

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Безопасность жизнедеятельности»

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

*Методические рекомендации к лабораторным работам
для студентов специальностей (по направлениям)
1-40 05 01 «Информационные системы и технологии»,
1-53 01 02 «Автоматизированные системы обработки
информации» очной и заочной форм обучения*



Могилев 2020

УДК 614.876
ББК 68.9
Б40

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Безопасность жизнедеятельности»
«9» апреля 2020 г., протокол № 8

Составители: ст. преподаватель Е. В. Жаравович;
проф., д-р техн. наук, чл.-кор. НАН Беларуси
В. А. Шаршунов

Рецензент канд. техн. наук, доц. О. В. Голушкова

Методические рекомендации содержат закономерности, лежащие в основе водного баланса водоемов, сведения о видах производственного освещения, данные об источниках ионизирующих излучений, информацию о дозах облучения населения, систематизируют знания о радиационной безопасности и предназначены для студентов очной и заочной формы обучения.

Учебно-методическое издание

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Ответственный за выпуск	А. В. Щур
Корректор	Т. А. Рыжикова
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 165 экз. Заказ №

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, 2020

Содержание

1 Лабораторная работа № 1. Средства индивидуальной защиты органов дыхания	4
1.1 Теоретическая часть	4
1.2 Практическая часть	13
2 Лабораторная работа № 2. Средства индивидуальной защиты кожи. Медицинские средства индивидуальной защиты	13
2.1 Средства защиты кожи	14
2.2 Медицинские средства индивидуальной защиты	18
3 Лабораторная работа № 3. Управляемая экологическая система «ОЗЕРО»	20
3.1 Теоретическая часть	20
3.2 Практическая часть.	21
4 Лабораторная работа № 4. Промышленное освещение	23
4.1 Теоретическая часть	23
4.2 Исследование зрительных условий при естественном освещении...	25
4.3 Исследование зрительных условий при искусственном освещении...	26
4.4 Исследование зависимости изменения освещенности от высоты расположения светильников и мощности ламп	28
5 Лабораторная работа № 5. Измерение и оценка параметров ионизирующих излучений	29
5.1 Теоретическая часть	29
5.2 Измерение и оценка параметров ионизирующих излучений с помощью приборов РКСБ-104	33
5.3 Измерение и оценка параметров ионизирующих излучений с помощью приборов МКС АТ-6130.....	38
6 Лабораторная работа № 6. Измерение удельной активности радионуклидов.....	41
6.1 Теоретическая часть	41
6.2 Измерения удельной активности радионуклидов в пробах продуктов питания и воды на приборе РКСБ-104	43
7 Лабораторная работа № 7. Защита от химических факторов на производстве. Приборы и методы химического контроля	46
7.1 Теоретическая часть	46
7.2 Универсальный газоанализатор УГ-2	47
Список литературы	48

1 Лабораторная работа № 1. Средства индивидуальной защиты органов дыхания

Цель работы:

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

Классификация средств индивидуальной защиты

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) предназначены для защиты человека от воздействия химически опасных веществ (ХОВ) и отравляющих веществ (ОВ), радиоактивных веществ (РВ) и бактериальных аэрозолей, находящихся в воздухе, на местности и различных объектах, а также от воздействия тепловых потоков.

По назначению СИЗ делят на средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), средства защиты кожи (СЗК), медицинские средства индивидуальной защиты. По принципу защитного действия СИЗ делятся на средства фильтрующего и изолирующего типа. По способу изготовления СИЗ классифицируют на средства, изготавливаемые промышленно, и простейшие средства, изготавливаемые населением. По видам снабжения СИЗ делятся на табельные, которыми формирования и объекты снабжаются согласно табелям, и нетабельные, которые могут поступать взамен табельных или сверх табельного снабжения.

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.

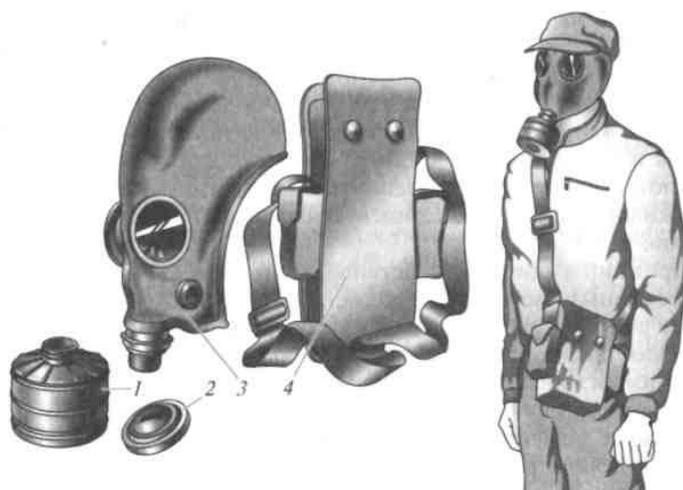
Лицевая часть противогаза служит для подведения очищенного в коробке воздуха к органам дыхания, а также для защиты лица и глаз. Она состоит из корпуса, очкового узла, клапанной коробки и системы крепления на голове, может оборудоваться также обтекателями, переговорным устройством и системой для приема 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 не запотевающие пленки.

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.



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

Рисунок 1.1 – Гражданский фильтрующий противогаз ГП-5

а)



б)



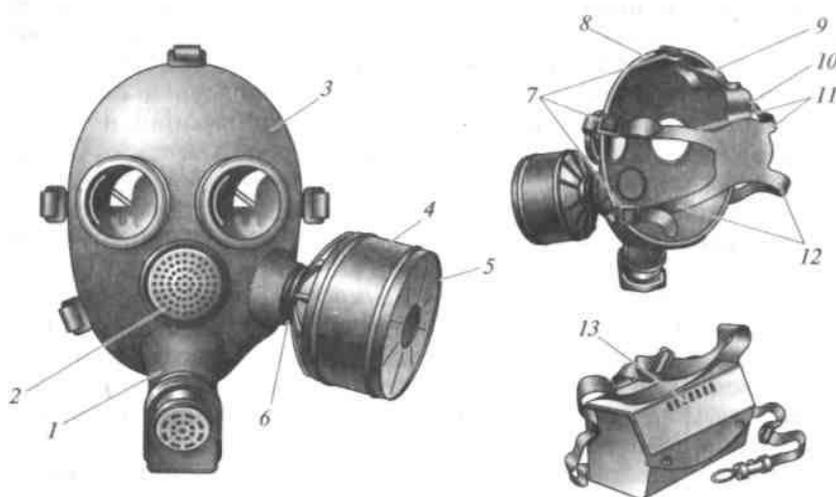
Рисунок 1.2 – Измерение вертикального (а) и горизонтального (б) обхватов головы

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

Гражданский противогаз ГП-7 состоит из фильтрующей поглощающей коробки ГП-7к, лицевой части МПП, незапотевающих пленок (6 шт.), утеплительных манжет (2 шт.), защитного трикотажного чехла и сумки (рисунок 1.3). Особенностью противогаса 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.

Гражданский противогаз ГП-7В отличается от ГП-7 тем, что в нем лицевая часть МПП-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 противогаса, можно утолить

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



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

Подбор лицевой части МГП необходимого типоразмера (роста) осуществляется на основании результатов измерения мягкой сантиметровой лентой горизонтального и вертикального обхватов головы (рисунок 1.2 а, 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.

Самоспасатель фильтрующий СФ-1. Предназначен для защиты органов дыхания и зрения человека от токсичных продуктов горения, в том числе монооксида углерода, химически опасных веществ (ХОВ) и аэрозолей в виде дыма, пыли и тумана, образующихся при пожарах, техногенных авариях и катастрофах, в других ЧС.

СФ-1 – средство защиты одноразового использования, применяется при эвакуации людей в ЧС (для взрослых и детей старше 12 лет).

Состав СФ-1:

- капюшон ГДЗК-У в комплекте с оголовьем из огнестойкой ткани (капюшон, полумаска, клапан выдоха);
- фильтрующе-сорбирующий элемент (ФСЭ);
- пакет из алюминизированной пленки;
- сумка для хранения из виниловой кожи.



Рисунок 1.6 – Самоспасатель СФ-1

Характеристики самоспасателя СФ-1:

- время защитного действия ФСЭ от продуктов горения (монооксида углерода, цианида водорода, хлорида водорода, акролеина) – не менее 30 мин;
- сохраняет свои защитные свойства при кратковременном воздействии температуры 2000 °С в течение 1 мин;
- способен выдерживать воздействие открытого пламени температурой 8000 °С в течение 5 с;
- имеет хорошую обзорность и обеспечивает достаточную слышимость при переговорах между людьми;
- время надевания и приведения в действие – не более одной минуты;
- масса самоспасателя – не более 0,7 кг без сумки.
- гарантийный срок хранения – 5 лет с момента изготовления.

Подготовка к применению.

- 1 Применяется при содержании кислорода в окружающей среде не менее 17 %.
- 2 При нарушении целостности герметичного пакета СФ-1 не пригоден к применению.
- 3 СФ-1 в режиме ожидания должны храниться при комнатной температуре.

Подготовка к использованию.

- 1 Внимательно изучить пиктограммы (рисунки, надписи).
- 2 Вскрыть сумку, вынуть герметичный пакет с СФ-1, разорвать пакет по надрезу и извлечь СФ-1.
- 3 Развернуть капюшон растянуть эластичный шейный обтюратор, надеть капюшон на голову. Длинные волосы заправить под капюшон.
- 4 Взявшись за ФСЭ, прижать полумаску к лицу так, чтобы она удобно и плотно прилегала к лицу, закрывала нос, рот и проходила по подборочной части лица. Капюшон удобно расположить на голове, потянув его назад так, чтобы смотровое окно находилось на уровне глаз.

Подтянуть ремни оголовья за свободные концы вперед до полного прилегания полумаски к лицу.

Если полумаска не фиксируется, то необходимо плотно прижать ее рукой к лицу в нужном положении.

- 5 Спокойно дышать и направиться к выходу. Дыхание в СФ-1 будет несколько затруднено.

При эвакуации стараться держаться направления, противоположного очагу пожара, и двигаться, по возможности, максимально согнувшись.

- 6 Снимать СФ-1 только после выхода из загазованной атмосферы в чистую зону. Для снятия СФ-1 нужно потянуть язычки пряжек оголовья назад и ослабить ремни оголовья.

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.

Комплектность промышленного противогаза аналогична комплектности гражданского: противогазовая коробка, лицевая часть и сумка. Промышленные противогазы комплектуются коробками большого и малого габарита. Коробки малого габарита по конструкции аналогичны коробкам гражданских противогазов, но снаряжаются специальными наполнителями и могут быть пластмассовыми. Коробки большого габарита комплектуются лицевыми частями ШМ-62у или ШМ-66Му с соединительной трубкой, а коробки малого габарита – МГП, МГП-В и М-80, к которым подсоединяются непосредственно.

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. Коробки, снабженные, кроме поглотителей, ПАФ имеют тот же цвет и белую вертикальную полосу посередине, а коробки малого габарита из пластмассы – дно белого цвета.

В настоящее время для промышленных противогазов выпускаются фильтрующе-поглощающие коробки КПФ-1 марок А, В, Е, КД, МКФ. По внешнему виду они подобны коробкам ГП-5. Все марки окрашены в серый цвет и различаются цветом горизонтальной полосы: марка А – коричневая, В – желтая, Г – черная и желтая, КД – серая, МКФ – зеленая. Внутри коробки расположен ПАФ, над ним – слой специального поглотителя. Гарантийный срок хранения составляет 3 года.

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:

- противопылевые респираторы: ШБ-1 «Лепесток», У-2К (Р-2), Ф-62Ш, РП-91Ш, ФОРТ-П, РПА-1 и др.;
- противогазовые респираторы: РПГ-67, ФРЭД;
- 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).

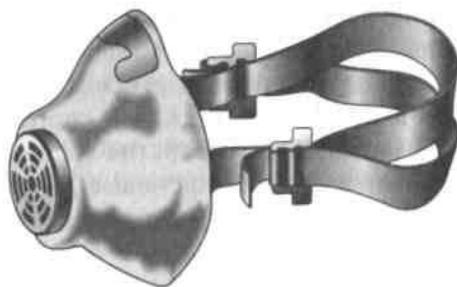


Рисунок 1.4 – Респиратор У-2К (Р-2)

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 – 1-й рост, 109...119 мм – 2-й и более 119 мм – 3-й.

Высота лица – это расстояние между точкой наибольшего углубления переносицы 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, а). 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.

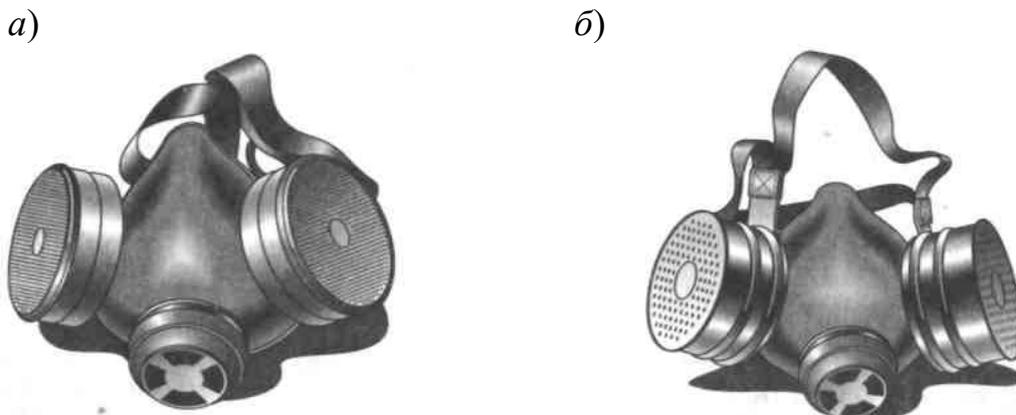


Рисунок 1.5 – Респираторы противогазовый РПГ-67 (а) и газопылезащитный РУ-60М (б)

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 РПП-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 средства 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) с 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 обхвата головы и высоты лица.
- 2 Подобрать средства индивидуальной защиты органов дыхания.
- 3 Результаты измерений и подбора СИЗОД занести в таблицу 1.3.

Таблица 1.3 – 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? Каков принцип их работы?
- 5 Какие респираторы используются на производстве?
- 6 Самоспасатель СФ-1. Назначение и правила применения.
- 7 Промышленные противогазы. Назначение и область применения.

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.

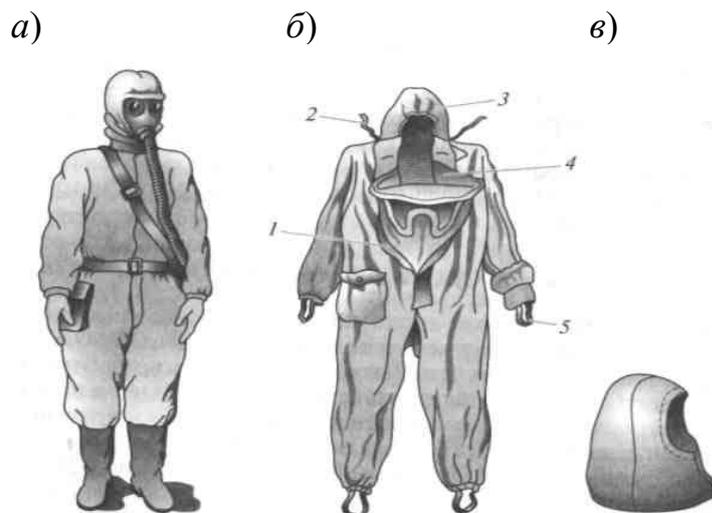
- 1 Проработать теоретическую часть.
- 2 Ознакомиться и подобрать средства защиты кожи.
- 3 Ознакомиться с медицинскими средствами индивидуальной защиты.
- 4 Оформить отчет, ответить на вопросы преподавателя.

2.1 Средства защиты кожи

Средства защиты кожи (СЗК) – 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 воздухопроницаемых 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 (рисунок 2.1).



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

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). 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 ЗФО-58 применяется вместе с противогазом, резиновыми сапогами и перчатками.

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), подшлемник 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-излучения – полностью; бета-излучения – в 40–50 раз; гамма-излучения – в 2–3 раза; рентгеновские – в 5 раз. Она сохраняет свои защитные свойства в течение 6 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 веще-

ства 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).



1 – брюки с чулками; 2 – подшлемник; 3 – рубашка с капюшоном; 4 – двупалые перчатки

Рисунок 2.2 – Легкий защитный костюм Л-1

Костюм состоит из брюк с защитными чулками, рубашки 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.

Рубашка 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.

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 (рисунок 2.3).

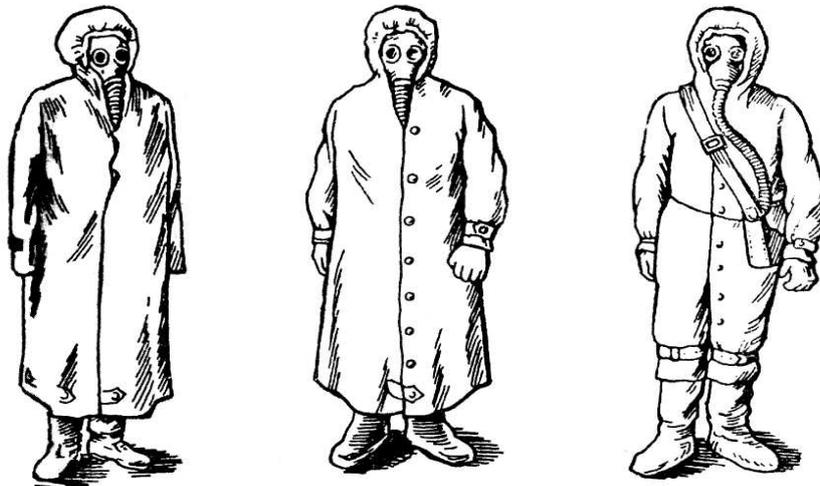


Рисунок 2.3 – Защитный комплект в виде накидки (слева), надетым в рукава (в центре), в виде комбинезона (справа)

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-го размера; № 2 – для обуви 41...42-го размера; № 3 – для 43-го 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 относятся 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 ног 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).



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

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.

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).

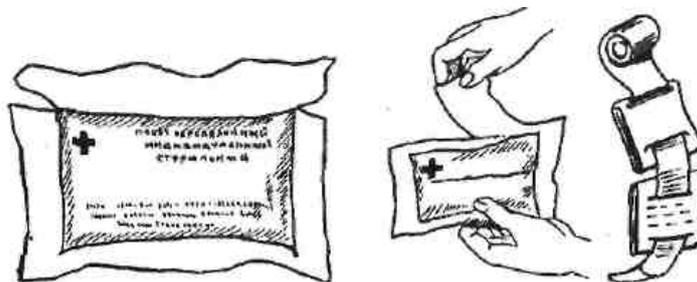


Рисунок 2.5 – Пакет перевязочный индивидуальный

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 17 x 32 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 комбинезона ЗФО-58

Контрольные вопросы

- 1 Какие бывают средства защиты кожи?
- 2 Принцип защитного действия фильтрующих костюмов.
- 3 Принцип защитного действия изолирующих костюмов.
- 4 Что означают понятия «время защитного действия» и «промокаемость» для изолирующих костюмов?
- 5 Что относится к медицинским средствам индивидуальной защиты?

3 Лабораторная работа № 3. Управляемая экологическая система «ОЗЕРО»

Цель работы: вывести водоём из запущенного состояния и затем поддерживать качество воды в водоёме на уровне предельно допустимой концентрации (ПДК).

Материальное обеспечение: ЭВМ.

Порядок выполнения работы.

- 1 Проработать теоретическую часть.
- 2 Вывести водоем из запущенного состояния и затем поддерживать качество воды в водоеме на уровне ПДК.
- 3 В отчете оформить таблицу, отражающую динамику изменения параметров системы за первый месяц работы.
- 4 Представить шесть графиков состояния озера на 1.07.
- 5 Сделать выводы по результатам работы за два месяца.

3.1 Теоретическая часть

Управляемая экологическая система «ОЗЕРО» включает в себя следующее.

- 1 Водоем средних размеров в черте города, разбитый на три зоны – промышленную, среднюю и культурную.
- 2 Прибрежные предприятия, использующие воду озера для своих технологических процессов, загрязняя её органикой и неорганикой.
- 3 Гидрометеослужбу, обеспечивающую краткосрочный прогноз.
- 4 Две стационарные станции ежедневного взятия проб воды в промышленной и средней зонах и одну передвижную – для взятия проб воды по необходимости в культурной зоне.
- 5 Служба управления качеством воды включает:
 - подкачку чистой воды в промышленную зону – Р;
 - откачку воды из культурной зоны – S;
 - искусственную аэрацию вод средней А₁ и культурной А₂ зон.
- 6 Финансирующий орган.

Управление экосистемой: циклическое.

В начале каждого цикла студент оценивает:

- а) состояние озера – качество воды в каждой зоне озера, уровень воды;
- б) прогноз погоды на текущую декаду;
- в) прогноз деятельности прибрежных предприятий по объему используемой воды и концентрациям органики и неорганики в сточных водах;
- г) имеющуюся в его распоряжении денежную сумму для расхода на перекачку воды и аэрацию.

3.2 Практическая часть

Запуск программы

После запуска программы на экране появится заставка озера и строчка меню вверху экрана.

Для того чтобы войти в меню, необходимо нажать клавишу «Esc».

Для выбора одного из режимов, указанных в меню, необходимо использовать клавиши курсора: стрелка вправо →; стрелка влево ←.

Для фиксации выбранного режима необходимо нажать клавишу «Enter».

Режимы, входящие в состав меню

ПОМОЩЬ – выдача на экран инструкции по работе с программой «ОЗЕРО» (при чтении инструкции двигать текст на экране можно при помощи клавиш «Page Up» и «Page Down»).

УПРАВЛЕНИЕ – задание параметров (при задании параметров использовать, клавиши стрелка вправо →, стрелка влево←, стрелка вверх, стрелка вниз). Для увеличения на подразряд параметров *подкачки* и *сброса* воды нажать «Page Up», для уменьшения – «Page Down».

СОСТОЯНИЕ – показывает состояние экосистемы на определенную дату.

РАБОТА – запуск системы на выбранный цикл.

ПРОГНОЗ – показывает прогноз погоды на выбранную декаду, прогноз деятельности предприятий на текущую декаду.

Для **выхода** из программы нужно использовать клавишу «F10».

Краткое руководство по работе с программой

Студент в работе выполняет роль диспетчера по управлению экологической системой. Его задача состоит в том, чтобы в течение первого месяца управления вывести озеро из запущенного состояния до уровня предельно допустимых концентраций (ПДК) по кислороду, органике и неорганике, а в течение второго месяца поддерживать в озере качество воды на уровне ПДК.

После этого задачей обучаемого оказывается выбор:

- продолжительности очередного цикла (от 3 до 10 сут);
- мощности подкачки чистой Р и откачки загрязненной S воды;
- интенсивности искусственной аэрации A_1 и A_2 .

После ввода этих данных в ЭВМ моделируется естественное поведение экологической системы в течение длительности выбранного цикла.

Весь процесс в целом имеет следующие особенности. Если уровень воды в озере выходит за пределы допустимых норм, то на одни сутки станции перекачки воды переводятся автоматически на режим подъема уровня или его снижения. Если выделенная на управление денежная сумма оказывается израсходованной раньше двухмесячного срока, то обучаемый в оставшиеся дни не может воздействовать на систему (экосистема развивается с отключенными станциями перекачки воды и ее аэрации). Начиная со второго месяца управления экосистемой обучаемому начисляются штрафные баллы: по одному за каждый день, когда не было обеспечено качество воды. Обучаемый отстраняется от должности диспетчера после получения 16-го штрафного балла.

Таким образом, для успешного управления качеством воды в озере необходимо освоить закономерности, лежащие в основе водного баланса превращения и деструкции веществ, насыщения вода кислородом, влияния метеоусловий на экологические процессы, следует научиться оптимальному планированию нескольких взаимосвязанных параметров управления в условиях ограничения суммарной стоимости расходов.

Требования к отчету

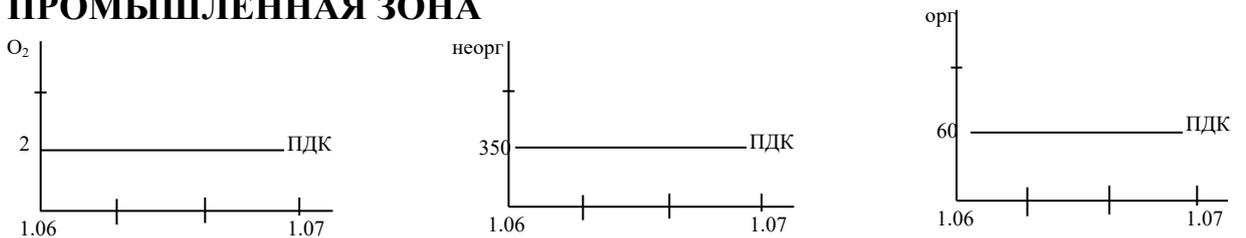
В отчете необходимо представить таблицу, отражающую динамику изменения параметров системы за первый месяц работы (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Динамика изменения параметров системы за первый месяц работы

Числа месяца	Т, сут.	Р	S	A ₁	A ₂	Промышленная зона			Средняя зона		
						Неорганика	Органика	O ₂	Неорганика	Органика	O ₂
1.06.	-	-	-	-	-	500	100	0.5	450	100	1.0
...											
1.07.											

Представить графики состояния озера с 1.06 по 1.07. (рисунок 3.1).

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЗОНА



СРЕДНЯЯ ЗОНА

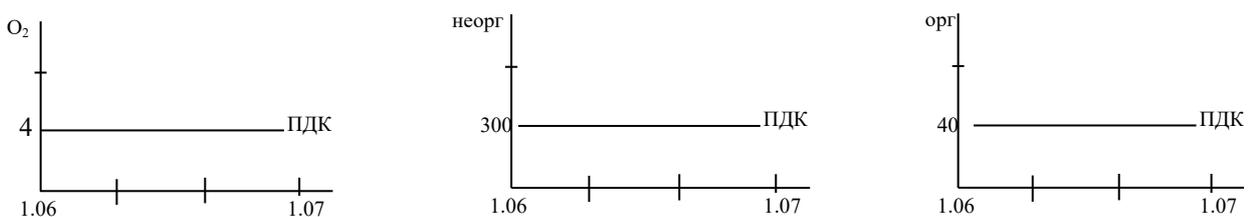


Рисунок 3.1 – Графики состояния озера с 1.06. по 1.07.

Сделать выводы по результатам работы за два месяца.

Контрольные вопросы

- 1 На что расходуется кислород в воде и как пополняется?
- 2 В связи с какими факторами повышается насыщение воды кислородом?
- 3 От чего зависит скорость разложения органики и что способствует ее уменьшению в воде?
- 4 За счет чего возрастает концентрация неорганики в воде?
- 5 Перечислите источники загрязнения гидросферы.

4 Лабораторная работа № 4. Промышленное освещение

Цель работы:

- ознакомиться с видами освещения;
- приобрести практические навыки в оценке естественного и искусственного освещения;
- освоить методики измерения освещенности на рабочих местах.

Материальное обеспечение: люксметр.

Порядок выполнения работы.

- 1 Проработать теоретическую часть.
- 2 Провести исследование зрительных условий при естественном освещении.
- 3 Провести исследование зрительных условий при искусственном освещении.
- 4 Провести исследование зависимости изменения освещенности от высоты расположения светильников и мощности ламп.
- 5 Оформить отчет, ответить на вопросы преподавателя.

4.1 Теоретическая часть

Свет влияет на состояние высших психических функций и физиологические процессы в организме. Правильно выполненная система освещения повышает производительность труда от 10 до 20 %, уменьшает брак на 20 %, снижает количество несчастных случаев на 30 %.

Освещение характеризуется следующими основными показателями: световым потоком Φ , единица измерения – люмен (лм); силой света I , единица измерения – кандела (кд); освещённостью E , единица измерения – люкс (лк); яркостью L , единица измерения – кандела / на квадратный метр (кд/м²).

Производственное освещение в зависимости от источника света подразделяется на:

- естественное – за счет прямых солнечных лучей, рассеянного света небосвода, отраженного света земли и др;
- искусственное – создаваемое лампами накаливания, газоразрядными и светодиодными лампами;

– совмещённое – естественное освещение и плюс в темное время суток искусственное.

Естественное освещение по конструктивному исполнению подразделяется на:

- боковое (одно- и двухстороннее – через проемы в наружных стенах);
- верхнее (через светоаэрационные фонари, световые проемы в перекрытиях, а также через проемы в местах перепада высот здания);
- комбинированное (представляет собой сочетание верхнего и бокового освещения).

Искусственное освещение подразделяется на рабочее, аварийное, дежурное и охранное.

Рабочее освещение подразделяется на:

- общее освещение (равномерное или локализованное);
- комбинированное (общее плюс местное).

Аварийное освещение подразделяется на эвакуационное и освещение безопасности.

Эвакуационное освещение – освещение, предназначенное для эвакуации людей из помещения при аварийном отключении рабочего освещения. Эвакуационное освещение должно обеспечивать наименьшую освещенность на полу основных проходов и на ступенях лестниц: в помещениях – 0,5 лк, на открытых территориях – 0,2 лк.

Освещение безопасности – освещение, необходимое для продолжения работы при аварийном отключении рабочего освещения. Освещение безопасности должно обеспечивать на рабочих поверхностях наименьшую освещенность в размере 5 % от рабочего, но не менее 2 лк внутри здания и 1 лк – на территории предприятия.

Дежурное освещение предназначено для освещения помещений в нерабочее время.

Охранное освещение предусматривается вдоль границ территории предприятия, охраняемой в ночное время. При этом освещенность должна быть не менее 0,5 лк.

Люксметры.

Люксметры состоят из фотоэлементов и миллиамперметров, градуированных в люксах. В качестве фотоэлементов используют селеновый фотоэлемент, у которого спектральная чувствительность наиболее близка к спектральной чувствительности глаза. Наибольшее распространение получили люксметры Ю-116, Ю-117 и др.

На передней панели люксметра располагаются кнопки переключателя и таблица со схемой, связывающей действия кнопок и используемых насадок. Приборы имеют обычно две шкалы (0–100 и 0–30), на которых точками отмечено начало диапазона измерения, а также корректор для установки стрелки в нулевое положение и вилку для присоединения фотоэлемента.

Для уменьшения косинусной погрешности, возникающей при падении световых лучей на освещаемую поверхность под углом, применяется насадка на элемент, выполненная в виде полусферы из белой светорассеивающей пласт-

массы. Эта насадка, обозначенная буквой К, применяется не самостоятельно, а совместно с одной из других насадок (например, М, Р и Т). Каждая из этих насадок совместно с насадкой К образует поглотители с коэффициентом ослабления 10, 100 и 1000 и применяется для расширения диапазона измерений, умноженного, соответственно, на коэффициент ослабления. Насадка подбирается так, чтобы стрелка измерителя находилась в пределах шкалы. Более подробное описание прибора и методика измерений излагаются в инструкции по эксплуатации прибора.

4.2 Исследование зрительных условий при естественном освещении

Освещенность, создаваемая естественным светом – величина непостоянная, поэтому освещенность здания регламентируется относительной величиной – коэффициентом естественной освещенности (сокращенно КЕО). КЕО обозначается буквой e . Он выражает отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке заданной поверхности внутри помещения светом неба, $E_{вн}$ к значению наружной горизонтальной освещенности $E_{нар}$, создаваемой в то же время светом полностью открытого небосвода; выражают коэффициент в процентах:

$$e = (E_{вн} / E_{нар}) 100 \%. \quad (4.1)$$

Нормированное значение КЕО e_N для зданий, располагаемых в различных районах, определяют по формуле

$$e_N = e_H m, \quad (4.2)$$

где e_H – нормированное значение КЕО (таблица 4.1);

m – коэффициент светового климата, принимается в зависимости от ориентации окон здания по сторонам горизонта: С, СВ, СЗ, З, В – 0,9; ЮВ, ЮЗ, Ю – 0,85.

Полученные по формуле (4.2) значения округляют до десятых долей.

Характеристику зрительной работы определяют по наименьшему размеру объекта различения. Объект различения – это рассматриваемый предмет, отдельные его части или дефект, который требуется различить в процессе работы. В соответствии с нормативными документами все зрительные работы, проводимые в производственных помещениях, делятся на восемь разрядов. Разряд I работы наивысшей точности с размером объекта различения менее 0,15 мм, разряд VIII – общее наблюдение за ходом технологического процесса без ограничения размера объекта различения. Подразряд зрительной работы устанавливается по контрасту объекта с фоном и характеристике фона (см. таблицу 4.1).

Таблица 4.1 – Нормируемые значения освещенности

1	2	3	4	5	6	Искусственное освещение				Естественное освещение			Совмещенное освещение		
						Освещенность, лк				Сочетание нормируемых величин показателя	КЕО e_n , %				
						при системе комбинированного освещения	при системе общего освещения	в т.ч. от общего	в т.ч. от общего		при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении		
Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Р	K_n , %	Р	K_n , %	Р	K_n , %	Р	K_n , %		
Средней точности	Св. 0,5 до 1,0	IV	а	Малый	Темный	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
						750	200	300	40	20					
						500	200	200	40	20					
						500	200	200	40	20					
						400	200	200	40	20	4	1,5	2,4	0,9	
						400	200	200	40	20					
						400	200	200	40	20					
						400	200	200	40	20					
						–	–	200	40	20					
						–	–	200	40	20					
						–	–	200	40	20					

Порядок выполнения работы.

1 Указать вид естественного освещения в помещении: боковое одностороннее, боковое двустороннее, верхнее, комбинированное.

2 Произвести измерение освещенности снаружи помещения.

3 Произвести измерение освещенности в помещении через 1 м от поверхности стены по ширине помещения (на высоте 0,8 м от пола) с помощью люксметра, вычислить КЕО и полученные данные занести в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Результаты измерений естественного освещения

Расстояние от поверхности стены, м	1	2	3	4	5
Освещенность, лк					
КЕО, %					

4 Построить кривую светораспределения помещения (рисунок 4.1).

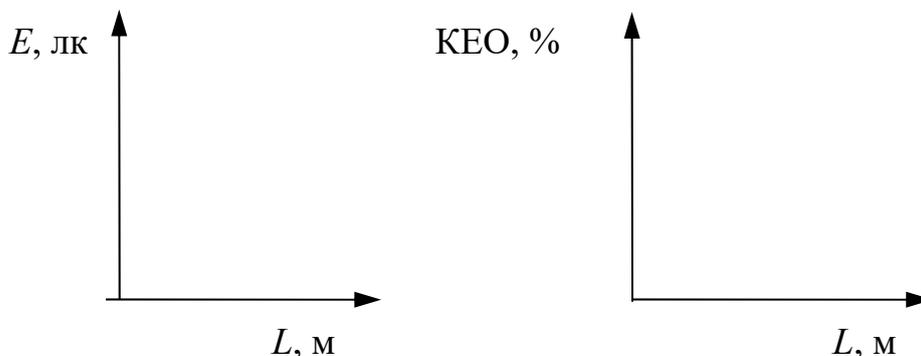


Рисунок 4.1 – Кривая светораспределения помещения

5 Сравнить результаты расчетов из таблицы 4.2. с нормативной величиной КЕО (см. таблицу 4.1), сделать вывод о соответствии естественного освещения нормативным требованиям.

4.3 Исследование зрительных условий при искусственном освещении

Исследование искусственного освещения выполняют в помещении при закрытых жалюзи окнах или в темное время суток.

Порядок выполнения работы.

1 Определить вид искусственного освещения в помещении: общее, местное, комбинированное, локальное.

2 Определить размер минимального объекта различения, оценить контраст объекта с фоном, характеристику фона, определить разряд и подразряд зрительной работы по таблице 4.1.

3 С помощью люксметра произвести замер фактической освещенности на рабочем месте.

4 Сделать вывод о соответствии освещенности на рабочем месте нормативным требованиям (см. таблицу 4.1).

4.4 Исследование зависимости изменения освещенности от высоты расположения светильников и мощности ламп

Измерение освещенности выполняется в лаборатории при закрытых жалюзи окнах на специальном стенде.

Порядок выполнения работы.

1 Блок с лампами накаливания и люминесцентной лампой различной мощности поднимать (опускать) по высоте от 0,5 до 1,0 м от рабочего места через 10 см.

2 С помощью люксметра произвести замер освещенности на рабочем месте под каждой лампой и на различной высоте и полученные данные занести в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 – Результаты измерения освещенности E в зависимости от высоты расположения ламп над рабочей поверхностью h и мощности ламп W

$h, \text{ м}$	$W, \text{ Вт}$					
	40	60	75	100	150	ЛМ
0,5						
0,6						
0,7						
0,8						
0,9						
1,0						

3 Для каждой лампы построить кривые изменения освещенности (рисунок 4.2).

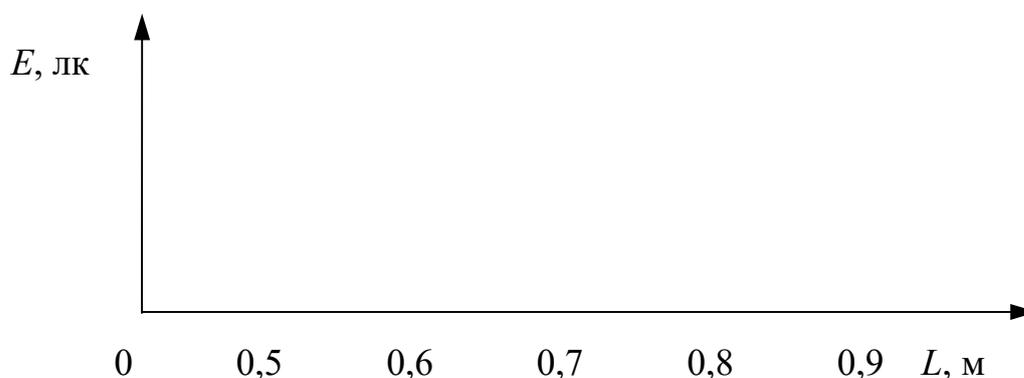


Рисунок 4.2 – Кривые изменения освещенности

4 Сделать выводы о характере изменения освещенности от типа и мощности ламп, высоты расположения их над рабочей поверхностью.

Контрольные вопросы

- 1 Назвать основные показатели освещения и их единицы измерения.
- 2 Виды производственного освещения в зависимости от источника света.
- 3 Что такое совмещенное освещение?
- 4 Виды естественного освещения по конструктивному исполнению.
- 5 Определение КЕО.
- 6 Виды искусственного освещения.
- 7 Виды рабочего освещения.

5 Лабораторная работа № 5. 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.

5.1 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 $\alpha = \text{He}_2^4$ – 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 большей 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 такими характеристиками, как проникающая способность и ионизирующая способность.

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. Мера воздействия ионизирующего излучения на вещество не поддается простому определению из-за сложности и многообразия возбуждаемых при этом процессов.

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 Кл, 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. 1 Гр 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^T_R . 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 .

$$H^T_R = D^T_R \cdot W_R,$$

где D^T_R – 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 γ -излучения может получить человек, находясь в данной точке пространства в единицу времени.

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

Так, например, МЭД при обследовании помещения составила $0,10 \text{ мкЗв/ч}$, 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:

$$E = \sum H_{Ti} W_{Ti},$$

где H_{Ti} – эквивалентная доза в данном i -м органе биологической ткани T ;

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

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

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

Естественное радиоактивное излучение составляет $2,4 \text{ мЗв/год}$.

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

5.2 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 цезия-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 5.1.

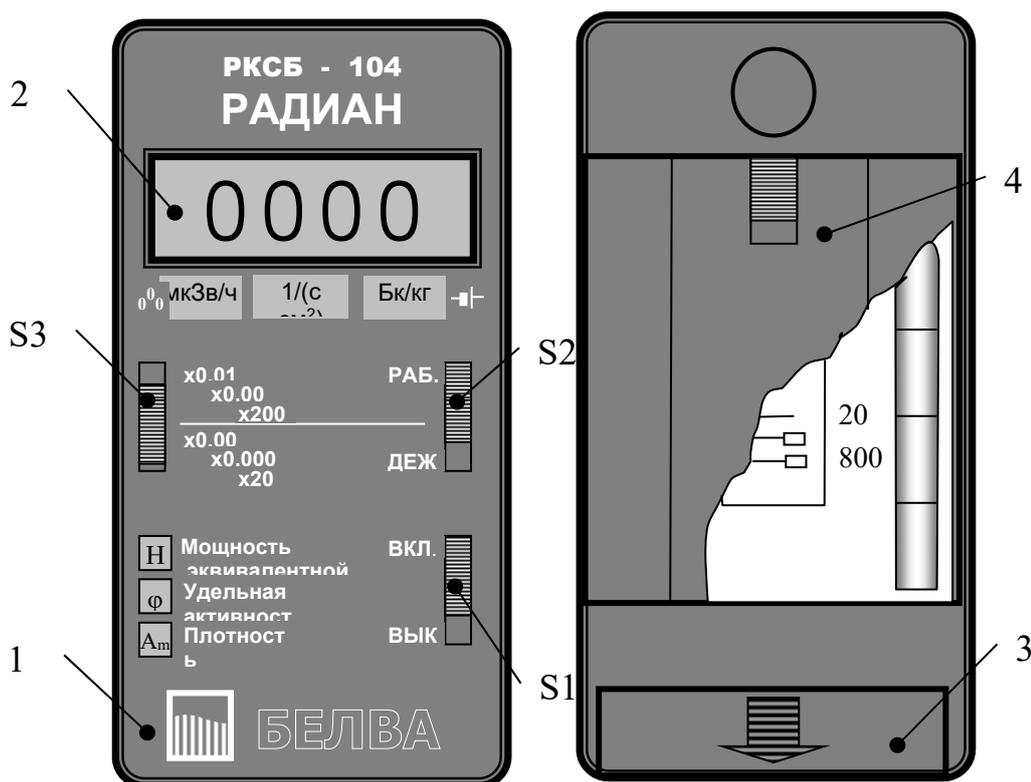


Рисунок 5.1 – Общий вид прибора РКСБ-104

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 ра-

боте 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 (мощность эквивалентной дозы γ -излучения, плотность потока β -излучений с поверхности, удельная активность радионуклида цезия-137 в веществе).

Подготовка к работе.

При работе от внешнего источника:

– подключите штекер шнура к гнезду, расположенному на правой грани корпуса прибора;

– перед включением прибора снимите заднюю крышку-фильтр.

Для этого необходимо сместить вниз запирающую защёлку и, подав на себя верхнюю часть крышки-фильтра, одновременным движением вверх извлечь её направляющие из посадочных гнёзд в крышке прибора.

Установите движки кодового переключателя S4: S4.1 – S4.6 – в положение «1», S4.7, S4.8 – в положение «0» (рисунок 5.2).

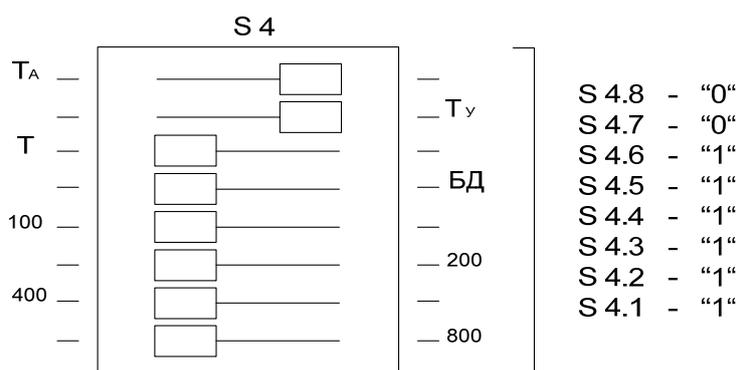


Рисунок 5.2 – Схема установки движков кодового переключателя для проверки работоспособности измерительной схемы прибора

Установите на место крышку-фильтр. Для этого необходимо вставить её направляющие в гнёзда крышки, сместить вниз запирающую защёлку и, подав вперёд верхнюю часть крышки-фильтра до упора в крышку прибора, отпустить защёлку, которая и закрепит крышку-фильтр на приборе.

Переведите органы управления прибора – тумблеры S2 и S3 – в верхние положения (соответственно «РАБ» и « $\times 0,01 \times 0,01 \times 200$ »)

Проверьте работоспособность измерительной схемы прибора, для чего:

а) переведите тумблер S1 в верхнее положение («Вкл»); при этом прибор должен начать регистрировать внешний радиационный фон (индикация символов «:- » и «V» на табло индикатора должна отсутствовать);

б) примерно через 28 с после включения прибор должен выдать прерывистый звуковой сигнал; при этом на табло индикатора должно индицироваться (установиться) 4-разрядное число, значащая часть которого, умноженная на пересчётный коэффициент, равный 0,01 при измерениях мощности полевой эк-

вивалентной дозы внешнего фона гамма-излучения и верхнем положении тумблера S3, и даст измеренную величину в микрозивертах в час (мкЗв/ч). Время индикации установившегося значения 4-разрядного числа на табло – около 14 с, после этого звуковой сигнал должен прекратиться, а прибор – автоматически повторить цикл измерения;

в) выключите прибор.

Проверьте работу порогового устройства, для чего:

а) переведите движки тумблеров S2 и S3 в нижние положения (соответственно «Деж» и « $\times 0,001 \times 0,001 \times 20$ »);

б) включите прибор тумблером S1. Около 280 с на табло будут индцироваться возрастающие значения 4-разрядного числа. В момент превышения им значения 0100 ± 0010 (что соответствует порогу срабатывания сигнализации, установленному потребителем в п. 1 проверочных операций и равному 0,1 мкЗв/ч) прибор должен выдать непрерывный звуковой сигнал. Увеличение числа на табло будет продолжаться до окончания цикла измерения. Выключение звукового сигнала должно произойти после двукратного превышения установленного порога срабатывания сигнализации или, если оно не будет достигнуто, после завершения цикла измерения;

в) выключите прибор.

Для измерения мощности эквивалентной дозы и мощности экспозиционной дозы γ -излучения:

– снимите заднюю крышку-фильтр 4;

– переведите движки кодового переключателя в положения, показанные на рисунке 5.3;

– установите крышку-фильтр на прежнее место;

– переведите тумблеры S2 и S3 в верхние положения («РАБ» и « $\times 0,01 \times 0,01 \times 200$ » соответственно);

– включите прибор тумблером S1, переведя его в положение «Вкл». Через 27...28 с прибор выдаст прерывистый звуковой сигнал, а на табло индикатора отобразится 4-разрядное число. Для определения мощности полевой эквивалентной дозы H , γ -излучения умножить значащую часть этого числа на пересчетный коэффициент, равный 0,01. В итоге получается результат в микрозивертах в час. Значащая часть 4-разрядного 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 получается результат измерения в микрозивертах в час. Например, на табло индцируется 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.

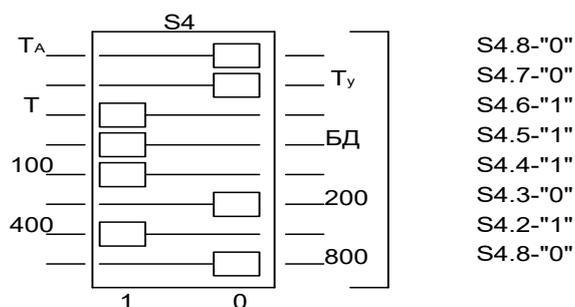


Рисунок 5.3 – Схема расположения движков кодового переключателя для измерения мощности полевой эквивалентной дозы γ -излучения в микрозивертах в час

Результаты измерений сведите в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 – 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

Сделайте выводы.

Для измерения плотности потока β -излучения с загрязненных поверхностей:

- снимите крышку-фильтр 4;
- переведите движки кодового переключателя S4 в положения, показанные на рисунке 5.4;
- установите крышку-фильтр на прежнее место;
- переведите тумблеры S2 и S3 в верхние положения («РАБ» и « $\times 0,01 \times 0,01 \times 200$ » соответственно);
- поднесите прибор к исследуемой поверхности на расстояние 110...120 см. Включите прибор тумблером S1, установив его в положение «Вкл»;
- снимите фоновое показание прибора φ_f , которое установится на табло через интервал времени, примерно равный 18 с после включения прибора. Запишите показания прибора;
- выключите прибор, установив тумблер S1 в положение «Выкл»;
- снимите заднюю крышку-фильтр 4 и поместите прибор над исследуемой поверхностью на расстояние не более 1 см;
- включите прибор тумблером S1. Запишите показание прибора φ_u , установившееся во время действия прерывистого сигнала;
- определите величину загрязненности поверхности β -излучающими радионуклидами по формуле

$$\varphi = K_1 (\varphi_u - \varphi_f), \quad (5.1)$$

где φ – плотность потока β -излучения с поверхности в частицах в секунду с

квадратного сантиметра ($1/(\text{с}\cdot\text{см}^2)$ или $1 \text{ с}^{-1}\cdot\text{см}^{-2}$);

K_1 – коэффициент, равный 0,01;

φ_u – показание прибора со снятой крышкой;

φ_ϕ – показание прибора, соответствующее внешнему радиационному фону γ -излучения (с закрытой крышкой).

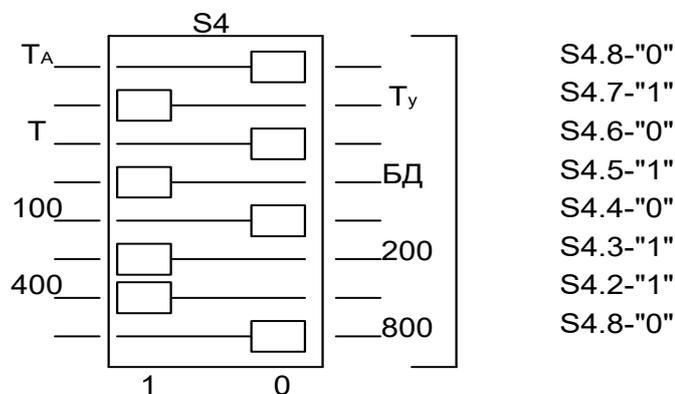


Рисунок 5.4 – Схема расположения движков кодового переключателя для измерений загрязненности поверхностей β -излучающими радионуклидами

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

Определим результат измерения плотности потока β -излучения:

$$\varphi = 0,01 (243 - 18) = 2,25 \text{ 1}/(\text{с}\cdot\text{см}^2). \quad (5.2)$$

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

$$\varphi = 2,25 \cdot 60 = 135 \text{ }\beta\text{-частиц}/(\text{мин}\cdot\text{см}^2). \quad (5.3)$$

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

Сделайте анализ расчетов, используя допустимые значения загрязнения, указанные в примечании.

Данные измерений и вычислений занесите в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 – Результаты измерений плотности потока β -излучения с загрязненных поверхностей

Объект исследования	Показание цифрового табло, импульс				Плотность потока β -частиц, частиц/(см ² ·мин)	
	с закрытой крышкой φ_{ϕ}	φ_{cp}	с открытой крышкой $\varphi_{и}$	φ_{cp}	измеренная, $\varphi = K_1 (\varphi_{и} - \varphi_{\phi})$	допустимая

Сделайте выводы.

Примечание – Контрольный уровень загрязнения β -частицами на поверхности зданий, сооружений, конструкций, стройматериалов, оборудования (РКУ РЗ-2004):

- 10 β -частиц/(мин·см²) – для жилищно-гражданского строительства;
- 20 β -частиц/(мин·см²) – для промышленного и прочих видов строительства.

5.3 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 γ -излучения внешнего облучения в диапазоне от 0,1 мкЗв/ч до 10 мЗв/ч, дозы рентгеновского и γ -излучения в диапазоне от 0,1 мкЗв до 100 мЗв;
- плотность потока β -частиц, испускаемых с загрязненных поверхностей в диапазоне от 10 до 10⁴ частиц/(мин·см²) (рисунок 5.5).



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 5.5 – Общий вид дозиметра-радиометра МКС-АТ6130

На передней панели прибора находятся мембранная панель управления 1, ЖКИ 2 и светодиодный индикатор 3 (см. рисунок 5.5).

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 находятся 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 соответствующее окно, закрытое полимерной металлизированной пленкой.

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 вручную, нажав кнопку «ПУСК».

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

Включите прибор нажатием кнопки «ПУСК / ОТКЛ.» и через 3...5 с, и после завершения самоконтроля прибор перейдет 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 5.3.

Таблица 5.3 – Результаты измерений мощности эквивалентной дозы γ -излучений

Объект исследования	Результат измерения
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	

Сделайте вывод о радиационном фоне на объектах предприятия.

Измерение плотности потока β -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 ($1/\text{мин}\cdot\text{см}^2$, $10/\text{мин}\cdot\text{см}^2$) 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 5.4.

Таблица 5.4 – Результаты измерений плотности потока β -излучения с загрязненных поверхностей

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

Полученные значения плотности потока β -частиц сравните с предельно допустимыми уровнями радиоактивного загрязнения (*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.

6 Лабораторная работа № 6. 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.

Материальное обеспечение: прибор РКСБ-104, исследуемые образцы продуктов питания.

Порядок выполнения работы.

- 1 Проработать теоретическую часть.
- 2 Провести измерение удельной (объемной) активности радионуклидов в пробах продуктов питания с помощью прибора РКСБ-104.
- 3 Оформить отчет, ответить на вопросы преподавателя.

6.1 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 ($A_{об} = A / V$). Например, 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 ($A_{уд} = A / M$). Например,

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 ($A_{пов} = A / S$). Например, 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 6.1).

Таблица 6.1 – Зонирование территории по уровню радиоактивного загрязнения

Наименование зоны	Уровень загрязнения территории, кБк/м ² (Ки/км ²)			Эквивалентная доза облучения, мЗв/г
	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
то же с правом на отселение	185...555 (5...15)	18,5...74 (0,5...2)	0,74...1,85	1...5
то же последующего отселения	555...1480 (15...40)	74...111 (2...3)	1,85...3,7	Более 5
то же первоочередного отселения	>1480 (>40)	>111 (>3)	>3,7	Более 5
то же 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) радионуклидов 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 Ки/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 Ки/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 Ки/км²).

4 *Грибы, слабо накапливающие радионуклиды* – строчок обыкновенный, рядовка фиолетовая, шампиньон, дождевик шиповатый, сыроежка цельная и буреющая, зонтик пестрый, опенок зимний, вешенка.

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.

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

Описание общего вида прибора дано в подразд. 5.2. Для выполнения измерений необходимо выполнить следующие операции.

1 Снять крышку-фильтр 4.

2 Перевести движки кодового переключателя S4 в положения, показанные на рисунке 6.1.

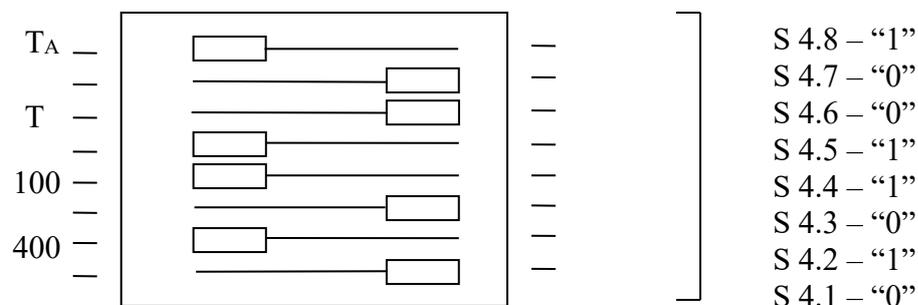


Рисунок 6.1 – Положения движков кодового переключателя S4

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

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 6.2.

Таблица 6.2 – 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

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 6.2.

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

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

$$A_m = K_2 (A_{изм} - A_{\phi}), \quad (6.1)$$

где K_2 – пересчетный коэффициент, равный 20.

Пример измерения. Фоновые показания прибора равны 190; 214; 256; 221 и 235 (значащие части 4-разрядных 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 4-разрядные 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 цезия-137 значение K_2 принимается равным 200.

11 Результаты, полученные с помощью приборов РКСБ-104, сравнить с РДУ-2001 (таблица 6.3), сделать выводы и предложить способы снижения содержания радионуклидов в исследуемых продуктах питания.

Таблица 6.3 – Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-2001)

Наименование продукта	РДУ-2001 для цезия-137, Бк/кг, Бк/л
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

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?
- 4 Горизонтальная и вертикальная миграция радионуклидов.
- 5 Дары леса, сильно накапливающие радионуклиды.

7 Лабораторная работа № 7. 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.

7.1 Теоретическая часть

Химическое опасное вещество (ХОВ) – это химическое соединение, которое в ограниченных количествах, превышающих предельно допустимые концентрации (ПДК), может оказывать вредное воздействие на людей, сельскохозяйственных животных, растения и вызывать у них поражения различной степени тяжести.

По степени токсичности химические вещества делят на шесть групп: чрезвычайно токсичные, высокотоксичные, сильно токсичные, умеренно токсичные, мало токсичные и почти не токсичные.

К чрезвычайно токсичным и высокотоксичным ХОВ относятся органические 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.

По синдрому интоксикации ХОВ делят на семь групп:

- 1) вещества с преимущественно удушающим действием (хлор, треххлористый фосфор, оксидхлорид фосфора, фосген, хлорпикрин, хлорид серы и др.);
- 2) вещества общедовитого действия (оксид углерода, синильная кислота, водород мышьяковистый, динитрилфенол, этиленхлоргидрин, акролеин и др.);

3) вещества, обладающие удушающим и общеядовитым действием (сернистый ангидрид, сероводород, оксиды азота, акрилонитрил);

4) нейротропные яды, т. е. вещества, воздействующие на генерацию и передачу нервного импульса (ртуть, оксид этилена, сероуглерод и др.);

5) вещества, обладающие удушающим и нейротропным действием: аммиак, ацетонитрил, кислота бромистоводородная, метил хлористый и др.;

6) метаболические яды: дихлорэтан, оксид этилена и др.;

7) вещества, нарушающие обмен веществ в организме (диоксины и др.).

Отравляющие вещества (ОВ) – это токсические химические соединения, обладающие определенными свойствами, которые делают возможным их боевое применение в целях поражения людей, животных и заражения местности на длительный период.

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.

7.2 Универсальный газоанализатор УГ-2

Назначение, устройство и принцип работы УГ-2. Универсальный газоанализатор УГ-2 предназначен для определения наличия в воздухе ХОВ (таблица 7.1) и их концентраций в пределах ПДК.

Таблица 7.1 – 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

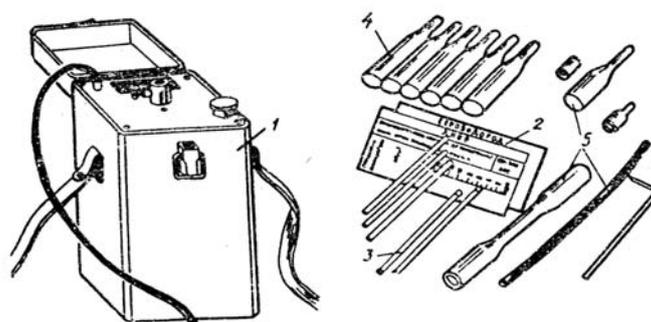
Принцип действия газоанализатора УГ-2 основан на просасывании воздуха, содержащего вредные газы (пары), через индикаторную трубку воздухозаборным устройством. Образование окрашенного столбика в индикаторной

трубке происходит вследствие реакции, возникающей между анализируемым газом (паром) и реактивом наполнителя индикаторной трубки. При этом происходит образование цветного продукта, отличного от исходного.

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.

Внешний вид и состав прибора показан на рисунке 7.1.



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

Рисунок 7.1 – Универсальный газоанализатор УГ-2

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.
- 4 Классификация химических веществ по степени токсичности.
- 5 Классификация химических веществ по синдрому интоксикации.

Список литературы

- 1 Безопасность жизнедеятельности : учебное пособие / А. В. Щур [и др.]. – Рязань, 2018. – 328 с.
- 2 Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность / С. В. Дорожко [и др.]. – Минск: Дикта, 2009. – 305 с.