно-жидких ОВ в течение 5...10 мин. Для защиты кожи можно использовать резиновые сапоги, обувь из кожи и кожзаменителей. Для защиты рук – резиновые, кожаные перчатки, брезентовые рукавицы. Для защиты головы и шеи можно применять капюшон.

2.2 Медицинские средства индивидуальной защиты

Медицинские средства индивидуальной защиты – это медицинские препараты и изделия, предназначенные для предотвращения или ослабления воздействия на человека поражающих факторов источников ЧС. К ним относятся индивидуальный противохимический пакет ИПП-8 (9 и 10), пакет перевязочный индивидуальный, аптечка первой медицинской помощи универсальная.

Индивидуальный противохимический пакет ИПП-8 (ИПП-9, 10). Предназначен для обеззараживания капельно-жидких ОВ на открытых участках кожи, одежде и СИЗ при проведении специальной обработки (рисунок 2.4).

В комплект входят флакон с дегазирующим раствором, четыре ватно-марлевых тампона и памятка. При попадании ОВ на открытые участки кожи и одежды необходимо смочить тампон жидкостью из флакона и протереть им зараженные участки кожи и участки одежды, прилегающие к открытым участкам кожи. При обработке может появиться ощущение жжения, но оно быстро проходит. Жидкость ядовита и опасна при попадании внутрь и в глаза.

Правила пользования **ИПП-9**: снять крышку и надеть ее на данную часть пакета, затем нажать на пробойник и утопить его в корпус до упора. Перевернуть пакет губкой вниз и встряхнуть его 2...3 раза, протереть влажной губкой кисти рук, открытые участки кожи шеи, затем воротничок и края манжет обмундирования, прилегающие к открытым участкам кожи. После протереть наружную поверхность лицевой части противогаза и закрыть пакет крышкой.

В **ИПП-10** дегазирующая жидкость находится в металлическом баллоне. Ее наливают в ладонь и обтирают лицо, шею, кисти рук. Если обработку провести заблаговременно, то на коже образуется пленка, которая в дальнейшем защищает от действия вредных веществ. Жидкость ИПП-10 обладает также дезинфицирующим действием.





Рисунок 2.4 – Индивидуальный противохимический пакет (ИПП-8, ИПП-9, ИПП-10)

Пакет перевязочный индивидуальный (ППИ). Пакет предназначен для наложения повязки на рану, ожоговую поверхность (рисунок 2.5). Он содержит обеззараженный перевязочный материал, который заключен в две оболочки: наружную из прорезиненной ткани с напечатанным на ней способом вскрытия и применения и внутреннюю из бумаги. В складке внутренней оболочки находится безопасная булавка (английская).

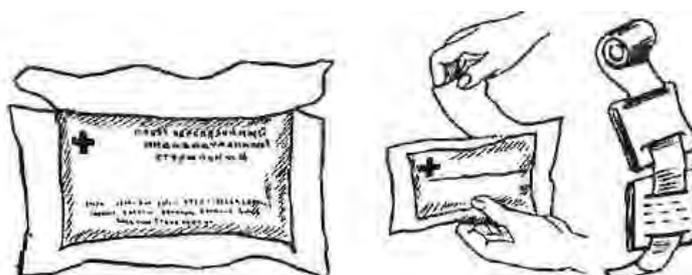


Рисунок 2.5 – Пакет перевязочный индивидуальный

Оболочки обеспечивают стерильность перевязочного материала, предохраняют его от механических повреждений, сырости и загрязнения. Материал, находящийся в пакете, состоит из марлевого бинта шириной 10 см и длиной 7 м и двух равных по величине подушек размером 17х32 см. Одна из подушек пришита к бинту, другая скреплена с ним подвижно и может свободно передвигаться по его длине.

На раненую поверхность (при сквозном ранении – на входное и выходное отверстия) подушечки накладывают внутренней стороной. Окончив бинтование, конец бинта закрепляют булавкой.

Аптечка первой медицинской помощи универсальная комплектуется согласно утвержденному перечню.

Результаты проводимых измерений и подбора СИЗК занести в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Подбор средств защиты кожи

Рост, см	Размер одежды (полуобхват груди), см	Размер обуви	Размер защитного плаща ОЗК	Размер защитных чулок ОЗК	Размер защитного костюма Л-1	Размер комбинезо на ЗФО-58

Контрольные вопросы

- 1 Какие бывают средства защиты кожи?
- 2 Принцип защитного действия фильтрующих костюмов.
- 3 Принцип защитного действия изолирующих костюмов.
- 4 Что относится к медицинским средствам индивидуальной защиты?

3 Лабораторная работа № 3. Оказание доврачебной медицинской помощи в чрезвычайных ситуациях

Цель работы:

- изучить теоретические сведения о доврачебной медицинской помощи в чрезвычайных ситуациях;
- научиться оказывать первую медицинскую помощь (ПМП) немедицинским работником пострадавшим при ЧС;
- отработать навыки сердечно-легочной реанимации на тренажере «Максим III – 01».

Материальное обеспечение: плакаты, видеофильм, набор шин, бинты, жгут, тренажер «Максим III – 01».

Порядок выполнения работы.

- 1 Проработать теоретическую часть.
- 2 Просмотреть видеофильм «Оказание первой медицинской помощи».
- 3 Отработать элементы оказания первой медицинской помощи (остановка кровотечений, наложение повязок, мобилизация конечностей шинами).
- 4 Отработать навыки проведения непрямого массажа сердца и искусственной вентиляции легких на тренажере «Максим III – 01».
- 5 Оформить отчет, ответить на вопросы преподавателя.

3.1 Общие принципы оказания ПМП в неотложных ситуациях

В чрезвычайных ситуациях возможны различные поражения людей. Их жизнь и здоровье во многом зависят от своевременно и правильно оказанной ПМП. При оказании ПМП необходимо придерживаться следующих принципов.

- 1 Осмотрите место происшествия (не представляет ли место происшествия опасности, что произошло, сколько пострадавших и др.).
- 2 Проведите первичный осмотр пострадавшего, окажите первую помощь при состояниях, угрожающих его жизни (проверить проходимость дыхательных путей, дыхание, пульс, наличие сознания и т. д.).
- 3 Вызовите «Скорую помощь».



4 Проведите вторичный осмотр пострадавшего, при необходимости окажите помощь при выяснении прочих проблем. Непрерывно наблюдайте за пострадавшим и успокаивайте его до прибытия «Скорой помощи».

При оказании первой медицинской помощи (ПМП) обычно придерживаются следующего порядка действий:

- устранение воздействия на пострадавшего опасных и вредных факторов;
- оценка состояния пострадавшего;
- определение характера травмы, создающей наибольшую угрозу для жизни пострадавшего, и последовательности действий по его спасению;
- выполнение необходимых мероприятий по спасению пострадавшего в порядке срочности (остановка кровотечения, искусственное дыхание и восстановление сердечной деятельности, наложение повязок на раны и ожоговые поверхности, создание неподвижности конечностей при переломах костей и ушибах, согревание обмороженных участков тела до появления красноты и т. д.);
- поддержание основных жизненных функций пострадавшего до прибытия «Скорой помощи»;
- вызов «Скорой помощи» или принятие мер транспортировки пострадавшего в лечебное учреждение.

Оптимальный срок оказания ПМП – до 30 мин после получения травмы. Отсутствие ПМП в течение 1 ч после травмы увеличивает количество летальных исходов среди тяжело пораженных на 30 %, до 3 ч – на 60 % и т. д.

Эффективность первой медицинской помощи зависит, прежде всего, от умения оценить состояние здоровья пострадавшего. Начинают с определения признаков жизни.

Признаки жизни пострадавшего:

- наличие сердцебиения и пульса на крупных артериях (сонной и др.);
- наличие самостоятельного дыхания (устанавливается по движению грудной клетки, по увлажнению зеркала, приложенного ко рту и носу);
- сужение зрачков глаз при освещении разными источниками света.

Признаки, по которым можно определить состояние пострадавшего:

- сознание: ясное, отсутствует, нарушено (пострадавший заторможен или возбужден);
- цвет кожных покровов или видимых слизистых оболочек (губ, глаз): розовый, синюшный, бледный;
- дыхание: нормальное, нарушено (хрипящее, поверхностное), отсутствует;
- пульс на сонной артерии: хорошо прощупывается (ритм правильный или неправильный), плохо прощупывается, отсутствует;
- зрачки: расширенные, суженные.

Отсутствие сознания у пострадавшего определяют визуально и обращаются к пострадавшему с вопросом о самочувствии.

Оказание первой медицинской помощи пострадавшим при автодорожных происшествиях.

Основные причины смерти на дорогах:

- несовместимые с жизнью повреждения – 15 %;
- несвоевременное прибытие «Скорой помощи» – 15 %;



– безучастность и безграмотность очевидцев – 70 %.

Алгоритмы оказания первой медицинской помощи, которая проводится до прибытия «Скорой помощи», представлены на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1 – Алгоритм оказания первой медицинской помощи при автотранспортном происшествии, если пострадавший без сознания

Алгоритм оказания помощи пострадавшему при истинном (синем) и бледном утоплении. Оказание помощи происходит в два этапа: действия спасателя непосредственно в воде и действия спасателя на берегу. Рассматривается только второй этап. Различают истинное (синее) и бледное утопление.

Алгоритм оказания первой помощи пострадавшему при синем утоплении представлен на рисунке 3.2.

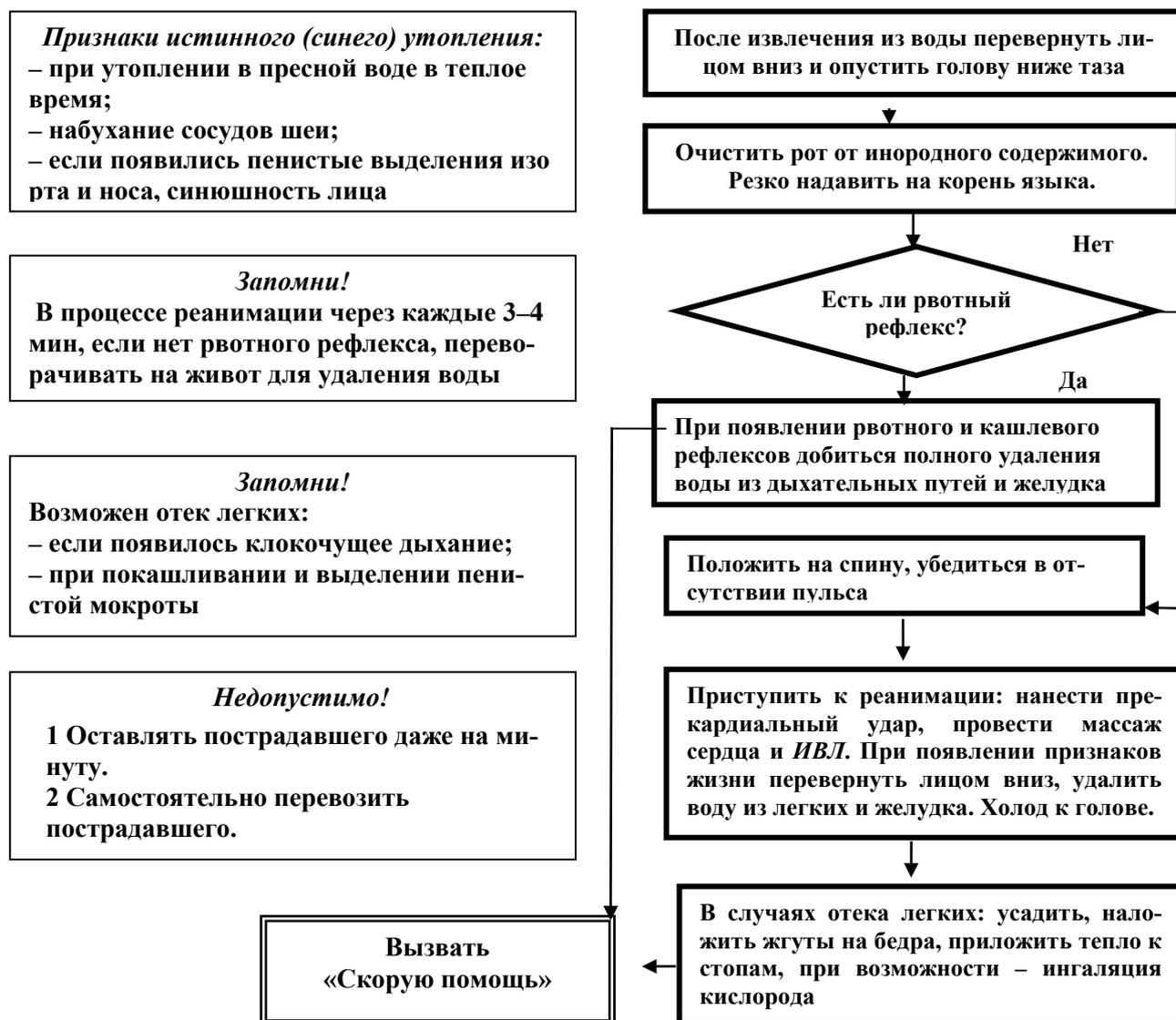


Рисунок 3.2 – Алгоритм оказания первой помощи пострадавшему при синем утоплении

Оказание первой помощи при бледном утоплении. Тип бледного утопления встречается в том случае, если вода не попала в легкие и желудок. Подобное происходит при утоплении в очень холодной или хлорированной воде. В этом случае кожные покровы приобретают бледно-серый цвет. При бледном утоплении нет нужды удалять воду из дыхательных путей и желудка.

На рисунке 3.3 представлен алгоритм оказания помощи пострадавшему при бледном утоплении для случая утопления в проруби в зимнее время.

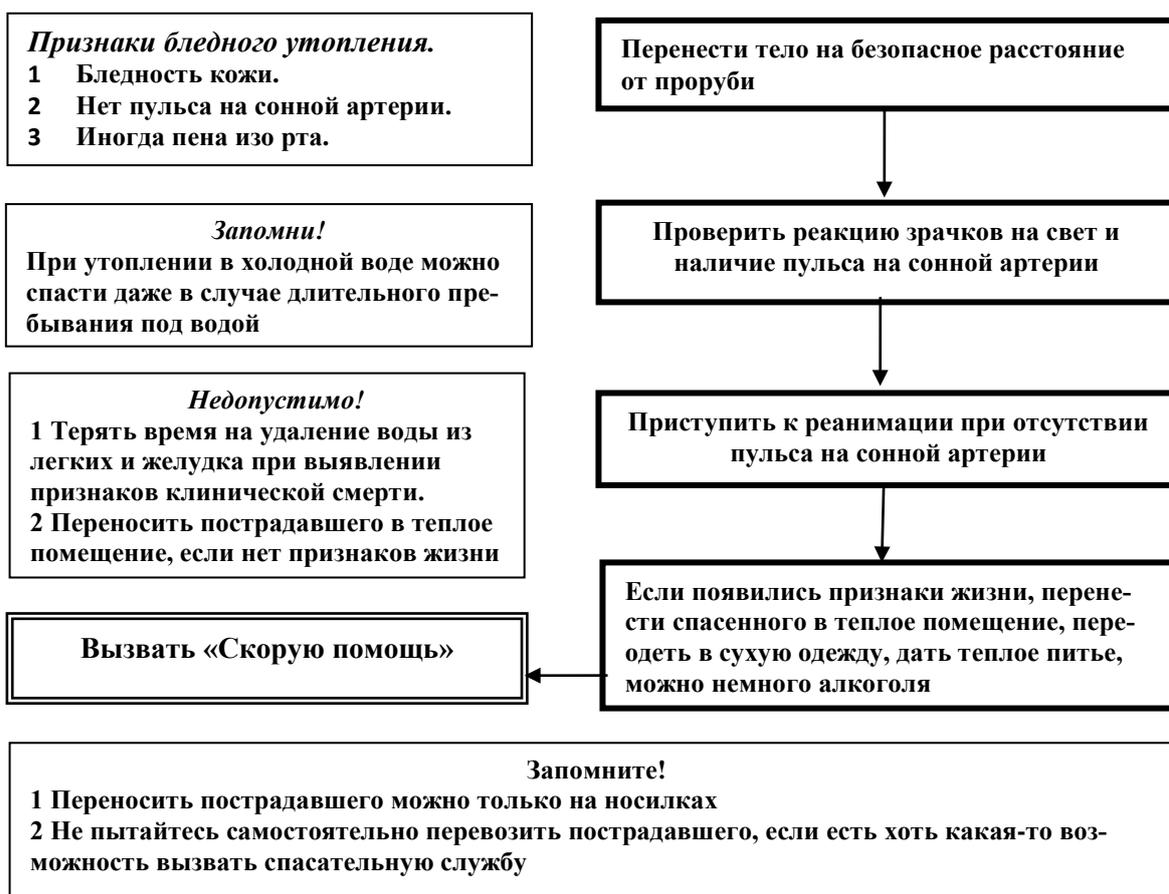


Рисунок 3.3 – Алгоритм оказания помощи пострадавшему при бледном утоплении для случая утопления в проруби в зимнее время.

3.2 Оказание первой медицинской помощи в особых случаях

Просмотреть видеофильм об оказании первой помощи пострадавшим. В нем показаны приемы реанимации (непрямой массаж сердца и искусственная вентиляция легких способами «изо рта в рот» и «изо рта в нос»), техника остановки кровотечений, порядок наложения повязок, шин и транспортировки пострадавшего, оказание первой помощи при отравлении и др.

Первая помощь при ушибах, синяках, растяжениях связок заключается в наложении давящих повязок и холода к месту повреждения. При необходимости обратиться к врачу.

При вывихах первая помощь заключается в наложении холода, иммобилизации конечности в том положении, которое она приняла после травмы. Доставка в лечебное учреждение. *Недопустимо самому вправлять вывих!*

Первая помощь при течении крови из носа: сесть на стул, ни в коем случае не следует ложиться; хорошо высморкаться; закапать в нос любые сосудосуживающие капли в нос; скатать ватный шарик, смочить его трехпроцентным раствором перекиси водорода и ввести в ноздрю, из которой идет кровь; положить на переносицу холод; если кровотечение не останавливается в течение 10...15 мин обратиться к врачу.

Первая помощь при ожогах. Различают термические, солнечные и химиче-

ские ожоги. Схема оказания первой помощи при термических ожогах представлена на рисунке 3.4. При химических ожогах используют нейтрализаторы в зависимости от типа повреждающего химического вещества.

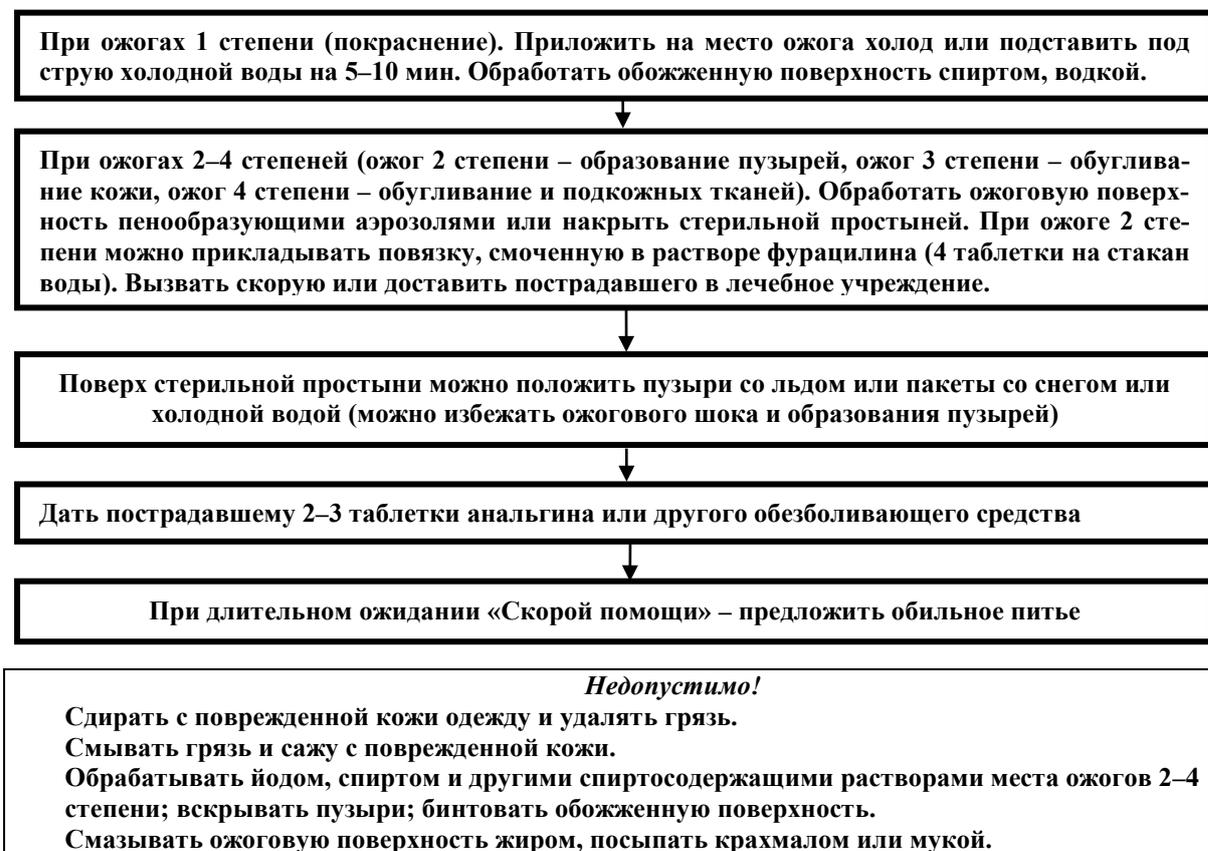


Рисунок 3.4 – Схема оказания первой помощи при термических ожогах

3.3 Отработать навыки сердечно-легочной реанимации на тренажере «Максим III – 01»

Тренажёр «Максим III – 01» предназначен для обучения навыкам сердечно-легочной и мозговой реанимации. Тренажер (в соответствии с программным обеспечением) может использоваться в трех режимах:

– учебный режим: применяется для отработки отдельных элементов реанимации;

- режим реанимации одним спасателем;
- режим реанимации двумя спасателями.

Тренажер позволяет проводить следующие действия:

- непрямой массаж сердца;
- искусственная вентиляция легких способами «изо рта в рот» и «изо рта в нос»;
- имитировать состояние пострадавшего;
- наложение жгутов, повязок и шин;
- транспортировку пострадавшего.

Тренажер позволяет также контролировать правильность выполнения ука-



занных действий при реанимации.

Порядок выполнения работ: включение компьютера, включение тренажера, подключение программного обеспечения и последовательное выполнение предложенных элементов реанимации.

Контрольные вопросы

- 1 Общие принципы оказания ПМП в неотложных ситуациях.
- 2 Признаки жизни и смерти пострадавшего.
- 3 Оказание первой медицинской помощи пострадавшим при автодорожных происшествиях.
- 4 Оказание первой медицинской помощи пострадавшим при истинном (синем) и бледном утоплении.
- 5 Оказание помощи пострадавшим с ожогами.

4 Лабораторная работа № 4. Защита от химических факторов на производстве. Приборы и методы химического контроля

Цель работы:

- изучить устройство и принцип работы прибора химического контроля УГ-2;
- ознакомиться с муляжами отравляющих веществ.

Материальное обеспечение: прибор УГ-2, плакаты, коллекция муляжей отравляющих веществ.

Порядок выполнения работы.

- 1 Изучить теоретическую часть.
- 2 Ознакомиться с прибором УГ-2 и провести определение степени загрязнения воздуха химически опасными веществами.
- 3 Ознакомиться с муляжами отравляющих веществ.
- 4 Оформить отчет, ответить на вопросы преподавателя.

4.1 Теоретическая часть

В настоящее время в промышленности и сельском хозяйстве функционируют сотни объектов экономики, располагающих значительными запасами химических веществ. Огромные запасы химических элементов, используемых в производстве, их хранение и перевозки увеличивают потенциальную опасность возникновения опасных аварий, связанных с выбросами (утечками) химически опасных веществ в окружающую среду.

Химически опасное вещество (ХОВ) – это опасное химическое вещество, применяемое в промышленности и сельском хозяйстве, при аварийном выбросе (розливе) которого может произойти заражение окружающей среды в поражающих живой организм концентрациях.

К чрезвычайно токсичным и высокотоксичным ХОВ относятся: органи-



ческие и неорганические производные мышьяка (As), ртути (Hg), кадмия (Cd), свинца (Pb), цинка (Zn), никеля (Ni), железа (Fe), синильная кислота, соединения фосфора (P), фтороорганические соединения, хлор (Cl), бром (Br).

К сильнотоксичным веществам относятся:

- минеральные и органические кислоты – серная, азотная, уксусная и др.;
- щелочи (натриевая известь, аммиак – NH₃);
- соединения серы (сероуглерод, хлорид и фторид серы, сульфиды) и т. д.

Отравляющими веществами (ОВ) называются ХОВ, которые используются как оружие в военных целях.

Обнаружение заражения ОВ и ХОВ воздуха местности, сооружений, оборудования, транспорта и других объектов и определение степени заражения производятся с помощью приборов химической разведки или путем взятия проб с последующим анализом в химической лаборатории.

На объектах народного хозяйства в основном используют приборы химической разведки и химического контроля: полуавтоматический прибор химической разведки (ППХР), автоматические газосигнализаторы ГСП-11 и ГСП-12; универсальные газоанализаторы УГ-2 и др.

4.2 Универсальный газоанализатор УГ-2

Назначение, устройство и принцип работы УГ-2. Универсальный газоанализатор УГ-2 предназначен для определения наличия в воздухе ХОВ (таблица 4.1) и их концентраций в пределах ПДК.

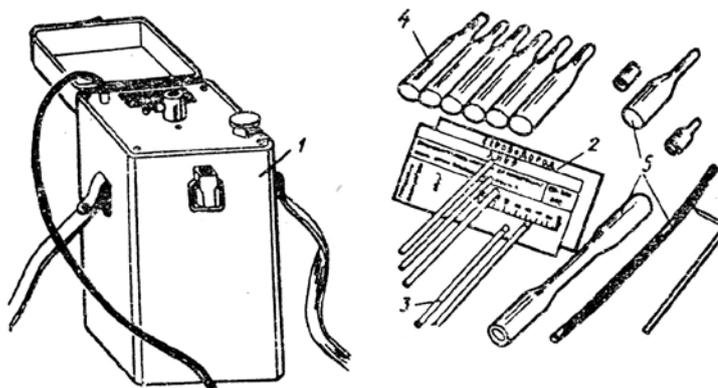
Таблица 4.1 – Вредные вещества, определяемые газоанализатором УГ-2

Определяемый компонент	Объем анализируемого воздуха, мл	Диапазон измерения, мг/м ³	Продолжительность анализа, мин
Аммиак	30	0–300	2
Ацетилен	60	0–6000	3
Ацетон	300	0–2000	7
Бензин	60	0–5000	4
Диоксид серы	60	0–200	3
Диоксид углерода	100	0–80000	4
Оксиды азота	150	0–200	5
Оксид углерода	60	0–400	5
Сероводород	30	0–300	2
Хлор	350	0–15	7
Хлороформ	800	0–100	14

Принцип действия газоанализатора УГ-2 основан на просасывании воздуха, содержащего вредные газы (пары), через индикаторную трубку воздухозаборным устройством. Образование окрашенного столбика в индикаторной трубке происходит вследствие реакции, возникающей между анализируемым газом (паром) и реактивом наполнителя индикаторной трубки. При этом происходит образование цветного продукта, отличного от исходного.

Внешний вид и состав прибора показан на рисунке 4.1.





1 – воздухозаборное устройство; 2 – измерительные шкалы; 3 – индикаторные трубки; 4 – ампулы с индикаторными порошками; 5 – набор принадлежностей

Рисунок 4.1 – Универсальный газоанализатор УГ-2

Во внутренней части воздухозаборного устройства находится *сильфон*. Он изготовлен из резины и имеет два фланца со стаканом, в котором находится пружина. Длина окрашенного столбика индикаторного порошка в трубке пропорциональна концентрации анализируемого газа в воздухе и измеряется по шкале, отградуированной в миллиграммах на метр кубический.

Недостатками УГ-2 являются необходимость подготовки оператором индикаторной трубки к работе, продолжительность определения и главное, ограниченный перечень определяемых веществ в анализируемом воздухе.

Порядок изготовления индикаторных трубок и подготовки прибора к работе, общие приемы работы с газоанализатором УГ-2 изложены в инструкции, прилагаемой к прибору.

Контрольные вопросы

- 1 Дать определение ХОВ, ОВ.
- 2 Назначение, устройство и недостатки УГ-2.
- 3 Принцип работы УГ-2.

5 Лабораторная работа № 5. Дозиметрия ионизирующих излучений. Приборы измерения больших уровней мощности дозы

Цель работы:

- изучить методы обнаружения ионизирующих излучений, классификацию приборов, предназначенных для их обнаружения и измерения;
- измерить уровни γ -излучений и определить наличие радиоактивного заражения местности и различных предметов с помощью дозиметра ДП-5В.

Материальное обеспечение: прибор ДП-5В, плакаты, презентация, образцы элементов строительных материалов.

Порядок выполнения работы.

- 1 Проработать теоретическую часть.
- 2 Провести измерения уровней ионизирующих излучений.
- 3 Оформить отчет, ответить на вопросы преподавателя.

5.1 Методы обнаружения ионизирующих излучений. Классификация дозиметрических приборов

Ионизирующие излучения (ИИ), вследствие их специфики (невидимы, неосязаемы), практически очень трудно обнаружить. С достаточной точностью для практических целей регистрируются и измеряются физико-химические изменения, происходящие в веществах под воздействием ИИ.

Некоторые вещества изменяют свою электропроводность (воздух, инертные газы, германий, кремний и др.), другие изменяют окраску, третьи – флюоресцируют (дают вспышки), фотоматериалы – засвечиваются и т. д. Эти процессы положены в основу методов обнаружения ИИ.

В дозиметрии наиболее широко применяются следующие методы:

- ионизационный;
- сцинтилляционный;
- химический;
- фотографический.

Основным методом является ионизационный. Его сущность заключается в том, что газовая среда, помещенная между электродами, к которым приложено напряжение, под воздействием ИИ ионизируется и, как следствие, изменяет свою электропроводность. В электрической цепи начинает протекать ток, который называют ионизационным. Измеряя ионизационный ток, можно судить об интенсивности ионизирующих излучений. Числовое значение ионизационного тока пропорционально мощности излучения.

Устройство, в котором под воздействием ИИ возникает ионизационный ток, называют детектором (воспринимающим устройством) излучений. В дозиметрических приборах в качестве детекторов ИИ используются ионизационные камеры (ИК) и газоразрядные счетчики (ГС). Они представляют собой устройства, заполненные воздухом или газом, с двумя электродами, к которым подведено напряжение. Ионизационный метод положен в основу работы дозиметрических приборов.

Классификация дозиметрических приборов. Приборы, предназначенные для обнаружения и измерения радиоактивных излучений, называются дозиметрическими. Это – индикаторы, радиометры, дозиметры и спектрометры.

Индикаторы – простейшие измерительно-сигнальные приборы, позволяющие обнаружить факт наличия излучения и ориентировочно оценить некоторые характеристики излучений. Детекторами в них чаще всего являются газоразрядные счетчики.

Радиометры – это приборы с газоразрядными, сцинтилляционными счетчиками и другими детекторами, предназначенные:

- для измерения удельной активности радиоактивных препаратов и источ-



ников излучения;

– для определения плотности потока или интенсивности ионизирующих частиц и квантов, поверхностей; радиоактивности предметов; удельной активности аэрозолей, газов и жидкостей.

Для более точных измерений активности препаратов и потоков частиц применяют **стационарные радиометры**, которые осуществляют дискретный счет попавших в детектор частиц и квантов (дифференциальные измерения).

Наиболее распространены радиометры для радионуклидов, испускающих гамма-излучение. К ним относятся γ -радиометры: РКГ-АТ1320, РКГ-АТ1320А, РКГ-АТ1320В и др. Это высокочувствительные, широкодиапазонные избирательные сцинтилляционные радиометры спектрометрического типа для измерения объемной и удельной активности ^{137}Cs , определения удельной эффективной активности естественных радионуклидов ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th в объектах окружающей среды. При необходимости их можно перекалибровать на измерение удельной (объемной) активности нового γ -излучающих нуклидов.

Спектрометры – приборы и установки, предназначенные для определения энергии частиц, энергетического спектра, типа радионуклида; α -, γ -, β -спектрометры и комбинированные приборы. Носимые спектрометры МКС АТ6101 (А, В, D) используются для проведения радиационной разведки с местности и идентификации загрязняющих территорию радионуклидов.

Стационарные гамма-бета-спектрометр МКС-АТ1315, гамма-спектрометрический комплекс «Прогресс-5» предназначены для определения удельной и объемной активности радионуклидов в исследуемых образцах (пробах пищевых продуктов, пробах воды, почвы и других объектах окружающей среды). Используются для оснащения лабораторий радиационного контроля различных ведомств, осуществляющих контроль качества продукции и радиологический мониторинг объектов окружающей среды.

Сцинтилляционные спектрометры излучения человека (СИЧ) предназначены для измерения содержания ^{60}Co – в легких (СКГ-АТ1316А), ^{137}Cs – во всем организме (СКГ-АТ 1316) и ^{131}I , ^{133}I – в щитовидной железе (СКГ-АТ1322) человека. Позволяют оценить дозу внутреннего облучения человека.

Дозиметры (рентгенометры) – приборы, измеряющие экспозиционную и эквивалентную дозы излучения или соответствующие мощности доз. Они состоят из трех основных частей: детектора, радиотехнической схемы, усиливающей ионизационный ток, и регистрируемого (измерительного) устройства. По характеру применения дозиметры делятся на стационарные, переносные и приборы индивидуального дозиметрического контроля.

Рентгенометры-радиометры используют для определения уровня радиации на местности и загрязненности радионуклидами различных объектов и их поверхностей. К ним относятся ДП-5В (А, Б), ИМД-5, ИМД-22 и др.

Профессиональные и бытовые дозиметрические приборы. Дозиметр рентгеновского и γ -излучения ДКС – АТ1123, дозиметры – радиометры МКС – АТ1125, МКС – АТ1125М, МКС-АТ6130 и др. Это портативные высокочувствительные дозиметры-радиометры. Они предназначены для поиска и обнаружения γ -источников, измерения мощности амбиентной эквивалентной дозы



рентгеновского и γ -излучения, а также для определения потока β -частиц, испускаемых с загрязненной радиоактивными веществами поверхности.

Бытовые приборы для населения представляют собой особый класс приборов, предназначенных для оценки населением радиационной обстановки на местности, в жилых и рабочих помещениях и других местах. Ими можно оценивать загрязнение продуктов питания и воды. К ним относится прибор РКСБ-104, который дает возможность измерить мощность дозы на местности и может быть полезен при сборе ягод и грибов и др.

Индивидуальные дозиметры – приборы для индивидуального дозиметрического контроля лиц, непосредственно работающих с источниками ионизирующих излучений. Среди них широко используются твердотельные дозиметры. К этому классу принадлежат фотопленочные дозиметры, дозиметры, основанные на окрашивании твердых материалов, и, наконец, твердые вещества, активируемые нейтронами. К индивидуальным дозиметрам относятся термолюминисцентные дозиметры (ТЛД) в виде пластинок или таблеток, фотопленочные или стеклофосфатные. Используются для контроля индивидуальных доз облучения, полученных работником за определенный промежуток времени.

5.2 Измерение уровней γ -излучений и определение наличия радиоактивного заражения местности и различных предметов по измерению мощности дозы прибором ДП-5В

Полевой радиометр – рентгенометр ДП-5В предназначен для измерения уровней γ -излучений и определения наличия радиоактивного заражения местности и различных предметов. Позволяет обнаруживать и β -излучения.

В комплект прибора ДП-5В входят измеритель мощности дозы ДП-5В в футляре, два раздвижных ремня, удлинительная штанга, делитель напряжения для подключения прибора к внешнему источнику постоянного тока напряжением 12 и 24 В, головные телефоны, комплект ЗИП, техническое описание, формуляр и укладочный ящик (рисунок 5.1).

Прибор состоит из измерительного пульта, к которому с помощью гибкого кабеля подсоединен блок детектирования, в котором вмонтирован контрольный радиоактивный источник.

На измерительном пульте размещено следующее (см. рисунок 5.1).

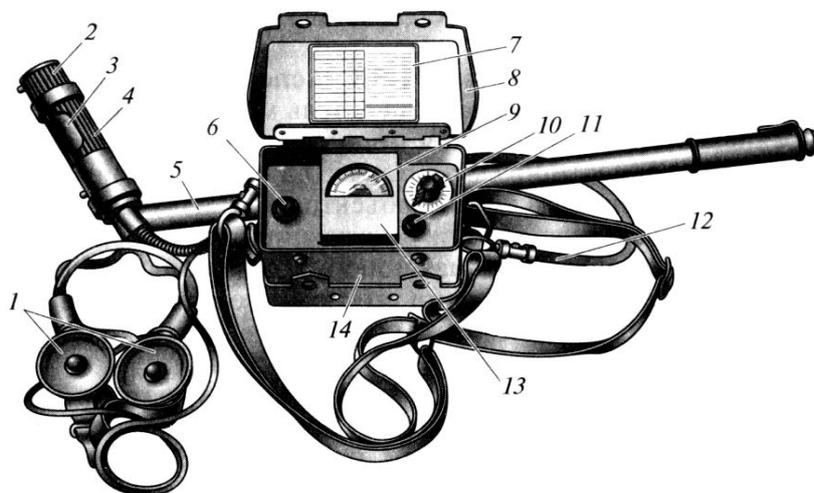
1 Тумблер подсветки шкалы миллиамперметра.

2 Шкала микроамперметра. Миллиамперметр, имеющий две шкалы. Верхняя служит для измерения уровней радиации от 0 до 5 мР/ч, нижняя – от 0 до 200 Р/ч. На шкале имеется закрашенный сектор, предназначенный для контроля неисправности источника питания.

3 Переключатель рода работы, имеющий восемь фиксированных положений: О – прибор выключен; ▲ – прибор находится в положении контроля; 200; $\times 1000$; $\times 100$; $\times 10$; $\times 1$; $\times 0,1$ – рабочие диапазоны прибора.

4 Кнопка сброса показаний прибора \times . Так как стрелка миллиамперметра не имеет обратного хода, то при переходе с поддиапазона на поддиапазон надо стрелку прибора вернуть на ноль нажатием этой кнопки.

Подготовка прибора к работе, проверка его работоспособности и точности показаний проводится в соответствии с прилагаемой к нему инструкцией.



1 – головные телефоны; 2 – блок детектирования; 3 – поворотный экран; 4 – контрольный источник; 5 – удлинительная штанга; 6 – тумблер подсвета шкалы микроамперметра; 7 – таблица допустимых значений заражения объектов; 8 – крышка футляра прибора; 9 – микроамперметр; 10 – переключатель поддиапазонов; 11 – кнопка сброса показаний; 12 – соединительный кабель; 13 – измерительный пульт; 14 – футляр

Рисунок 5.1 – Прибор ДП-5В

Порядок измерения уровней γ -излучений на местности. Экран зонда ставится в положение «Г». Зонд на вытянутой в сторону руке упорами вниз удерживается на высоте 0,7...1 м от земли, переключатель поддиапазонов последовательно ставится в положения «200», « $\times 1000$ », « $\times 100$ » и далее, пока стрелка микроамперметра не отклонится и не остановится в пределах шкалы. Показания стрелки умножаются на соответствующий коэффициент поддиапазона.

Для обнаружения **бета-зараженности** объекта экран зонда прибора устанавливается в положение «Б». Увеличение показаний прибора на одном и том же поддиапазоне по сравнению с показаниями по γ -излучению свидетельствует о наличии β -излучения, а, следовательно, о заражении обследуемого объекта β - и γ -радиоактивными веществами.

Результаты измерений вносим в таблицу 5.1

Таблица 5.1 – Результаты измерений уровней γ - и β -излучений

Объект исследований	Уровень γ -излучений, мР/ч	Суммарный уровень β - и γ -излучений, мР/ч	Уровень β -излучений, мР/ч

Контрольные вопросы

1 Методы обнаружения и измерения ионизирующих излучений.

- 2 Сущность ионизационного метода измерений.
- 3 Классификация приборов для измерения радиоактивности.
- 4 Назначение прибора ДП-5В, его устройство и комплектность.

6 Лабораторная работа № 6. Измерение и оценка параметров ионизирующих излучений

Цель работы:

- изучить виды ионизирующих излучений (ИИ) и дозы облучения, формируемые ими;
- выполнить измерения мощности эквивалентной дозы γ -излучения и плотности потока β -излучения с загрязненных поверхностей с помощью прибора РКСБ-104;
- выполнить измерения мощности эквивалентной дозы γ -излучения и плотности потока β -излучения с загрязненных поверхностей с помощью прибора МКС АТ-6130.

Материальное обеспечение: прибор РКСБ-104, дозиметр-радиометр МКС АТ-6130 и образцы элементов строительных материалов.

Порядок выполнения работы.

- 1 Изучить и законспектировать теоретическую часть.
- 2 Провести измерения ИИ с помощью прибора РКСБ-104.
- 3 Провести измерения ИИ с помощью приборов МКС АТ-6130.
- 4 Оформить отчет, ответить на вопросы преподавателя.

6.1 Теоретическая часть

Радиоактивностью называется самопроизвольное превращение неустойчивых изотопов одного химического элемента в изотоп другого элемента, сопровождающееся испусканием элементарных частиц или ядер.

Исследования радиоактивного излучения показали, что оно имеет сложный состав и содержит три вида лучей – α , β , γ .

α -лучи $\alpha = He_2^4$ – ядра атома гелия. α -лучи – тяжелые частицы с малой проникающей способностью. Длина пробега α -частицы в воздухе составляет примерно 3...9 см, в биологической ткани – около 0,05 мм.

α -частицы имеют большую ионизирующую способность: на пути пробега в воздухе образуется от 100 000 до 300 000 пар ионов.

β -лучи – легкие частицы с большой проникающей способностью. Они представляют собой поток летящих электронов. Длина пробега β -частиц в воздухе может достигать 1 м; они проникают в биологическую ткань на глубину 0,3...0,5 см. Алюминиевая пластинка толщиной 1,5 мм задерживает β -излучение. На своем пути пробега β -частицы образуют 1000...50 000 пар ионов.



γ -лучи. По своим свойствам γ -лучи напоминают рентгеновские, но обладают большой проникающей способностью. Путь пробега в воздухе превышает 100 м. Это излучение проходит сквозь тело человека. Для защиты от γ -излучения применяют бетонные стены толщиной 1,5...2,0 м или преграды из материалов со значительным поглощением, например, свинец.

Ионизирующее излучение (ИИ) – это излучение, взаимодействие которого со средой приводит к образованию в этой среде ионов разных знаков и свободных радикалов. Согласно современной теории существует два вида излучений:

- 1) волновое (квантовое);
- 2) корпускулярное.

К волновому виду относятся электромагнитные излучения с разной (обычно короткой) длиной волны – рентгеновские и γ -излучение.

Природным источником γ -излучения является солнце.

Искусственное рентгеновское излучение создается с помощью специальных аппаратов (ускорителей) для использования в медицинских целях, а также возникает при ядерных реакциях.

К корпускулярному виду излучений относятся излучения нейтральных (нейтроны, нейтрино) и различных заряженных (α -, β -частицы и др.) частиц.

Пучки заряженных элементарных частиц, ядра легких элементов, ионов оказывают ионизирующее воздействие на вещество, через которое они проходят. Опосредованное ионизирующее воздействие оказывают и нейтральные частицы, прежде всего, нейтроны.

В дозиметрии радиационное воздействие оценивается следующими характеристиками: проникающей способностью и ионизирующей способностями.

γ -излучение обладает наименьшей ионизирующей способностью, но наибольшей проникающей способностью. Оно не является самостоятельным видом излучения и возникает при делении тяжелых ядер.

α -излучение обладает наименьшей проникающей и наибольшей ионизирующей способностями, чем β - и γ -излучения; β -излучение – наибольшей проникающей способностью, но наименьшей ионизирующей, чем α -излучение.

Хотя радиационные воздействия в той или иной мере сопровождают человека с давних времен, но все же по своей природе радиация вредна для организма, особенно в случае превышения допустимых норм.

Одним из важных условий радиационной безопасности является выявление количественной связи между уровнем воздействия и теми эффектами в окружающей среде, которые обусловлены ионизирующим излучением.

Эти связи выявляются с помощью понятий различных доз облучения:

- экспозиционной дозы X ;
- поглощенной дозы D ;
- эквивалентной дозы H^T_R ;
- эффективной дозы H_e .

Экспозиционная доза X – это величина отношения суммарного заряда всех ионов одного знака, которые образуются рентгеновским или γ -излучением в некотором объеме, к массе воздуха в этом объеме.



Единицей экспозиционной дозы в СИ является 1 кулон, делённый на 1 кг облучённого воздуха – 1 Кл/кг. Внесистемной единицей является рентген.

Применяются и более мелкие единицы: миллирентген и микрорентген. $1 \text{ мР} = 10^{-3} \text{ Р}$, $1 \text{ мкР} = 10^{-6} \text{ Р}$.

Соотношение между старой и новой единицами измерения экспозиционной дозы $1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$, $1 \text{ Кл/кг} = 3876 \text{ Р}$.

Учитывая, что экспозиционная доза накапливается во времени, на практике используется и понятие «мощность экспозиционной дозы», которая характеризует интенсивность излучения.

Мощность экспозиционной дозы – отношение приращения экспозиционной дозы dX за интервал времени dt к этому интервалу.

Мощность дозы, измеренная на высоте 70...100 см от поверхности земли, часто называют уровнем радиации. Нормальный радиационный фон (мощность экспозиционной дозы) не превышает 20 мкР/ч.

Поглощённая доза – это количество энергии E , переданное веществу ионизирующим излучением любого вида в пересчете на единицу массы m любого вещества:

$$D = dE / dm.$$

Эту дозу измеряют в греях. Один грей соответствует поглощению 1 Дж энергии в 1 кг вещества. Внесистемной единицей измерения поглощенной дозы является **рад** (*радиационная адаптационная доза*): $100 \text{ рад} = 1 \text{ Гр}$.

Эквивалентная доза H_R^T . При одной и той же поглощённой дозе разные виды излучения вызывают неодинаковые повреждения биологических объектов. Это объясняется их разной способностью к ионизации вещества.

Биологический эффект зависит не только от дозы облучения, но и от вида ионизирующего излучения. Поэтому для биологической «средней» ткани введена характеристика – эквивалентная доза.

Эквивалентная доза излучения – поглощенная доза с учетом действия данного типа излучения R на ткань T , которое определяется *взвешивающим коэффициентом* W_R .

$$H_R^T = D_R^T \cdot W_R,$$

где D_R^T – средняя поглощенная доза биологической тканью излучения R ;

W_R – взвешивающий коэффициент качества излучения R (для γ - и β -излучений он равен 1, для α -излучения – 20).

В СИ единицей эквивалентной дозы излучения является **зиверт**. Применяются и более мелкие единицы – *миллизиверт* ($1 \text{ мЗв} = 10^{-3} \text{ Зв}$) и *микрзиверт* ($1 \text{ мкЗв} = 10^{-6} \text{ Зв}$). Внесистемная единица эквивалентной дозы излучения – **бэр** (*биологический эквивалент рентгена*): $1 \text{ бэр} = 0,01 \text{ Зв}$; $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр}$.

Для измерения мощности дозы внешнего облучения часто применяют значения **мощности эквивалентной дозы (МЭД)**.

Мощность эквивалентной дозы (МЭД) показывает, какую дозу от воздействия внешнего гамма-излучения может получить человек, находясь в данной точке пространства в единицу времени.



Единицей измерения МЭД является *микрозиверт в час* (мкЗв/час).

Так, например, МЭД при обследовании помещения составила 0,10 мкЗв/час, что соответствует 10 мкР/ч.

Эффективная доза облучения (E). В случае неравномерного облучения тела человека биологический эффект может оказаться другим. Неравномерное облучение тела человека возникает при внутреннем и при внешнем облучении.

Различные радионуклиды, попавшие вместе с пищей или водой в организм человека, имеют свойство накапливаться в определенных органах.

При внешнем облучении разные ткани могут также облучаться неравномерно. Для оценки этих видов облучения и введена «**эффективная доза**».

Учет неравномерного облучения производится с помощью *коэффициента радиационного риска* W_T (взвешивающий коэффициент), который учитывает радиочувствительность различных органов человека:

$$E = \sum H_i W_{Ti}$$

где H_i – эквивалентная доза в данном i -ом органе биологической ткани T ;

W_{Ti} – взвешивающий коэффициент для тканей и органов, учитывающий чувствительность разных органов и тканей при возникновении стохастических эффектов в i -ом органе.

Единицы измерения эффективной дозы те же, что и эквивалентной дозы: *Зиверт (Зв) и более мелкие единицы: мЗв и мкЗв*.

При длительном воздействии радиации на человека используют понятие **средняя годовая эффективная доза облучения** (мЗв/год). Она определяется как сумма эффективной дозы внешнего и внутреннего облучения, полученных в течение года. Эта величина используется в нормативно-правовых документах по радиационной безопасности.

Естественное радиоактивное излучение составляет 2,4 мЗв/год.

Пределы превышения доз облучения над уровнем естественного для населения – 1 мЗв/год.

6.2 Измерение и оценка параметров ионизирующих излучений с помощью приборов РКСБ-104

Назначение и устройство прибора РКСБ-104.

Прибор выполняет функции дозиметра и радиометра и предназначен для:

- измерения мощности эквивалентной дозы γ -излучения;
- определения плотности потока β -излучения с поверхности, загрязненной радионуклидами;
- определения удельной активности радионуклида цезий-137.

Результаты измерений прибором не могут использоваться для официальных заключений о радиационной обстановке. Прибор предназначен для населения и позволяет оценить радиационную обстановку на местности, в жилых и рабочих помещениях. С его помощью можно определить примерный уровень



загрязнения продуктов питания, воды, пищевой продукции леса (грибов, ягод).

Общий вид прибора.

Прибор состоит из корпуса 1. На обратной стороне его крепятся еще две легкоъемные крышки-отсека питания 3 и крышка-фильтр 4. Общий вид прибора показан на рисунке 6.1.

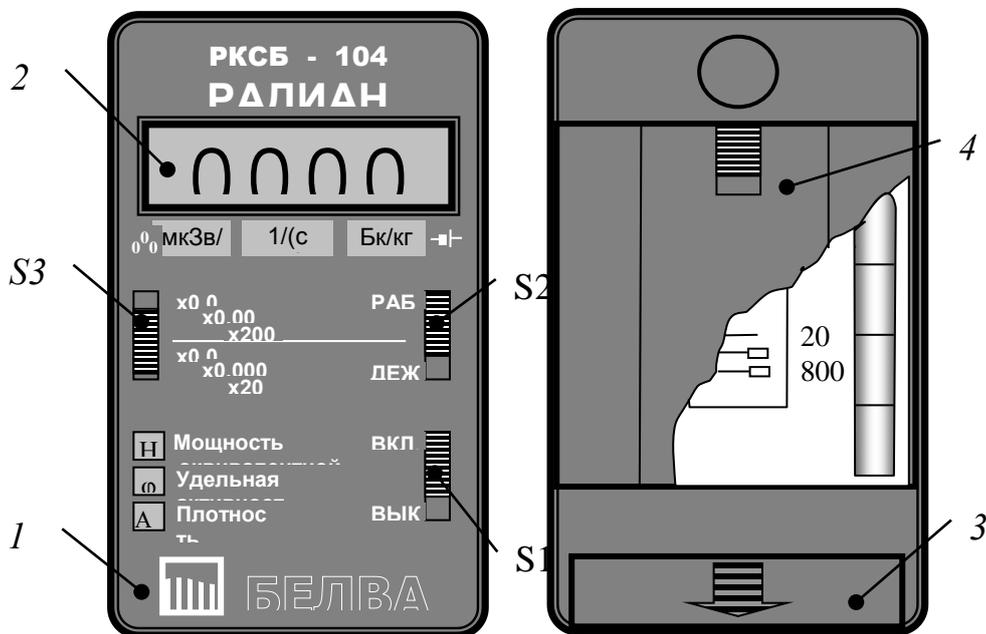


Рисунок 6.1 – Общий вид прибора РКСБ-104

На лицевой панели (корпус 1) прибора предусмотрены окно для индикатора 2 и три переключателя – для включения-выключения прибора и выбора режима его работы (S1, S2 и S3). На тыльной стороне размещена крышка-фильтр 4 для выравнивания энергетической зависимости показаний прибора при его работе в режиме измерения мощности эквивалентной дозы γ -излучения. При работе прибора в режиме радиометра эта крышка снимается; счетчики излучений оказываются закрытыми только пленочными фильтрами.

Под крышку-фильтр выведены движки кодового переключателя S4, с помощью которого можно выбрать вид измерения (мощности эквивалентной дозы γ -излучения, плотности потока β -излучений с поверхности, удельной активности радионуклида цезий-137 в веществе).

Подготовка прибора к работе, проверка его работоспособности и точности показаний проводится в соответствии с прилагаемой к нему инструкцией.

Измерение мощности эквивалентной дозы и мощности экспозиционной дозы γ -излучения:

- снять заднюю крышку-фильтр 4;
- перевести движки кодового переключателя в положения, показанные на рисунке 6.2;
- установить крышку-фильтр на прежнее место;
- перевести тумблеры S2 и S3 в верхние положения («РАБ» и « $\times 0.01 \times 0.01 \times 200$ » соответственно);

– включить прибор тумблером S1, переведя его в положение «Вкл». Через 27...28 с прибор выдаст прерывистый звуковой сигнал, а на табло индикатора отобразится четырехразрядное число. Для определения мощности полевой эквивалентной дозы H , γ -излучения умножить значащую часть этого числа на пересчетный коэффициент, равный 0,01. В итоге получим результат в микрозивертах в час. Значащая часть четырехразрядного числа соответствует измеренной величине мощности экспозиционной дозы X в микрорентгенах в час;

– для получения более точного результата измерения при величинах мощности полевой эквивалентной дозы γ -излучения менее 10 мкЗв/ч повторить измерения при нижнем положении тумблера S3 (положение остальных органов управления не меняется). Время измерения при этом увеличится до 270...280 с. Показание прибора умножить на пересчетный коэффициент, равный 0,001.

В итоге получим результат измерения в микрозивертах в час. Например, на табло индицируется число 0182, показание прибора – 182; пересчетный коэффициент – 0,001; конечный результат – 0,182 мкЗв/ч, что соответствует величине мощности экспозиционной дозы γ -излучения 18,2 мкР/ч.

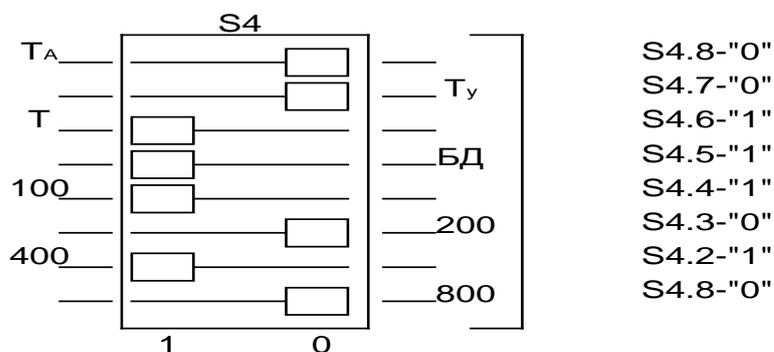


Рисунок 6.2 – Схема расположения движков кодового переключателя для измерения мощности полевой эквивалентной дозы γ -излучения в микрозивертах в час

Результаты измерений свести в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 – Результаты измерений мощности эквивалентной и экспозиционной доз

$N_{изм.}$	$N_{изм. ср.}$	Мощность эквивалентной дозы $H_{эkv}$, мкЗв/ч	Мощность экспозиционной дозы X , мкР/ч	$X_{норм.}$, мкР/ч
				8–20

Измерения плотности потока β -излучения с загрязненных поверхностей:

- снять крышку-фильтр 4;
- перевести движки кодового переключателя S4 в положения, показанные на рисунке 6.3;
- установить крышку-фильтр на прежнее место;
- перевести тумблеры S2 и S3 в верхние положения («РАБ» и « $\times 0.01 \times 0.01 \times 200$ » соответственно);
- поднести прибор к исследуемой поверхности на расстояние 110...120 см.

Включить прибор тумблером S1, установив его в положение «Вкл»;

– снять фоновое показание прибора φ_{ϕ} , которое установится на табло через интервал времени, примерно равный 18 с после включения прибора. Записать показания прибора;

– выключить прибор, установив тумблер S1 в положение «Выкл»;

– снять заднюю крышку-фильтр 4 и поместить прибор над исследуемой поверхностью на расстояние не более 1 см;

– включить прибор тумблером S1. Записать показание прибора φ_u , установившееся во время действия прерывистого сигнала;

– определить величину загрязненности поверхности β -излучающими радионуклидами по формуле

$$\varphi = K_I (\varphi_u - \varphi_{\phi}), \quad (6.1)$$

где φ – плотность потока β -излучения с поверхности в частицах в секунду с квадратного сантиметра $1/(с \cdot см^2)$ или $1 \cdot с^{-1} \cdot см^{-2}$;

K_I – коэффициент, равный 0,01;

φ_u – показание прибора со снятой крышкой;

φ_{ϕ} – показание прибора, соответствующее внешнему радиационному фону γ -излучения (с закрытой крышкой).

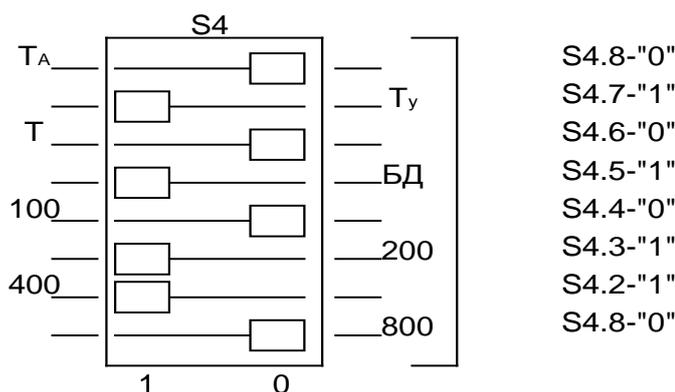


Рисунок 6.3 – Схема расположения движков кодового переключателя для измерений загрязненности поверхностей β -излучающими радионуклидами

Пример – показание прибора от внешнего радиационного фона – 18 (значащая часть числа 018), показание прибора со снятой крышкой – 243 (значащая часть числа 0243).

По формуле определим результат измерения плотности потока β -излучения:

$$\varphi = 0,01 (243 - 18) = 2,25 \text{ 1/(с} \cdot \text{см}^2\text{)}. \quad (6.2)$$

Если перейти к другой единице измерения плотности потока – к β -частицам в минуту с квадратного сантиметра, имеем результат

$$\varphi = 2,25 \cdot 60 = 135 \text{ } \beta\text{-частиц/(мин} \cdot \text{см}^2\text{)}; \quad (6.3)$$

– для получения более точного результата измерения при величинах плотности потока β -излучения с поверхности менее $10 \text{ 1/(с} \cdot \text{см}^2\text{)}$, т. е. менее $600 \text{ } \beta\text{-частиц/(мин} \cdot \text{см}^2\text{)}$, необходимо повторить измерения при нижнем положении

тумблера S3 (« $\times 0.001 \times 0.001 \times 20$ »).

Положения остальных органов управления приборов не изменяются. В этом случае разность показаний ($\varphi_u - \varphi_\phi$) следует умножить на коэффициент 0,001. В итоге получим результат измерения в частицах в секунду с квадратного сантиметра. Для определения плотности потока в частицах в минуту с квадратного сантиметра результат измерения надо умножить на 60. Продолжительность цикла измерения равна 175...185 с;

– сделать анализ расчетов, используя допустимые значения загрязнения, указанных в примечании.

Данные измерений и вычислений занести в таблицу 6.2.

Таблица 6.2 – Результаты измерений плотности потока β -излучения с загрязненных поверхностей

Объект исследования	Показание цифрового табло, импульс		Плотность потока β -частиц, частиц/($\text{см}^2 \cdot \text{мин}$)	
	С закрытой крышкой φ_ϕ	С открытой крышкой φ_u	Измеренная, $\varphi = K_I (\varphi_u - \varphi_\phi)$	Допустимая
Гипсокартон				
<p><i>Примечание</i> – Контрольный уровень загрязнения, β-частиц на поверхности зданий, сооружений, конструкций, стройматериалов, оборудования (РКУ РЗ-2004):</p> <ul style="list-style-type: none"> – 10 β-частиц/($\text{см}^2 \cdot \text{мин}$) – для жилищно-гражданского строительства; – 20 β-частиц/($\text{см}^2 \cdot \text{мин}$) – для промышленного и прочих видов строительства 				

6.3 Измерение и оценка параметров ионизирующих излучений с помощью прибора МКС АТ-6130

Назначение и устройство дозиметра-радиометра МКС-АТ6130.

Дозиметр-радиометр МКС-АТ6130 измеряет:

– мощность эквивалентной дозы рентгеновского и гамма-излучения внешнего облучения в диапазоне от 0,1 мкЗв/ч до 10 мЗв/ч, дозы рентгеновского и гамма-излучения в диапазоне от 0,1 мкЗв до 100 мЗв;

– плотность потока бета-частиц, испускаемых с загрязненных поверхностей в диапазоне от 10 до 10^4 част/(мин $\cdot \text{см}^2$).

На передней панели прибора находятся мембранная панель управления 1, ЖКИ 2 и светодиодный индикатор 3 (рисунок 6.4).

На задней стенке прибора расположена откидывающаяся на шарнирах крышка-фильтр с магнитным фиксатором 4, метка центр детектора 5 и этикетка с характеристикой прибора 6.

На нижней торцевой крышке находится пробка входного отверстия батарейного отсека, и этикетка со схемой установки элементов питания.

Принцип действия прибора основан на измерении интенсивности импульсов, генерируемых в газоразрядном счетчике Гейгера-Мюллера под воздействием регистрируемого рентгеновского, γ - и β -излучения. Детектор (газоразрядный счетчик) расположен на задней стенке корпуса, в котором имеется со-



ответствующее окно, закрытое полимерной металлизированной пленкой.



1 – мембранная панель управления; 2 – жидкокристаллический индикатор (ЖКИ); 3 – светодиодный индикатор; 4 – крышка-фильтр с магнитным фиксатором; 5 – метка центра детектора; 6 – этикетка с характеристикой прибора

Рисунок 6.4 – Общий вид дозиметра-радиометра MKS-AT6130

После включения прибор автоматически переходит в режим индикации:

- мощности дозы с закрытой крышкой-фильтром;
- плотности потока β -частиц с открытой крышкой-фильтром.

В режиме индикации мощности дозы на табло выводится среднее значение мощности дозы (мкЗв/ч, мЗв/ч) и соответствующее ему значение статистической погрешности, %. Параметр статистической погрешности – от 200 до 1 %.

С изменением радиационной обстановки прибор автоматически начинает новый цикл измерений мощности дозы. Момент начала нового цикла измерения сопровождается короткой звуковой и световой индикацией. Начать новый цикл измерений мощности дозы можно и в ручную, нажав кнопку «ПУСК».

Измерение мощности эквивалентной дозы гамма-излучения на объектах предприятия. При измерениях мощности дозы гамма-излучения магнитная крышка-фильтр должна быть закрыта.

Включите прибор нажатием кнопки ПУСК / ОТКЛ. и через 3...5 с после завершения самоконтроля прибор переходит в режим индикации измерений. В режиме индикации мощности дозы на табло выводится среднее значение мощности дозы ($\mu\text{Sv/h}$ – мкЗв/ч, mSv/h – мЗв/ч) и соответствующее ему значение статистической погрешности, %.

Проведите измерение мощности эквивалентной дозы в лаборатории и на других объектах предприятия совмещая центр детектора с центром объекта.

Результаты проведенных измерений мощности дозы и статистической погрешности запишите в таблицу 6.3.

Таблица 6.3 – Результаты измерений мощности эквивалентной дозы γ -излучений

Объект исследования	Результаты измерений
Мощность эквивалентной дозы γ -излучения в лаборатории H , мкЗв/ч	
Мощность эквивалентной дозы γ -излучения в других помещениях H , мкЗв /ч:	
– первый этаж	
– улица	
– подземный переход	

Измерение плотности потока бета-частиц с загрязненных поверхностей.

Режим индикации плотности потока включается автоматически, если открыть на задней стенке прибора крышку-фильтр. В режиме индикации плотности потока на табло выводится текущее значение плотности потока ($1/\text{min}\cdot\text{см}^2$, $10/\text{min}\cdot\text{см}^2$) и соответствующее ему значение погрешности, %.

Проведите измерение плотности потока β -частиц с загрязненных поверхностей строительных материалов, оборудования и пр.

При измерениях плоскость задней стенки прибора должна находиться на расстоянии 15...20 мм от исследуемой поверхности.

Результаты проведенных измерений плотности потока и статистической погрешности запишите в таблицу 6.4.

Таблица 6.4 – Результаты измерений плотности потока β -излучения с загрязненных поверхностей

Объект исследования	Плотности потока β -излучения с загрязненных поверхностей ($1/\text{min}\cdot\text{см}^2$, $10/\text{min}\cdot\text{см}^2$)
Гипсокартонные перегородки	
Кирпичные стены	
Облицовочная плитка	
Гранитные плиты	

Полученные значения плотности потока β -частиц сравните с ПДУ радиоактивного загрязнения (см. таблицу 6.2, *примечание*).

Сделайте вывод о плотности поверхностного загрязнения исследуемых объектов.

Контрольные вопросы

- 1 Виды радиоактивного излучения и их характеристики.
- 2 Экспозиционная доза и ее единицы измерения.
- 3 Поглощенная доза и ее единицы измерения.
- 4 Эквивалентная доза и ее единицы измерения.
- 5 Назначение и устройство дозиметра-радиометра РКСБ-104.
- 6 Назначение и устройство дозиметра-радиометра МКС АТ 6130.
- 7 Контрольные уровни загрязнения β -частицами поверхности зданий, сооружений, стройматериалов.

7 Лабораторная работа № 7. Измерение удельной активности



радионуклидов

Цель работы:

- изучить понятие активности радионуклидов и ее разновидности;
- научиться измерять удельную активность радионуклидов в продуктах питания с помощью прибора РКСБ-104;
- научиться измерять удельную активность радионуклидов в продуктах питания с помощью гамма-спектрометрического комплекса «Прогресс -5»;
- научиться измерять удельную активность радионуклидов в почве (грунте) и определять ее поверхностную активность.

Материальное обеспечение: прибор РКСБ-104, гамма-спектрометрический комплекс «Прогресс -5», весы (до 3 кг), исследуемые образцы продуктов питания и почвы (грунта).

Порядок выполнения работы.

- 1 Проработать теоретическую часть.
- 2 Провести измерение удельной (объемной) активности радионуклидов в пробах продуктов питания с помощью прибора РКСБ-104.
- 3 Провести измерение удельной активности радионуклидов в пробах продуктов питания с помощью гамма-спектрометрического комплекса «Прогресс-5».
- 4 Провести измерение удельной активности радионуклидов в пробах почвы с помощью гамма-спектрометрического комплекса «Прогресс-5» и выполнить пересчет на поверхностную активность.
- 5 Оформить отчет, ответить на вопросы преподавателя.

7.1 Теоретическая часть

Каждое радиоактивное вещество распадается с определенной интенсивностью. Количественная характеристика процессов распада радионуклидов – это активность A .

Активность радионуклидов – это количество ядер радионуклидов, которые распадаются за единицу времени. Единицей активности радионуклидов в Международной системе единиц является **беккерель**. 1 Бк – это такая активность радиоактивного вещества, при которой за 1 с происходит одно самопроизвольное ядерное превращение, $1 \text{ Бк} = 1 \text{ расп./с}$.

Внесистемная единица активности – **кюри**. Значению 1 Ки приблизительно соответствует активность 1 г чистого радия, в котором за 1 с распадается 37 млрд или $3,7 \cdot 10^{10}$ ядер.

Кюри – относительно большая единица активности, поэтому часто используют ее тысячные (*милликюри*), миллионные (*микрокюри*) и миллиардные (*нанокюри*) доли: $1 \text{ мКи} = 10^{-3} \text{ Ки}$; $1 \text{ мкКи} = 10^{-6} \text{ Ки}$; $1 \text{ нКи} = 10^{-9} \text{ Ки}$.

Между кюри и беккерелем существует следующее соответствие:

$$1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ расп./с} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}; \quad 1 \text{ Бк} = 1 \text{ расп./с} = 2,7 \cdot 10^{-11} \text{ Ки}.$$



Для оценки радиационной безопасности часто необходимо определить не только активность радиоактивного вещества, но и его концентрацию в воде, воздухе, продуктах питания, а также зараженность поверхности земли.

Активность объёмная $A_{об}$, Бк/л (Ки/л) – отношение активности A радионуклида, содержащегося в образце, к его объёму V ($A_{об} = A / V$).

Пример – Допустимый уровень объёмной активности цезия-137 в молоке составляет 100 Бк/л.

Активность удельная $A_{уд}$, Бк/кг (Ки/кг) – отношение активности A радионуклида, содержащегося в образце, к массе образца M ($A_{уд} = A / M$).

Пример – Допустимый уровень удельной активности цезия-137 в картофеле составляет 80 Бк/кг.

Активность поверхностная $A_{пов}$, Бк/м² (Ки/км²) – отношение активности A радионуклида, содержащегося на поверхности, к ее площади S ($A_{пов} = A / S$).

Пример – Зона с правом на отселение включает территории, уровень поверхностного загрязнения которых цезием-137 составляет 185...555 кБк/м² (или 5...15 Ки/км²).

Радиоактивное загрязнение почвы, леса, и его даров.

Начиная с 1987 г. и по настоящее время радиационная обстановка в Беларуси определяется долгоживущими радионуклидами: ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, ²³⁸, ²³⁹, ²⁴⁰Pu и ²⁴¹Am. Из перечисленного списка большее облучение человека осуществляет цезий-137 (¹³⁷Cs), которым загрязнено около 23 % территории Республики Беларусь. В зависимости от уровня загрязнения почвы долгоживущими радионуклидами территория нашей республики делится на зоны радиоактивного загрязнения (таблица 7.1).

Таблица 7.1 – Зонирование территории по уровню радиоактивного загрязнения

Наименование зоны	Уровень загрязнения территории, кБк/м ² (Ки/км ²)			Эквивалентная доза облучения, мЗв/г. Нэ
	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	²³⁸ , ²³⁹ , ²⁴⁰ Pu	
Зона проживания с периодическим радиационным контролем	37...185 (1...5)	5,55...18,5 (0,15...0,5)	0,37...0,74	Менее 1
с правом на отселение	185...555 (5...15)	18,5...74 (0,5...2)	0,74...1,85	1...5
последующего отселения	555...1480 (15...40)	74...111 (2...3)	1,85...3,7	Более 5
первоочередного отселения	>1480 (>40)	>111 (>3)	>3,7	Более 5
эвакуации (отчуждения)	Территория вокруг ЧАЭС, с которой в 1986 г. было эвакуировано население			

Миграция радионуклидов в окружающей среде происходит в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Горизонтальная миграция – радионуклиды разносятся ветром, водой, во время лесных и торфяных пожаров, дикими животными, птицами и др.

Движущими силами *вертикального перемещения* (миграция) радио-



нуклидов являются:

- конвективный перенос (фильтрация атмосферных осадков вглубь почвы);
- капиллярный перенос радионуклидов с влагой в результате испарения;
- перенос по корневым системам растений;
- хозяйственная деятельность человека и др.

На пахотных землях основной запас техногенных радионуклидов сосредоточен в 20...30 см слое почвы.

Лесные массивы в зонах загрязнения аккумулировали значительное количество радиоактивных выбросов, поскольку лес является природным барьером на пути распространения радиоактивных аэрозолей ветровыми потоками воздуха.

В лесах основная масса радионуклидов накопилась в верхнем 3...5-сантиметровом слое лесной подстилки и верхнем слое почвы (до 5 см).

В лесу активно накапливают радионуклиды лишайники, мхи, хвощи, грибы и ягоды (клюква, черника, брусника, голубика).

В зависимости от видовой принадлежности грибы характеризуются неодинаковым накоплением радионуклидов.

1 **Грибы-аккумуляторы** – польский гриб, моховик желто-бурый, рыжик, масленок осенний, козляк, колпак кольчатый. Собирать эти грибы допускается только в лесах с плотностью загрязнения до 37 кБк/м² (1 Ку/км²).

2 **Грибы, сильно накапливающие радионуклиды**, – подгруздок черный, лисичка желтая, волнушка розовая, груздь черный, зеленка, подберезовик. Сбор разрешен при плотности загрязнения до 37 кБк/м² (1 Ку/км²).

3 **Грибы, средне накапливающие радионуклиды**, – опенок осенний, белый гриб, подосиновик, подзеленка, сыроежка обыкновенная. Заготовку можно проводить в лесах с плотностью загрязнения до 74 кБк/м² (2 Ку/км²).

4 **Грибы, слабо накапливающие радионуклиды**, – строчок обыкновенный, шампиньон, зонтик пестрый, опенок зимний, вешенка, рядовка фиолетовая.

При посещении лесных массивов следует обращать внимание на *указатели радиационной опасности*, которые выставляются на въездах в потенциально опасные кварталы леса. Чтобы быть полностью уверенными в безопасности даров леса, обязательно надо *проверить в центре гигиены и эпидемиологии собранные грибы и ягоды на содержание радионуклидов*.

7.2 Измерения удельной активности радионуклидов в пробах продуктов питания и воды на приборе РКСБ-104

Описание общего вида прибора приведено на рисунке 7.1. Для выполнения измерений необходимо выполнить следующие операции.

1 Снять крышку-фильтр 4.

2 Перевести движки кодового переключателя S4 в положения, показанные на рисунке 7.1.

3 Установить органы управления прибора: тумблер S2 – в верхнее («РАБ»), а S3 – в нижнее («× 0,001 × 0,001 × 20») положения.



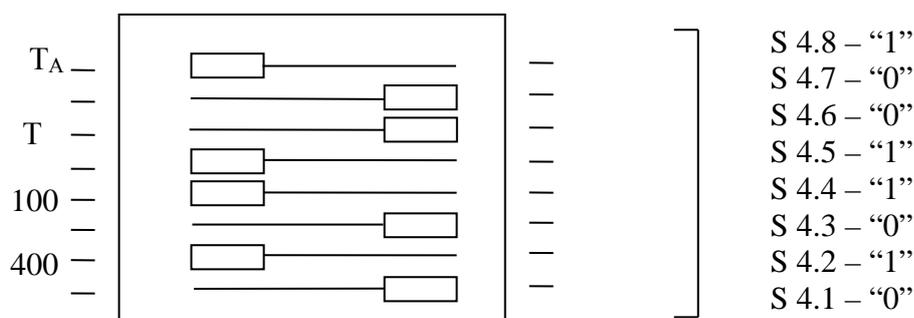


Рисунок 7.1 – Положения движков кодового переключателя S4

4 Заполнить измерительную кювету заведомо чистой в радиационном отношении водой до метки внутри кюветы и установить прибор на кювету (прибор \perp кювете) (крышка открыта).

5 Включить прибор тумблером S1, переведя его в положение «Вкл».

Снять пять отсчетов показаний прибора, соответствующих его собственному фону ($A_{\phi 1}, A_{\phi 2}, A_{\phi 3}, A_{\phi 4}, A_{\phi 5}$), и записать их.

Результаты измерений свести в таблицу 7.2.

Для уменьшения общего времени измерения после снятия очередного отсчета показаний производить кратковременное выключение и новое включение прибора. После снятия всех отсчетов выключить прибор.

6 Рассчитать среднее арифметическое значение фоновых показаний A_{ϕ} .

7 Вылить воду из кюветы, просушить ее и заполнить исследуемым веществом до метки.

8 Вновь установить прибор на кювету и включить его. Снять пять отсчетов показаний прибора (A_1, A_2, A_3, A_4, A_5) и записать их в таблицу 7.2.

Таблица 7.2 – Результаты измерений и вычислений удельной активности A_m

$A_{изм.ф.}$ (по воде)	$A_{изм.ф. ср.}$	$A_{изм.пр.}$ (исследуемое вещество)	$A_{изм.пр. ср.}$	A_m расчетн., Бк/кг	A_m норм., Бк/кг

Рассчитать среднее арифметическое значение показаний прибора $A_{изм.}$

9 Рассчитать по формуле величину A_m – удельной активности радионуклида цезий-137 в веществе (в беккерелях на килограмм):

$$A_m = K_2 (A_{изм} - A_{\phi}), \quad (7.1)$$

где K_2 – пересчетный коэффициент, равный 20.

Пример измерения – Фоновые показания прибора равны: 190; 214; 256; 221 и 235 (значащие части четырехразрядных чисел 0190; 0214; 0256; 0221; 0235). Среднее значение фона

$$A_{\phi} = (190 + 214 + 256 + 221 + 235) / 5 = 223,2.$$

Показания прибора при исследовании пробы – 428; 412; 392; 404; 398 (значащие части 4-разрядных чисел 0428; 0412; 0392; 0404; 0398).

Среднее арифметическое этих показаний

$$A_{изм} = (428 + 412 + 392 + 404 + 398) / 5 = 406,8.$$

Удельная активность пробы в беккерелях на килограмм

$$A_m = 20 (406,8 - 223,2) = 3672 \text{ Бк/кг.}$$

10 При переполнении табло счетной информацией, когда на нем индицируются четырехразрядные числа, превышающие 9999, а перед числом появляется символ «÷» (например, индицируется число «÷0132»), измерения удельной активности надо повторить при верхнем положении тумблера 3. В этом случае при расчете величины удельной активности радионуклида цезий-137 значение K_2 принимается равным 200.

11 Результаты, полученные с помощью приборов РКСБ-104, сравнить с РДУ-2001 (таблица 7.3), сделать выводы и предложить способы снижения содержания радионуклидов в исследуемых продуктах питания.

Таблица 7.3 – Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-2001)

Наименование продукта	РДУ-2001, Бк/кг, Бк/л, для цезия-137
Вода питьевая	10
Молоко и цельномолочная продукция	100
Молоко сгущенное и концентрированное	200
Творог и творожные изделия	50
Сыры	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	80
Хлеб и хлебобулочные изделия	40
Мука, крупы	60
Сахар	60
Жиры растительные	40
Жиры животные и маргарин	100
Овощи и корнеплоды	100
Фрукты	40
Садовые ягоды	70
Консервированные овощи, фрукты и ягоды сада	74
Дикорастущие ягоды и продукты из них	185
Грибы свежие	370
Грибы сушеные	2500
Специализированные продукты детского питания	37
Прочие продукты питания	370



7.3 Измерение удельной активности радионуклидов в почве и продуктах питания на гамма-спектрометрическом комплексе «Прогресс -5»

Гамма-спектрометр представляет собой стационарную установку со сцинтилляционным блоком детектирования, ПЭВМ с программным обеспечением «Прогресс» для управления всеми режимами работы на всех этапах выполнения измерений, обработки результатов и их протоколирования. Принцип действия гамма-спектрометра заключается в получении аппаратного спектра импульсов от детектора, регистрирующего излучение счетного образца, экспонируемого в фиксированных условиях измерения. Активность радионуклида в исследуемой пробе определяется путем обработки полученной спектрограммы.

Минимально измеряемая активность в пробе в геометрии сосуда Мари-нелли объемом 1 л: для ^{137}Cs – 3 Бк/кг; ^{226}Ra и ^{232}Th – 8 Бк/кг; ^{40}K – 40 Бк/кг. Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений активности пробы $\pm 10\%$.

Последовательность выполнения работы.

- 1 Включите питание компьютера и детектора.
- 2 Прогрейте аппаратуру в течение 5 мин.
- 3 Запустите программу Прогресс-5.

Для управления программой используйте элементы меню *Имя_Устройства*, , , , , , .

Имя Устройства – выбор устройства из списка устройств.

 – ручное управление состоянием набора – пуск, стоп, очистка спектра. Если Вы пользуетесь диспетчером задач , то управление набором спектра программа выполняет автоматически.

 – меню файл позволяет выбрать источник данных, открыть, сохранить или обработать спектр.

 – меню со списком задач устройства (диспетчер задач). Используется для запуска энергетической калибровки, измерений фона, активности и т. д.

 – отображает на экране базу данных с результатами измерений и позволяет выводить их на печать в виде отчетов.

 – настройка программы. Позволяет изменять стили оформления, режимы отображения спектра и другие параметры программы.

4 Выберите устройство Гамма-спектрометр из списка устройств. Проведите калибровку по энергии. Энергетическую калибровку необходимо проводить несколько раз в день. Выполнение этой служебной процедуры необходимо для определения энергетической шкалы спектрометра, которая в дальнейшем приписывается всем измеряемым спектрам. Калибровка выполняется при помощи источника $^{137}\text{Cs}+^{40}\text{K}$ (или ^{22}Na), который входит в состав гамма-спектрометрической установки.

Энергетическая калибровка используется для проверки стабильности оборудования и коррекции параметров программы по результатам измерения.

Порядок проведения:

- выберите задачу «Энергетическая калибровка» из списка задач ;
- установите контрольный источник на детектор;

– нажмите [Продолжить] для пуска энергетической калибровки.

В главном окне программы отображается процесс набора спектра. Через 150 с набор остановится, и на экране отобразятся результаты обработки спектра. Программа отмечает маркерами на спектре позиции, в которые попадают пики полного поглощения ^{137}Cs (662 кэВ) и ^{40}K (1461 кэВ). Позиции пиков в каналах и контрольная скорость счета выводятся в таблицу. *Сравните позиции пиков со значениями, которые были получены в прошлый раз.*

Сравните контрольную скорость счета с величиной, приведенной в свидетельстве о калибровке. Постоянство скорости счета от контрольного источника в пределах 10 % свидетельствует о неизменности эффективности регистрации детектора. Сравните форму спектра со спектром, приведенным на рисунке 7.2.

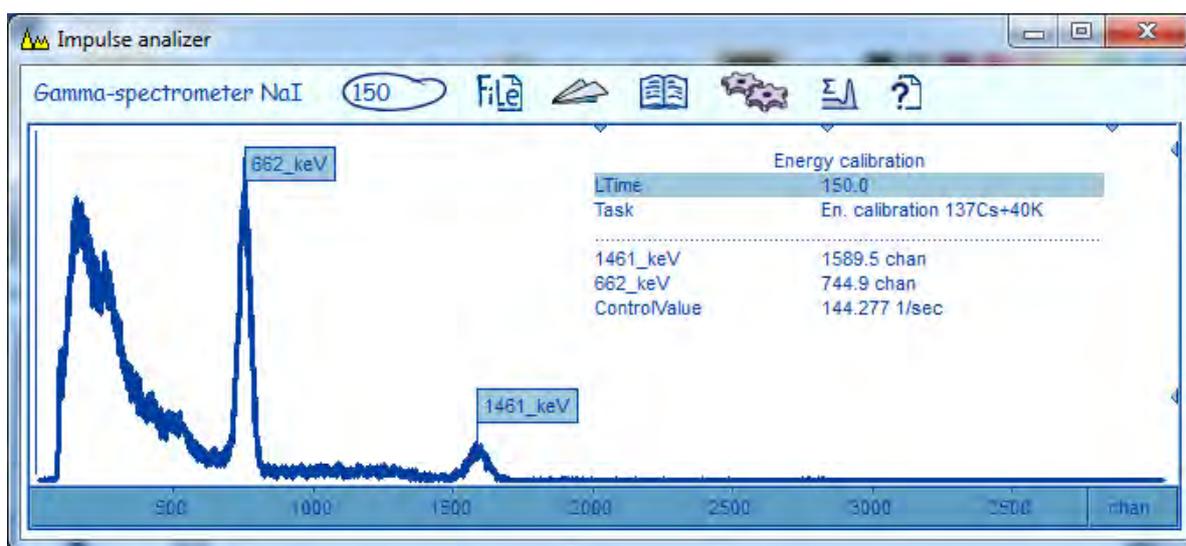


Рисунок 7.2 – Спектр импульсов

5 Провести измерение фона. Фоновый спектр понадобится программе в дальнейшем при расчете активности. Неопределенность результатов измерений зависит от продолжительности измерений фонового спектра. Для большинства сертификационных задач полное время набора фонового спектра должно составлять несколько часов. В последующем измерения фона достаточно проводить один раз в день в течение 1800 или 3600 с.

Порядок выполнения:

- из списка задач выберите задачу «Измерение фона»;
- установите время набора (не менее 1800 с);
- поместите пустую измерительную кювету под детектор;
- нажмите [Продолжить] для пуска измерений фона;
- дождитесь окончания набора.

6 Подготовка счетного образца к измерению. Измерение активности гамма-излучающих радионуклидов можно проводить в нативных образцах. Из пробы должен быть приготовлен счетный образец таким образом, чтобы материал пробы равномерно заполнил объем измерительной кюветы до определенной отметки. В качестве измерительных кювет должны использоваться только те, для которых проводилась калибровка спектрометра по чувствительности.

При выпуске спектрометра в эксплуатацию стандартно производится градуировка на измерения в следующих геометриях: сосуд Маринелли 1 л; сосуд Маринелли, заполненный до уровня 0,5 л, чашка Петри 50 мл и др. Для объемных счетных образцов плотность должна находиться в пределах от 0,2 до 2 г/см³.

На весах взвешивается сосуд Маринели, а затем сосуд Маринели, наполненный счетным образцом. По разности в весе определяется масса образца.

7 Из списка задач  выберите задачу «Измерение активности».

8 В окне задачи заполните поля данными о пробе, счетном образце и режиме измерения. Укажите код пробы. Чтобы избежать путаницы в базе данных, каждой новой пробе присваивайте отдельный код.

Укажите массу образца (без массы сосуда). При концентрировании пробы, укажите массу исходной пробы и массу получившегося концентрата.

Выберите рабочую библиотеку (поле р/н состав). Рабочая библиотека представляет собой список радионуклидов, которые априори могут присутствовать в счетном образце. Если Вы проводите измерения пробы внешней среды, используйте библиотеку «¹³⁷Cs и ЕРН».

9 Поместите счетный образец на детектор. Закройте крышку защиты. Нажмите клавишу [Продолжить].

В процессе набора спектра программа периодически обрабатывает спектр в соответствии с заданным задачей алгоритмом. Результаты измерения представляют собой удельную активность в исходной (нативной) пробе. В таблицу результатов выводится также и значение неопределенности измерений (2σ) для доверительной вероятности 0,95.

Если в меню  включен режим автоматического сохранения, программа периодически сохраняет спектр и результаты измерений в базе данных.

В процессе измерения программа рисует поверх измеренного спектра сумму фонового спектра и спектров образцов от радионуклидов рабочей библиотеки.

Элемент меню «» позволяет указать, какой спектр выводить на график поверх измеренного. Когда данный переключатель находится в состоянии «» – на экран выводится суммарный спектр фона и всех спектров библиотеки. Когда данный переключатель находится в состоянии «» – на экран выводится спектр только того радионуклида, который в таблице отмечен маркером. Данная функция программы полезна для идентификации радионуклидного состава.

10 Сохранение результатов в базе данных. Результаты измерений и измеренные спектры сохраняются в базе данных. Для сохранения спектра в базе данных, необходимо выбрать пункт меню  – <Сохранить в журнале> или включить режим автоматического сохранения результатов в меню настроек . Из базы данных результаты выводятся на печать в виде отчетов. Количество отчетов и их форма определяются конфигурационными данными программы. При помощи элемента меню  можно открыть базу данных с результатами измерений и просмотреть их.

Оформление отчета о результатах исследований. Результаты проведенных измерений удельной активности образцов и статистической погрешности запишите в таблицу 7.4. Сделайте выводы о соответствии проб продуктов питания нормативным требованиям, указанным в РДУ.

Таблица 7.4 – Результаты измерений удельной активности образцов

Вид образца	Масса образца	Удельная активность образца, Бк/кг	Погрешность измерений, ± Бк/кг	РДУ (для продуктов питания)	Поверхностная активность (для почв)	
					кБк/м ²	Ки/км ²

Сделайте расчет **поверхностной активности почв** (или плотности загрязнения почв) исходя из результатов измерения образца.

Расчет плотности загрязнения почвы проводится по формуле

$$П = A \cdot \rho \cdot h ,$$

где $П$ – запас радионуклида в слое почвы, кБк/м²;

A – удельная активность образца почвы, Бк/кг;

ρ – плотность сложения почвы, т/м³ (для дерново-подзолистых суглинистых почв $\rho = 1,3$, для супесчаных $\rho = 1,45$, песчаных $\rho = 1,6$ и для торфяных $\rho = 0,4$);

h – толщина слоя, $h = 0,2$ м.

Для перевода поверхностной активности в несистемную единицу измерения необходимо значения $П$ разделить на 37. Получим результат в $Ки/км^2$.

Результаты расчета внесите в таблицу 7.4. Сделайте вывод.

Контрольные вопросы

- 1 Понятие удельной, объемной и поверхностной активности радионуклидов и единицы измерения.
- 2 Зонирование территорий по уровню радиоактивного загрязнения.
- 3 Как провести измерение удельной активности проб на приборе РКСБ-104?
- 4 Назначение гамма-спектрометрического комплекса «Прогресс - 5».
- 5 В чем заключается пробоподготовка образцов?
- 6 Как рассчитать поверхностную активность почв?

Список литературы

- 1 Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / А. В. Шур [и др.]. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, Рязань: ФГБОУ ВО РГГУ, 2018. – 328 с.
- 2 Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность / С. В. Дорожко [и др.]. – Минск: Дикта, 2009. – 305 с.

