

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.ДВ.05.02 Методы лабораторного анализа

**Направление подготовки:** 36.03.01 Ветеринарно-санитарная экспертиза

**Профиль образовательной программы:** Ветеринарно-санитарная экспертиза

**Форма обучения :** Заочная

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Конспект лекций .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Лекция № 1 Устройство лабораторий, организация работы. Техника безопасности при работе в лаборатории.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Лекция № 2 Лабораторная посуда, оборудование, химические реактивы...</b>	<b>17</b>
<b>2. Методические материалы по выполнению лабораторных работ .....</b>	<b>21</b>
<b>2.1 Лабораторная работа № ЛР-1 Растворы, приготовление растворов различной концентрации .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2 Лабораторная работа № ЛР-2 Основы химического анализа .....</b>	<b>23</b>

## **1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ**

### **1. 1 Лекция № 1 ( 4 часа).**

**Тема:** «Устройство лабораторий, организация работы. Техника безопасности при работе в лаборатории»

#### **1.1.1 Вопросы лекции:**

1. Устройство лабораторий, организация работы. Техника безопасности при работе в лаборатории.
2. Правила работы с инфекционными материалами, режимы дезинфекции.
3. Правила работы с ядами кислотами, щелочами, меры безопасности.
4. Изучение видов медицинских лабораторий, организации работы клинических лабораторий.
5. Организация работы микробиологических, вирусологических лабораторий.
6. Организация работы иммунологических лабораторий.

#### **1.1.2 Краткое содержание вопросов:**

##### **1. Устройство лабораторий, организация работы. Техника безопасности при работе в лаборатории**

Для организации работы лаборатории, в зависимости от ее профиля, обеспечивается необходимое количество помещений, Помещения лаборатории, в отделениях которых проводится работа с возбудителями заразных болезней, должны располагаться в отдельном здании или в изолированной части здания и иметь не менее двух входов (на "чистую" и "грязную" части).

Лаборатория должна быть обеспечена водопроводом, канализацией, электричеством, боксами с приточно-вытяжной вентиляцией с механическим побуждением, центральным отоплением и горячим водоснабжением, газифицирована.

В случае отсутствия в населенном пункте водопровода и канализации, устраивают местный водопровод, канализацию и очистные сооружения с обеззараживающими установками.

В лаборатории должны быть оборудованы водопроводные раковины для мытья рук персонала и раковины, предназначенные для мытья инвентаря. Высушивание рук производится электрополотенцами.

Помещения должны оборудоваться легко открываемыми фрамугами и форточками, обеспеченными в летнее время мелкими сетками, и вытяжными шкафами с побудительной вентиляцией (скорость движения воздуха при открытых створках не менее 1 м/сек.).

Створки вытяжных шкафов во время работы должны быть максимально закрыты (опущенными с небольшим зазором внизу для тяги), открывать их надо только во время обслуживания приборов и установок. Приподнятые створки должны прочно укрепляться приспособлениями, исключающими неожиданное падение этих створок.

Выключатели вентиляции вытяжных шкафов должны располагаться вблизи их, розетки для включения приборов, располагающихся в шкафах, следует выносить на их наружные панели.

Газовые краны вытяжных шкафов должны быть расположены у передних бортов (краев) с учетом устранения возможности случайного их открывания. Штепсельные розетки должны размещаться на торцевой стороне рабочего стола вне вытяжного шкафа.

Вентиляция помещений лабораторий должна оборудоваться в соответствии со СНиП-69-78 "Нормы проектирования лечебнопрофилактических учреждений". При эксплуатации вентиляционных устройств, помимо выполнения положений "Инструкции по эксплуатации и контролю эффективности вентиляционных устройств на объектах здравоохранения" от 20.03.75 г. "1231-75 и ГОСТа 12.3.018-79 ССТБ, необходимо приказом руководителя (главного врача санэпидстанции) назначить лицо, непосредственно отвечающее за эксплуатацию систем вентиляции.

Принцип устройства вентиляции должен быть построен так, чтобы давление в коридорах было несколько выше, чем в лабораторных комнатах и боксах. Воздух из коридора в боксы должен проходить через верхнее отверстие, оборудованное фильтрованием (фильтровальными установками).

Все помещения лабораторий должны иметь естественное и искусственное освещение, отвечающее требованиям, предусмотренным строительными нормами и правилами. Для отдельных комнат (термальная комната, фотолаборатория и др.) допускается отсутствие естественного освещения. В каждой комнате должен быть общий выключатель.

Температура воздуха в лабораторных помещениях должна поддерживаться в пределах 18-21°. Для районов III и IV климатических зон в летний период устанавливаются кондиционеры с охлаждением воздуха.

Стены в лабораторных помещениях должны быть облицованы глазурованной плиткой на высоту 1,5 м или выкрашены масляной краской светлых тонов; в боксах, операционных и манипуляционных комнатах, в виварии - белой плиткой или плиткой из гладких синтетических материалов. Ширина основных проходов к рабочим местам или между двумя рядами оборудования должна быть не менее 1,5 метров с учетом выступающих конструкций.

Помещения лаборатории должны быть непроницаемы для грызунов. Полы в лабораторных помещениях покрываются линолеумом или релином; в боксах, операционных и виварии - гладкой плиткой.

Стол, на которых проводятся микроскопические исследования при дневном свете, должны размещаться у окон.

Рабочие поверхности столов следует изготавливать из водонепроницаемого, кислото-щелочеустойчивого, негорючего материала, не портящегося от обработки кипятком и дезинфицирующими растворами.

Лабораторная мебель должна быть окрашена масляной или эмалевой краской светлых тонов. Внутренние и наружные поверхности мебели не должны иметь щелей и пазов, затрудняющих обработку обеззараживающими веществами.

Помещения лабораторий должны располагаться по ходу производства анализов и обеспечиваться рациональным размещением в отношении основных потоков технологического процесса.

Регистратуру и помещение для приема проб в бактериологических лабораториях целесообразно размещать при входе в лабораторию; помещения посевной и рабочей комнат на кишечные инфекции нужно размещать смежно и приближенно к помещению

для приема проб с учетом соблюдения поточности работы с зараженным материалом; автоклавные, моечные, препараторскую и средоварную необходимо сгруппировать в один узел. При наличии в бактериологической лаборатории бактериологического пункта необходимо оборудовать отдельные туалеты для персонала и обследуемых.

Вместо расстановки нескольких термостатов в бактериологических лабораториях целесообразно оборудовать термальную комнату в изолированном темном помещении, включающую термальную камеру (площадь 7-8 кв.м) и предбоксник (3-4 кв.м), стены которой покрываются теплоизоляционным материалом, а вдоль стен устанавливаются стеллажи, покрытые легко дезинфицирующимся материалом.

Бокс комплектуется из двух отделений: собственно бокса и предбоксника, разобщенных между собой стеклянной перегородкой. Предбоксник служит для одевания дополнительной одежды и проведения вспомогательных работ. В целях противопожарной безопасности боксы должны быть обеспечены средствами пожаротушения: огнетушители или шерстяные и асбестовые одеяла.

В коридорах или на хорошо доступных местах должны быть размещены щиты с набором противопожарного инвентаря и установлены пожарный гидрант и огнетушитель. Огнетушители следует размещать в помещениях, где проводится работа с огне- или взрывоопасными реактивами и опасными в пожарном отношении нагревательными приборами.

Аппаратура и оборудование должны размещаться в каждой лаборатории таким образом, чтобы обеспечивалось наибольшее удобство в работе и наименьшие затраты времени на переходы.

Необходимо учесть, что умелая эксплуатация помещений, бережное отношение к оборудованию, инвентарю, аппаратуре, забота о содержании в чистоте и порядке рабочего места - необходимые элементы производственной эстетики, санитарии и гигиены.

В помещении лаборатории запрещается:

а) оставлять без присмотра зажженные горелки и другие нагревательные приборы, работать на горелках с неисправными кранами, держать вблизи горящих горелок вату, марлю, спирт и другие воспламеняющиеся вещества;

б) убирать случайно пролитые огнеопасные жидкости при зажженных горелках и включенных электронагревательных приборах;

в) зажигать огонь и включать ток, если в лаборатории пахнет газом. Предварительно необходимо определить и ликвидировать утечку газа и проветрить помещение. Место утечки газа определяется с помощью мыльной воды. Все мероприятия по устранению утечки газа должны проводиться аварийной службой Гор.газа;

г) проводить работы, связанные с перегонкой, экстрагированием, растиранием вредных веществ и т.д., при неисправной вентиляции;

д) при работе в вытяжном шкафу держать голову под вытяжным отверстием;

е) пробовать на вкус и вдыхать неизвестные вещества;

ж) наклонять голову над сосудом, в котором кипит или в который налита быстро испаряющаяся жидкость;

з) хранить запасы ядовитых, сильнодействующих, взрывоопасных веществ и растворов на рабочих столах и стеллажах;

и) хранить и применять реактивы без этикеток;

к) хранить в рабочих помещениях какие-либо вещества неизвестного происхождения;

л) курить, хранить и принимать пищу, а также в боксах и комнатах, предназначенных для работы с инфекционным материалом, выращивать цветы в вазонах;

м) работать без специальной или санитарной одежды и предохранительных приспособлений;

н) выполнять работы, не связанные с заданием;

о) сушить что-либо на отопительных приборах;

п) загромождать и захламлять проходы и коридоры, а также проходы к средствам пожаротушения.

В целях исключения поражений электрическим током запрещается:

- переносить включенные приборы и ремонтировать оборудование, находящееся под током;

- вешать на электрические приборы, штепсельные розетки, выключатели и электропровода различные вещи и предметы, укреплять провода веревкой или проволокой.

Каждый сотрудник лаборатории должен иметь закрепленное за ним рабочее место. Перед началом работы следует одеть спецодежду, которая хранится в индивидуальных шкафчиках, раздельно с верхней одеждой. Тип защитного костюма и частота его смены определяются в зависимости от характера выполняемой работы.

Нагревание легковоспламеняющихся жидкостей до 100° необходимо производить на водяных банях. Запрещается опускать колбу с легковоспламеняющейся жидкостью в горячую воду без предварительного постепенного подогрева. Нагревание легковоспламеняющихся жидкостей выше 100° производить на масляных банях, причем температура бань не должна превышать температуры самовоспламенения нагреваемой жидкости.

При работе со спиртовкой или с легковоспламеняющимися жидкостями необходимо иметь под рукой одеяло, плотную ткань и т.д. для быстрого тушения огня в случае аварии.

При работе со стеклянными приборами необходимо соблюдать следующие приемы:

- защищать руки полотенцем при сборе стеклянных приборов или соединений отдельных частей их с помощью каучука; при разламывании стеклянных трубок придерживать левой трубку около надпила;

- при закрывании колбы, пробирки или другого тонкостенного сосуда пробкой держать сосуд за верхнюю часть горлышка ближе к месту, куда должна быть вставлена пробка, защищая руку полотенцем;

- оплавливать и смачивать водой концы трубок и палочек до надевания каучука; при плавлении концов трубок и палочек пользоваться держателями.

Чтобы избежать травмирования при резании стеклянных трубок, сборке и разборке приборов, изготовленных из стекла, необходимо соблюдать следующие меры безопасности:

- а) стеклянные трубки небольшого диаметра ломать после надрезки их напильником, предварительно защитив руки полотенцем;

б) при вставлении стеклянных трубок в резиновые пробки или резиновые трубки (при сборке приборов) предварительно смочить снаружи стеклянную трубку и внутренние края резиновой трубки или отверстие в пробке водой, глицерином или вазелиновым маслом. Острые края стеклянных трубок должны быть оплавлены. Во всех случаях руки необходимо защищать полотенцем во избежание ранения от поломки стекла;

в) собирать стеклянные приборы и стеклянные детали в местах, оборудованных подкладками (пеноуретан, резина и др.);

г) при вставлении стеклянных трубок или термометра в просверленную пробку, последнюю не упирать в ладонь, а держать за боковые стороны. Трубку или термометр держать как можно ближе к вставляемому в пробку концу.

Нагретый сосуд нельзя закрывать притертой пробкой до тех пор пока он не охладится.

При переливании жидкостей (кроме жидкостей, содержащих возбудителей инфекционных заболеваний) необходимо пользоваться воронкой.

Нагревая жидкость в пробирке, необходимо держать последнюю так, чтобы отверстие было направлено в сторону от себя и соседей по работе.

При переносе сосудов с горячей жидкостью следует пользоваться полотенцем, сосуд при этом необходимо держать обеими руками: одной за дно, а другой за горловину.

Большие химические стаканы с жидкостью нужно поднимать только двумя руками так, чтобы отогнутые края стакана опирались на указательные пальцы.

Работы, при проведении которых возможно бурное течение процесса, перегрева стеклянного прибора или его поломка с разбрызгиванием горячих и едких продуктов, должны выполняться в вытяжных шкафах на противнях. Работу проводят в очках, перчатках и резиновом фартуке.

Во избежание "выброса" перегоняемой жидкости в колбу помещают стеклянные капилляры или кусочки прокипяченной и высушенной пемзы.

Перед перегонкой горючих веществ пускают холодную воду в холодильник. Когда ток воды установится, включают нагревание, колбу приемника ставят на противень. Нельзя оставлять прибор без наблюдения.

При закупоривании сосудов с реактивами пробками следует учитывать свойства реактивов. Резиновые пробки сильно набухают под действием некоторых реактивов - спирта, бензола, ацетона, эфира. Под действием галогенов (брома, йода) резиновые пробки становятся хрупкими, теряют эластичность. Такие реактивы лучше закупоривать стеклянными притертыми пробками. Щелочь нельзя закупоривать притертыми пробками. Внутренняя поверхность горла сосуда смачивается щелочью, а затем под влиянием углекислого газа между пробкой и горлом образуются карбонаты, которые плотно заклинивают пробку.

Для предотвращения переутомления и порчи зрения при микроскопировании и пользовании другими оптическими приборами необходимо обеспечить правильное освещение поля зрения, предусмотренное для данного микроскопа или прибора, не закрывать неработающий глаз, работать попеременно то одним, то другим глазом и делать перерывы на пять минут через полчаса работы.

Насасывание в пипетки растворов химических реактивов и жидкостей, содержащих возбудителей инфекционных заболеваний, производят с помощью резиновой груши или автоматической пипетки, насасывание ртом не допускается.

Использованную химическую посуду и приборы, содержавшие кислоты, щелочи и другие едкие и вредные вещества, освобождают от остатков этих веществ, обезвреживают, передают в мойку.

С целью контроля за загрязнением воздуха в санитарно-гигиенических отделениях лабораторий следует периодически (не реже 1 раза в квартал и при подозрении) брать анализы на вредные вещества, а в боксах бактериологических лабораторий, не менее 2 раз в неделю - на патогенные микроорганизмы.

Сотрудники лабораторий и отделений должны проходить ежегодно диспансеризацию в соответствии с действующими приказами МЗ СССР. Результаты по диспансеризации должны находиться у администрации учреждения. Беременным женщинам запрещаются работы с ядовитыми веществами и живыми вирусами.

## **2. Правила работы с инфекционными материалами, режимы дезинфекции.**

С инфекционным материалом следует обращаться крайне осторожно. При распаковке его банки необходимо протирать снаружи дезинфицирующим раствором и ставить их на поднос или в кювет. Рабочее место на столе покрывают несколькими слоями марли, увлажненной 3 – 5 % раствором хлорамина. Жидкости, содержащие вирусы, переливают над кюветами с дезинфицирующим раствором. При работе с пипеткой пользуются грушей. Пипетки, предметные стекла, стеклянную посуду и резиновые изделия, задействованные в работе с инфекционным материалом, обеззараживают погружением в 5 % раствор хлорамина или растворы фенола, лизола, серной кислоты. Запрещается выносить из лаборатории оборудование, инвентарь, материалы и т. д. без предварительной их дезинфекции. По окончании работы рабочее место приводят в порядок и дезинфицируют. Вирусосодержащий материал, необходимый для дальнейшей работы, ставят на хранение в холодильник и опечатывают. Руки в перчатках промывают в банке с 5 % раствором хлорамина, затем перчатки снимают, обеззараживают вторично, дезинфицируют и моют.

Различают три режима дезинфекции: Р-1, Р- 2, Р -3. Режим определяется в соответствии с нормативами ОСТа 42-21-2-85 «Стерилизация и дезинфекция изделий медицинского назначения. Методы, средства, режимы», таблица №9; - приказа МЗ СССР №720 от 1978г «Об улучшении медицинской помощи больным с гнойными хирургическими заболеваниями и усилениями мероприятий по борьбе с внутрибольничными инфекциями», приложение №4;

- приказа МЗ СССР № 408 от 1989г «О мерах по снижению заболеваемости вирусными гепатитами в стране»;

- приказа МЗ СССР №916 от 1983г «Об утверждении инструкции по санитарно-противоэпидемическому режиму и охране труда персонала инфекционных больниц (отделений)», приложение «1,2.

Р -1 – направлен на уничтожение бактерий кишечной группы и респираторных вирусов.

Р – 2 – направлен на уничтожение микобактерий туберкулеза и грибов.

Р – 3 – направлен на уничтожение парентеральных вирусов (гепатиты и ВИЧ)

В современных дезинфектантах, предусматриваются отдельно режимы уничтожения грибковой микрофлоры и микобактерий туберкулеза.



### **3. Правила работы с ядами кислотами, щелочами, меры безопасности**

При работе с концентрированными кислотами и щелочами соблюдают следующие меры предосторожности:

- всю работу проводят в вытяжном шкафу;
- во время работы надевают очки, резиновые перчатки, нарукавники и резиновый фартук;
- для переливания из бутылей кислот, щелочей и др. агрессивных жидкостей пользуются специальными сифонами;
- концентрированную кислоту отбирают из сифона только при помощи специальной пипетки с грушей, сифоном или мерным цилиндром;
- при приготовлении разведенных растворов кислот вначале в сосуд наливают необходимое количество воды, а затем понемногу приливают кислоту;
- при приготовлении растворов щелочей определенную навеску щелочи опускают в большой сосуд с широким горлом, заливают необходимым количеством воды и тщательно перемешивают;
- разбивание больших кусков едкой щелочи на мелкие производят в специально отведенном месте, при этом разбиваемые куски накрывают бельтином или другим материалом. При выполнении этой работы пользуются защитными очками, фартуком и перчатками;
- концентрированные кислоты и щелочи выливают в раковину после предварительной нейтрализации их или разбавления водой;
- большие количества кислот и щелочей хранят в специальных складских помещениях, оборудованных вентиляцией;
- концентрированные кислоты и щелочи внутри лаборатории хранят в специально отведенном месте в исправных корзинах или обрешетке, выложенных минеральной ватой или стружкой;
- бутыли с кислотами, щелочами и др. едкими веществами переносят вдвоем в специальных ящиках или корзинах или перевозят на специальной тележке. Перед транспортировкой кислот, щелочей и др. агрессивных жидкостей проверяют исправность тары.

При приготовлении рабочих растворов, навесок и других токсических веществ, вызывающих поражение кожи или всасывающихся через нее, а также при работе с веществами, сведения о кожном действии которых отсутствуют, необходимо пользоваться резиновыми перчатками.

При работе с легковоспламеняющимися веществами (эфир, бензин, бензол, ацетон, спирт и др.) необходимо выполнять следующие требования:

- все операции с легковоспламеняющимися и взрывоопасными веществами производят в вытяжном шкафу без применения огня. В момент работы в помещении следует потушить горелки, не зажигать спичек, не курить, выключить муфельную печь и электроприборы, при работе которых может возникнуть пожар;
- нагревание легковоспламеняющихся веществ производят в вытяжном шкафу на песчаной или водяной бане с закрытым электронагревом;

- горючие и легковоспламеняющиеся жидкости хранят в толстостенных склянках и железных ящиках, выложенных асбестом. Ящики устанавливают в месте, удаленном от проходов, тепловыделяющих поверхностей, с удобным подходом к ним;

- на рабочем месте разрешается иметь огнеопасные и взрывоопасные вещества в количествах, необходимых для выполнения в данный момент операции;

- при воспламенении указанных веществ для тушения используют огнетушитель, песок, листовой асбест, войлок, шерстяное одеяло и т.п.;

- при возникновении пожара надлежит закрыть окна, форточки, выключить вентиляцию, моторы и др. электроприборы, вынести во двор горючие жидкости, металлический натрий и баллоны с горючим газом;

- металлический натрий, калий, фосфор и литий тушат сухим песком.

При работе с 3,4-бензпиреном необходимо соблюдать следующие требования:

- процесс экстрагирования, хроматографического фракционирования и растворения необходимо проводить в вытяжном шкафу;

- при работе с источником ультрафиолетового излучения работающий обязан надевать специальные темные очки, сам источник должен иметь черное ограждение для защиты глаз рабочего, над источником ультрафиолетового излучения необходимо иметь местную вытяжную вентиляцию;

- при переливании жидкого азота работающий должен одевать на лицо специальную защитную маску из прозрачного плексигласа;

- после окончания анализа необходимо разрушить оставшийся 3,4-бензпирен, для чего следует отогнать или выпарить растворитель, остаток смолистых веществ залить хромовой смесью на 1 - 2 часа, после чего посуду промыть обычными методами;

- все виды работ при производстве анализа на 3,4-бензпирен следует проводить в резиновых перчатках, которые после работы тщательно моют горячей водой с мылом;

- после окончания работы руки и рабочее место должны быть обработаны этиловым спиртом.

Отработанные горючие жидкости собирают в специальную герметично закрывающуюся тару и передают для регенерации или уничтожения. Спуск их в канализацию воспрещается.

Вентиляция во всех помещениях лаборатории должна включаться до начала работы. Контроль за работой вентиляции поручается специально выделенному лицу.

Перед окончанием работы выключают вытяжной шкаф, все электроприборы и закрывают газовые и водопроводные краны.

Работы, связанные с выделением и образованием вредных, ядовитых, огнеопасных паров, газов и т.д., должны проводиться в вытяжном шкафу под тягой. При неисправности вентиляции работы в вытяжных шкафах немедленно прекращаются.

Створки вытяжных шкафов вне работы необходимо держать закрытыми. Во время работы стремиться как можно меньше открывать их. Приподнятые створки должны быть прочно укреплены.

При всех работах, сопровождающихся выделением вредных газов и паров, у места их образования должны устанавливаться ловушки, обеспечивающие их поглощение.

Рабочие столы и вытяжные шкафы при работе с огнем должны покрываться огнестойкими и термостойкими материалами, а при работе с кислотами и др. едкими веществами - антикоррозийными материалами.

Выполнение работ, связанных с выделением пыли или образованием мелких кусочков веществ (просеивание, измельчение), а также операции, при которых возможно разбрызгивание жидкости, должны производиться в вытяжном шкафу под тягой в защитных очках, фартуках и нарукавниках (из легкого и негорючего материала); в необходимых случаях используются также респираторы.

Сосуды, предназначенные для работы под давлением или вакуумом, предварительно испытывают на максимальное давление и максимальное разрежение и обеспечивают конструктивными ограждениями для защиты работающих в случае аварии.

При смешивании веществ, которое сопровождается выделением тепла, необходимо пользоваться термостойкой химической фарфоровой или полиэтиленовой посудой.

Нагретые сосуды до полного остывания нельзя закрывать пробками.

Нагревая жидкость в пробирке и др. сосудах, необходимо держать их в специальном держателе и направлять в сторону от себя и соседей по работе.

Нагревание ядовитых веществ должно производиться только в круглодонных колбах и не на открытом огне.

К работам, связанным с применением ртути или ртутных приборов и аппаратов, допускаются сотрудники, прошедшие специальный инструктаж и проверку знаний Инструкции по устройству и санитарному содержанию помещений, а также по мерам личной профилактики при работах с металлической ртутью в лабораториях, утвержденной Всесоюзной государственной санитарной инспекцией 8 мая 1941 г.

При авариях, связанных с боем посуды, в которой находились химические вещества, следует немедленно их нейтрализовать, после чего производить уборку.

Уборка помещений, в которых пролиты горючие или легковоспламеняющиеся жидкости, допускается только после выключения горелок и электронагревательных приборов.

При загрязнении ядовитыми веществами спецодежды и полотенца следует немедленно сменить их и передать для нейтрализации и стирки.

Спуск в канализацию отработанных жидкостей, могущих вызвать образование вредных газов, разрешается только после их обезвреживания.

В лабораториях должен иметься аварийный запас индивидуальных противогазов и огнетушителей.

По окончании работы следует тщательно вымыть руки, вычистить зубы и прополоскать рот.

Условия совместного хранения ядовитых и химических веществ должны соответствовать требованиям Министерства здравоохранения СССР от 7 мая 1963 г. N 210 "О хранении, отпуске, учете ядовитых и сильнодействующих лекарственных средств" и правилам совместного хранения огне- и взрывоопасных веществ.

При работе в токсикологической лаборатории необходимо соблюдать следующие требования:

- помещение затравочной должно быть максимально отдалено от остальных помещений и снабжено приточно-вытяжной вентиляцией;
- в затравочной должна быть оборудована специальная вентиляция (приточная или вытяжная) в целях создания условий для динамических затравок в камерах;

- при проведении камерных затравок животных подача изучаемого вещества должна начинаться после окончания загрузки животных в камеру и тщательной герметизации последней;
- процесс затравки следует вести, поддерживая в камере отрицательное давление 5 - 6 мм водяного столба, что предотвращает поступление паров изучаемых веществ в помещение затравочной;
- по окончании затравки следует прекратить подачу исследуемого вещества в камеру за 10 - 15 минут до выгрузки животных и проветрить камеру чистым воздухом, после чего можно разгерметизировать камеру и приступить к выгрузке животных;
- во время периода затравок должен быть введен график дежурств лаборантов, в обязанности которых входит проведение затравок, наблюдение за режимом в затравочных камерах, отбор проб воздуха из камер, доставка животных из вивария;
- в помещениях токсикологической лаборатории, где ведутся работы с токсическими веществами, запрещается прием пищи.

#### **4. Изучение видов медицинских лабораторий, организации работы клинических лабораторий**

Медицинская лаборатория – структурное подразделение медицинской организации на правах диагностического отделения или медицинская организация, специализирующаяся на выполнении лабораторных исследований в соответствии с утверждённой Министерством здравоохранения Российской Федерации номенклатурой медицинских организаций.

Наименование медицинской лаборатории, как структурного подразделения медицинской организации, формируется в соответствии с направлением деятельности медицинской лаборатории согласно приказа Министерства здравоохранения Российской Федерации от 21 февраля 2000 г. № 64 «Об утверждении номенклатуры клинических лабораторных исследований».

Экспресс-лаборатория – медицинская лаборатория или структурное подразделение в составе медицинской лаборатории, создаваемое в медицинской организации с целью выполнения в круглосуточном режиме жизненно важных клинических лабораторных исследований для пациентов при ургентных состояниях в непосредственной близости от операционных блоков, реанимационных отделений, палат интенсивной терапии, обеспечивающее выполнение экстренных и неотложных лабораторных исследований в предельно короткие сроки от взятия пробы до сообщения результата :

- экстренные лабораторные исследования - в течение 3-15 минут,
- неотложные лабораторные исследования - в течение 30-60 мин.

Медицинская лаборатория размещается в специализированных помещениях, полностью оборудованных в соответствии с требованиями правил организации по стандартизации, строительных норм и правил, правил по устройству, эксплуатации и техники безопасности, санитарно-гигиенических правил, установленных нормативно-правовыми актами Российской Федерации (РФ).

Медицинская лаборатория в своей деятельности руководствуется законодательством РФ, нормативными и распорядительными документами Министерства здравоохранения РФ, приказами руководителя медицинской организации, а также

настоящим Положением. Организация работы медицинской лаборатории осуществляется в соответствии с Правилами обеспечения клинической безопасности получения и применения лабораторной информации (приложение 6) и в соответствии с рекомендациями референс-лаборатории и Федерального центра по организации и обеспечению качества проведения клинических лабораторных исследований и подтверждения спорных результатов лабораторных исследований.

Оснащение медицинской лаборатории осуществляется в соответствии с профилем и задачами медицинской организации согласно аудиту и рекомендациям референс-лаборатории.

Структура, штатное расписание и нагрузка персонала медицинской лаборатории определяются в соответствии с перечнем и сроком выдачи результатов клинических лабораторных исследований медицинской лаборатории и расчетными нормами времени на проведение клинических лабораторных исследований (приложение 7) согласно аудиту и рекомендациям референс-лаборатории.

Структуру, штатную численность, должностные инструкции сотрудников и перечень клинических лабораторных исследований медицинской лаборатории утверждает руководитель медицинской организации.

Сотрудники медицинской лаборатории назначаются на должности и освобождаются от занимаемых должностей приказом руководителя медицинской организации в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Руководство медицинской лабораторией.

Руководство медицинской лабораторией осуществляет заведующий медицинской лабораторией, который подчиняется руководителю медицинской организации.

## **5. Организация работы микробиологических, вирусологических лабораторий**

### **Правила работы в микробиологических лабораториях**

Работа в микробиологической лаборатории медицинского учреждения проводится с возбудителями инфекционных заболеваний—патогенными микроорганизмами. Поэтому для предохранения от заражения персонал обязан строго соблюдать правила внутреннего распорядка,

1. Все сотрудники должны работать в медицинских халатах, шапочках и сменной обуви. Вход в лабораторию без халата категорически воспрещен. В необходимых случаях работающие надевают на лицо маску из марли. Работа с особо опасными микроорганизмами регламентируется специальной инструкцией и проводится в режимных лабораториях.

2. В лаборатории запрещается курить и принимать пищу.

3. Рабочее место должно содержаться в образцовом порядке. Личные вещи сотрудников следует хранить в специально отведенном месте.

4. При случайном попадании заразного материала на стол, пол и пр. это место необходимо тщательно обработать дезинфицирующим раствором.

5. Хранение, наблюдение за культурами микроорганизмов и их уничтожение должны производиться согласно специальной инструкции. Все культуры патогенных микроорганизмов регистрируют в специальном журнале.

6. По окончании работы руки следует тщательно вымыть, а при необходимости обработать дезинфицирующим раствором.

### **Принципы организации и оборудование бактериологической, вирусологической и серологической лабораторий**

Бактериологические, вирусологические и серологические лаборатории входят в состав санитарно-эпидемиологических станций (СЭС) и крупных больниц. В лабораториях СЭС выполняются бактериологические, вирусологические и серологические анализы материалов, полученных от больных и контактировавших с ними лиц, обследуются бактерионосители и проводятся санитарно-микробиологические исследования воды, воздуха, почвы, пищевых продуктов и различных предметов.

В бактериологических и серологических лабораториях больниц проводятся диагностические исследования при кишечных и гнойных инфекциях, дифтерии, туберкулезе и др., а также исследования по контролю за качеством дезинфекции и стерилизации. Диагностика особо опасных инфекций (чума, туляремия, бруцеллез и др.) осуществляется в специальных лабораториях, организация и деятельность которых строго регламентированы.

В вирусологических лабораториях проводится диагностика заболеваний, вызванных вирусами (грипп, полиомиелит и др.), хламидиями (орнитоз и др.) и риккетсиями (сыпной тиф, Ку-лихорадка и др.). При организации и оборудовании вирусологических лабораторий учитывается специфика работы с вирусами, клеточными культурами и куриными эмбрионами, требующая строжайшей асептики.

Лаборатории обычно размещаются в нескольких помещениях, которые в зависимости от объема работы и целевого назначения занимают определенную площадь. В каждой лаборатории предусмотрены: а) боксы для работы с отдельными группами бактерий или вирусами; б) помещения для серологических исследований, приготовления питательных сред, стерилизации, мойки посуды; в) виварий с боксами для здоровых и подопытных животных; г) регистратура для приема и выдачи анализов. Наряду с этими помещениями в вирусологических лабораториях имеются боксы для специальной обработки исследуемого материала и для работы с клеточными культурами.

Лаборатории снабжены следующим оборудованием: биологическими иммерсионными микроскопами с дополнительными приспособлениями (осветитель, фазово-контрастное устройство, темнопольный конденсор и др.), люминесцентным микроскопом, термостатами, приборами для стерилизации (автоклав, сушильный шкаф, свертыватели), рН-метрами, аппаратом для получения дистиллированной воды (дистиллятор), центрифугами, техническими, аналитическими весами, аппаратурой для фильтрации (фильтр Зейтца и др.), водяными банями, холодильниками, аппаратом для изготовления ватно-марлевых пробок, набором инструментов (бактериологические петли, шпатели, иглы, пинцеты и др.), лабораторной посудой (пробирки, колбы, чашки Петри, матрацы, флаконы, ампулы, пастеровские и градуированные пипетки) и др.

В лаборатории имеется место для окраски микроскопических препаратов, где находятся растворы красок, спирт, кислоты, фильтровальная бумага и пр. Каждое рабочее место снабжено газовой горелкой или спиртовкой и банкой с дезинфицирующим раствором. Для повседневной работы лаборатория должна располагать необходимыми питательными средами, химическими реактивами, диагностическими препаратами и другими лабораторными материалами. В крупных лабораториях имеются термальные

комнаты для массового выращивания микроорганизмов, постановки серологических реакций.

## **6. Организация работы иммунологических лабораторий**

Бактериологические, вирусологические и серологические лаборатории входят в состав санитарно-эпидемиологических станций (СЭС) и крупных больниц. В лабораториях СЭС выполняются бактериологические, вирусологические и серологические анализы материалов, полученных от больных и контактировавших с ними лиц, обследуются бактерионосители и проводятся санитарно-микробиологические исследования воды, воздуха, почвы, пищевых продуктов и различных предметов.

В бактериологических и серологических лабораториях больниц проводятся диагностические исследования при кишечных и гнойных инфекциях, дифтерии, туберкулезе и др., а также исследования по контролю за качеством дезинфекции и стерилизации. Диагностика особо опасных инфекций (чума, туляремия, бруцеллез и др.) осуществляется в специальных лабораториях, организация и деятельность которых строго регламентированы.

Вся работа с микробами проводится в лабораториях, которые в зависимости от основных задач могут быть научно-исследовательскими, диагностическими или производственными.

Лаборатория -- это учебное, научное или производственное учреждение или же подразделение учреждения/предприятия, выполняющее экспериментальные, контрольные или аналитические исследования.

В системе органов здравоохранения имеются:

1. Клинико-диагностические лаборатории общего или специального (биохимическая, бактериологическая, иммунологическая, цитологическая и др.) типов, входящие в состав больниц, поликлиник, диспансеров и других лечебно-профилактических учреждений.
2. Бактериологические лаборатории Госсанэпиднадзора.
3. Санитарно-бактериологические лаборатории Госсанэпиднадзора.
4. Санитарно-химические лаборатории Госсанэпиднадзора.
5. Центральные (ЦНИЛ), проблемные, отраслевые, учебные лаборатории вузов.
6. Специализированные лаборатории (особо опасных инфекций и др.).

Углубление знаний о природе микробов и разделение инфекций на бактериальные, вирусные, грибковые, протозойные, хламидийные, риккетсиозные и другие отражается и на специфике работы микробиологических лабораторий. В настоящее время лаборатории и более крупные лабораторные учреждения (отделы, институты, производственные предприятия), как правило, специализированы и работают с той или иной группой микробов.

Все работы с вирусами проводятся в вирусологических лабораториях, оснащенных соответствующим оборудованием и использующих специальные методы исследования. Существуют микологические и протозоологические лаборатории. Специализированный характер приобретают и бактериологические лаборатории, в которых работа концентрируется на определенных группах бактерий, например: риккетсиозные, туберкулезные, лептоспирозные, анаэробные и др. Иммунологические исследования проводятся в иммунологических лабораториях, хотя отдельные виды исследований,

например, серодиагностика инфекционных болезней, могут выполняться и в микробиологических лабораториях.

Лабораторная работа с патогенными микробами проводится в специально оборудованных лабораториях, обеспечивающих режим работы и технику безопасности, исключающие возможность заражения персонала и утечку микробов за пределы лаборатории.

Необходимость четкой регламентации условий работы с микробами, в различной степени опасными для сотрудников лабораторий, населения и окружающей среды, обусловила разработку классификации микробов, в которой последние подразделены на 4 группы по степени их биологической опасности (классификация Всемирной организации здравоохранения). В 1-ю группу включены микробы с низкой степенью опасности, т. е. микробы, которые в обычных условиях, как правило, не вызывают заболеваний людей и сельскохозяйственных животных. Во 2-ю группу включены микробы со средней степенью опасности, т. е. микробы, способные вызывать заболевания людей или сельскохозяйственных животных, но в обычных условиях не представляющие опасности для работников лабораторий и для населения; лабораторные заражения и заболевания редко приводят к серьезным последствиям для заболевших, а наличие эффективных средств профилактики и лечения исключает возможность распространения инфекций. К 3-й группе отнесены микробы с высокой степенью опасности для работников лабораторий, так как они часто вызывают тяжелые заболевания у людей, но возможность передачи возбудителя от человека человеку отсутствует или является незначительной. Наконец, в 4-ю группу включены микробы с высокой степенью опасности из-за возможного эпидемического распространения инфекции, поскольку эти микробы способны вызывать тяжелые заболевания у людей и могут легко передаваться другим людям путем прямого контакта или опосредованно. В России в соответствии с рекомендациями ВОЗ патогенные микробы также делят на 4 группы: 1-я группа — возбудители особо опасных инфекций; 2-я группа — возбудители высококонтагиозных эпидемических заболеваний человека; 3-я группа — возбудители инфекционных болезней, выделяемые в самостоятельные нозологические группы; 4-я группа — условно-патогенные микробы — возбудители оппортунистических инфекций. Нумерация групп микробов, принятая в России, отличается обратным порядком от классификации ВОЗ, где к 1-й группе отнесены микробы самой низкой патогенности, а к 4-й группе — особо опасные.

В соответствии с делением микробов на группы по степени их биологической опасности лаборатории также делят на категории. По номенклатуре ВОЗ выделяют три категории микробиологических лабораторий:

- базовые (основные или общего типа) лаборатории, которые в связи с конкретными особенностями работы могут быть оборудованы различными защитными устройствами;
- режимные (изолированные) лаборатории или лаборатории удержания;
- лаборатории особого режима (максимально изолированные) или лаборатории максимального удержания.

Безопасность проведения работ в лабораториях всех категорий обеспечивается соблюдением распорядка и правил работы в лаборатории, выполнением требований к лабораторным помещениям и их оснащению, обеспечением лабораторий



соответствующим оборудованием, медицинским наблюдением за состоянием здоровья сотрудников, обучением и тренировкой персонала технике безопасности в лаборатории.

## **1. 2 Лекция № 2 ( 2 часа).**

**Тема:** «Лабораторная посуда, оборудование, химические реактивы»

### **1.2.1 Вопросы лекции:**

1. Лабораторная посуда: стеклянная, пластиковая, фарфоровая, металлическая.
2. Виды вспомогательных принадлежностей, простейших стеклянных приборов, их назначение. Некоторые технические работы в лаборатории.
3. Изучение видов лабораторного оборудования.

### **1.2.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Лабораторная посуда: стеклянная, пластиковая, фарфоровая, металлическая**

Стекло имеет высокие термоустойчивые показатели, именно поэтому его применение в качестве основного материала при производстве лабораторной посуды является наиболее актуальным. Только в тех случаях, когда его термической устойчивости для проведения определенных работ недостаточно, используются лабораторные предметы, изготовленные из альтернативных материалов. Это может быть металлическая или кварцевая посуда.

Надо отметить, что лабораторная посуда из стекла может быть как прозрачной, так и непрозрачной, способной поглощать ультрафиолетовые лучи. Использование стеклянной посуды при проведении лабораторных исследований позволяет полностью исключить какое-либо воздействие материала на результаты работ. Осуществлять необходимую исследовательскую деятельность, при которой имеется контакт с различными, в том числе ядовитыми веществами, с помощью стеклянной посуды можно без угрозы для здоровья. Стеклянной лабораторной посудой общего назначения принято считать пробирки, колбы, лейки, тройники, воронки, чаши и многие другие предметы, которые используются по назначению при проведении различных лабораторных работ. Одним из основных факторов при выборе стеклянной посуды для лабораторных работ является не только оптимальная цена, но и качество соответствия требованиям стандарта, к которым относится обязательная маркировка, в частности: обозначение единицы измерения, нанесение матовой поверхности для лабораторных записей, логотип завода-изготовителя, обозначение марки стекла.

К мерной химической посуде, предназначенной для измерения объема жидкостей, относятся мерные колбы, измерительные цилиндры, градуированные пробирки, бюретки, пипетки и мензурки. Поверхностная маркировка на стеклянной химической посуде выполняется с высокой степенью контрастности, что позволяет использовать посуду для окрашенных растворов. При этом маркировка обладает высокой степенью долговечности и стойкости благодаря диффузии специальной краски в стеклянную поверхность. Важно помнить, что мерную посуду нельзя нагревать, она используется исключительно в измерительных целях.

Не менее востребована в химической промышленности и пластиковая лабораторная посуда, которая изготавливается из различных полимерных материалов, обеспечивающих

легкий вес и прочность. Изделия из полипропилена имеют ряд своих преимуществ, к которым относится пластичность и высокие качественные характеристики. Такой вид посуды пригоден для разведения концентрированных щелочей и кислот, а также для проведения горячего фильтрования без предварительного нагрева фильтровальных воронок. Важно, что лабораторная посуда из пластика не уступает по качественным характеристикам стеклянной посуде и при этом она удобна в применении, так как она устойчива к щелочам, кислотам и другим агрессивным веществам. Химическая посуда из пропиленов легко моется и быстро сохнет, а также не бьется, что делает ее безопасной в применении. Важным фактором является возможный широкий температурный интервал в использовании пластиковой лабораторной посуды, которая даже при крайне низкой или высокой температуре не меняет свою химическую стойкость.

Очень востребованы на сегодняшний день пластиковые контейнеры, пипетки, наконечники и пробирки, используемые в медицине, фармацевтической и химической промышленности. Высокие эксплуатационные характеристики полипропилена позволяют увеличивать спектр областей применения пластиковой посуды.

В настоящее время многие лаборатории используют фарфоровую посуду, которая, в отличие от стеклянной, обладает наибольшей термостойкостью и прочностью, вместе с тем, она тяжела и непрозрачна, что делает ее применение актуальным только для узкоспециализированных направлений. Из фарфора чаще всего изготавливают чаши для выпаривания, стаканы, ступки и ложки-шпатели, применяемые при отборе вещества. Тонкостенная фарфоровая посуда способна выдерживать резкие перепады температуры, поэтому в ней очень удобно проводить выпаривание в муфельной печи, на песчаной бане или газовой горелке.

В современном производстве колб, пробирок, воронок, мензурок и пипеток используется высокотехнологичное оборудование, что позволяет сделать такое производство наименее затратным. Это, прежде всего, влияет на приемлемую стоимость лабораторной посуды на выходе. Такую качественную химическую посуду можно купить по доступным ценам, заказав предварительно необходимое количество.

## **2. Виды вспомогательных принадлежностей, простейших стеклянных приборов**

Оснащение бактериологической лаборатории должно отвечать требованиям эффективности и безопасности. Если речь идет о специализированных учреждениях, то они укомплектовываются устройствами, которые соответствуют задачам учреждений, а также выполняют контролирующие функции. В них применяется оборудование, которое позволяет сотрудникам проводить исследования в научных интересах или с медицинскими целями: уточнить, поставить диагноз, провести профилактику.

Идентификация микроорганизмов становится более результативной благодаря использованию современных систем. Одной из таких многофункциональных установок является масс-спектрометр MALDI BioTyper. Прогрессивные физические и химические, лабораторные и микробиологические разработки открывают широкие возможности проведения сложных анализов. Устройство определяет дрожжи, мицелиальные грибы, грамположительные и грамотрицательные бактерии. Важное отличие MALDI BioTyper — минимальные повреждения исследуемых материалов благодаря применению «мягкого» способа, который ионизирует большие молекулы без разрушения.

## Принцип идентификации микроорганизмов в MALDI BioTyper

Система работает с разными объектами: биологическими жидкостями, гемокультурами, посевами организмов на питательных средах. В основе исследований лежит сравнение константных белков микроорганизмов с базой данных. Библиотека регулярно обновляется и пополняется сведениями о новых штаммах. Идентификация выполняется путем сопоставления набора признаков и свойств бактерий. Если коэффициент совпадения более 2,3, становится возможным определение рода и вида организма.

Быстрое действие установки обеспечивает высокую скорость работы. Для выполнения одной операции требуется несколько минут. Линейка аппаратов MALDI BioTyper представлена различными технологическими приборами для выполнения специальных задач.

Устройство бактериологической лаборатории на базе времяпролетного масс-спектрометра MALDI BioTyper расширяет возможности оснащения бактериологической лаборатории, в которой оборудованы рабочие зоны:

«грязная» — помещения приема и регистрации анализов, посевные комнаты;

«рабочая» — микробиологические анализаторы;

«чистая» — автоклавная и стерилизационные, средоварочные, боксы;

зона «санитарной микробиологии».

Научно-производственная фирма ЛИТЕХ предоставляет два варианта комплектации: «Стандарт» и «Стандарт+». Модели и количество приборов изменяются в зависимости от пожеланий заказчика.

Масс-спектрометр microflex™ Базовым прибором в комплекте «Стандарт» является масс-спектрометр Microflex, предназначенный для анализа малых молекул и полимеров. Быстрый и точный прибор идеально подходит не только для микробиологических исследований, но и таких областей, как клиническая протеомика и функциональная геномика.

В комплектацию «Стандарт» входит следующее оборудование для бактериологической лаборатории:

- CO<sub>2</sub> инкубатор на 170 литров, с диапазоном рабочих температур от +5°C до +50°C;
- анализатор культур крови;
- расходные материалы для анализатора гематологических культур: контейнеры, стойки, газогенерирующие пакеты;
- бидистиллятор без накопителя, производительностью 8 литров в час;
- электронные весы;
- настольные центрифуги двух моделей: 5702R Eppendorf, Z 206 A Hermle Labortechnik;
- инкубатор общего назначения;
- автоклавы с горизонтальной, вертикальной загрузкой;
- электрическая настольная плитка;
- автоматическая средоварка;
- водяная баня со встроенной мешалкой;
- микропроцессорный pH-метр с автоматической калибровкой и автотермокомпенсацией;
- микроскопы.

Для оснащения помещений высокого риска заражения предложен рециркулятор. На выбор предоставляется одна из двух моделей: настенный «Дезар-5» или напольный

«Дезар-7». Оба обладают высокой эффективностью в отношении различных микроорганизмов, например, санитарно-показательных, золотистого стафилококка.

Помимо перечисленного оборудования для бактериологической лаборатории в комплект входят ламинарный, вытяжной, сухожаровой шкафы, бокс на разливы сред, холодильная витрина, стол-мойка, дозаторы разного назначения.

Базовым для комплекта «Стандарт+» является аналогичное устройство: масс-спектрометр Microflex. Многие приборы также совпадают по назначению, но различаются по торговым маркам.

Из отличий отметим аквадистиллятор в полной комплектации, который обеспечивает высокий уровень очистки воды (тип II), и дополнительный автоматический проходной автоклав с распашными дверями. Полный список устройств для бактериологической лаборатории опубликован на странице «Варианты комплектации».

### **3. Изучение видов лабораторного оборудования**

Все лабораторное оборудование принято подразделять на следующие виды:

Общелабораторное – которое можно встретить в любых лабораториях (столы, шкафы, термостаты, центрифуги, а также лабораторная посуда);

Измерительное – различные датчики, счетчики, термометры и мерительный инструмент, а также - измерительные приборы узкой специализации;

Аналитическое – позволяющее дать качественную и количественную характеристику веществу или процессу (приборы химического, биологического, физического или химико-физического анализа);

Специализированное. Этот вид оборудования создается под основную задачу, решением которой занимается лаборатория (приборы для анализов почвы; оборудование для изучения качества продуктов и др.);

Испытательное – так же, как и специализированное, создается под решение конкретной проблемы, которым занимается лаборатория. Может включать в себя стенды, универсальные испытательные машины и прочее.

Лабораторное оборудование. Проектированием, а также оборудованием большинства современных лабораторий занимаются специальные отраслевые институты и организации, они же обычно занимаются поставками специализированной техники и инструментов.

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

### **2.1 Лабораторная работа № 1 ( 4 часа).**

**Тема:** «Растворы, приготовление растворов различной концентрации»

**2.1.1.Цель работы:** Изучить приготовление растворов различной концентрации

#### **2.1.2.Задачи работы:**

1. Определение физических констант: измерение давления, определение плотности, термометрия.
2. Растворы, выражение концентраций растворов. Расчёты и техника приготовления растворов приблизительной концентрации.
3. Приготовление растворов точной концентрации.

#### **2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Мультимедиапроектор
2. Интерактивная доска
3. Компьютер
4. Презентация PowerPoint

#### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

**1. Определение физических констант: измерение давления, определение плотности, термометрия**

Каждое органическое соединение характеризуется постоянными физическими свойствами в определенных условиях (температура и давление). Из этих физических свойств легче всего определяются и, как правило, приводятся в химической литературе при описании отдельных соединений следующие: температура плавления, температура кипения, плотность, показатель преломления, а в некоторых случаях также вращение плоскости поляризации света, величина  $R_f$ , ИК, УФ, ЯМР и масс-спектры.

Наиболее просто установить тождество неизвестного соединения с известным (идентификация), а также доказать его чистоту, определив его физические константы и сравнив их с имеющимися литературными данными. Вещество можно признать чистым только тогда, когда физические константы его не изменяются после повторной очистки.

Абсолютно чистое вещество можно представить себе лишь теоретически. В практик чистым называют вещество, содержащее известное, очень малое количество примесей. Интерес к чистым веществам обусловлен потребностями современной науки и техники в материалах с особыми физико-химическими свойствами.

Измерение температуры тела (термометрию) проводят медицинским ртутным термометром (максимальным медицинским термометром), который представляет собой стеклянный резервуар, куда впаяны шкала и капилляр, имеющий на конце расширение, заполненное ртутью. Ртуть, нагреваясь и увеличиваясь в объеме, поднимается по капилляру до определенной отметки на шкале термометра. Максимальная высота подъема столбика ртути и определяет название термометра - максимальный. Опуститься в резервуар самостоятельно ртуть не может, так как этому препятствует резкое сужение капилляра в нижней части. Возвращают ртуть в резервуар встряхиванием.

Шкала термометра рассчитана на определение температуры тела с точностью до

0,1оС - от 34 до 42оС.

## **2. Растворы, выражение концентраций растворов. Расчёты и техника приготовления растворов приблизительной концентрации**

Концентрации растворов обычно выражают в массовых (весовых) и объемных (для жидкостей) процентах, в молях или грамм-эквивалентах, содержащихся в единице объема раствора, а также титром и моляльностью.

Концентрации приблизительных растворов большей частью выражают в массовых процентах; точных — в молях, в грамм-эквивалентах, содержащихся в 1 л раствора, или титром.

При выражении концентрации в массовых процентах указывают содержание растворенного вещества (в граммах) в 100 г раствора (но не в 100 мл раствора!).

Так, если говорят, например, что взят 10%-ный раствор поваренной соли NaCl, это значит, что в 100 г раствора (а не в 100 мл его) содержится 10 г поваренной соли и 90 г воды.

Когда дана концентрация раствора, выраженная в массовых процентах (например, 25%-ный раствор NaCl), и хотят взять столько раствора, чтобы в нем содержалось определенное количество растворенного вещества (например, 5 г NaCl), то нужно брать раствор по массе (т. е. 20 г).

## **3. Приготовление растворов точной концентрации**

При приготовлении точных растворов используют молярную, нормальную концентрацию и титр; расчеты ведут с точностью до 4-го знака после запятой, навески веществ отвешивают на аналитических весах.

Встречается также вид концентрации объемная доля ( $l_t;p$ ) — отношение объема вещества к объему раствора; обычно используется для газов:

$\Phi = K/K \sim$  выражена в долях единицы;

$\Phi = (*_v/^p)Ю0$  — выражена в процентах.

Молярная концентрация, или молярность, — это отношение количества вещества растворенного соединения к объему раствора; выражается в моль/л.

$св \sim лв/^p$ »

где св — молярная концентрация вещества, моль/л; и., — количество вещества (число молей вещества); Кр — объем раствора, л.

Количество вещества иногда изображают символом V (ню).

Молярная концентрация показывает, сколько молей вещества содержится в 1 л раствора. Записи  $c(\text{NaOH}) = 1$  моль/л и 1 М NOH равноценны и означают, что в 1 л раствора содержится 1 моль NaOH. Раствор, содержащий 1 моль вещества в 1 л, называется одномолярным, 0,5 моль в 1 л — полумолярным, 0,1 моль в 1 л — децимолярным, 0,01 моль в 1 л — сантимольным. Например, одномолярный раствор серной кислоты содержит 98 г H2804 в 1 л раствора, децимолярный — 9,8 г ^804 в 1 л раствора.

Масса одного моля вещества есть его молярная масса (M), численно равная относительной молекулярной массе вещества (Mr). Относительные молекулярные массы веществ складываются из относительных атомных масс элементов, составляющих вещество, и могут быть рассчитаны по периодической системе химических элементов. Относительные молекулярные массы безразмерны, молярные массы измеряются в г/моль.

$M\text{KH}2804 = 98$ ,  $M(\text{H}2804) = 98$  г/моль;

$M(\text{NOH}) = 40$ ,  $M(\text{NaOH}) = 40$  г/моль.

Точные молярные массы веществ приводятся в химических справочниках.

## **2.2 Лабораторная работа № 2 ( 4 часа).**

**Тема:** «Основы химического анализа»

**2.2.1 Цель работы:** Изучить основы химического анализа

**2.2.2 Задачи работы:**

1. Основы химического анализа. Введение. Способы выполнения качественных реакций.
2. Изучение основ качественного анализа, основные положения качественного анализа
3. Изучение основ количественного анализа, задачи и методы количественного анализа.
4. Общие правила работы в лаборатории количественного анализа.

**2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Мультимедиапроектор
2. Интерактивная доска
3. Компьютер
4. Презентация PowerPoint

**2.2.4 Описание (ход) работы:**

**1. Основы химического анализа. Введение. Способы выполнения качественных реакций.**

*Химический анализ* — это сложный многостадийный процесс, представляющий собой совокупность готовых приемов и соответствующих служб.

Задачи анализа

1. Идентификация объекта, т.е. установление природы объекта (проверка присутствия тех или иных основных компонентов, примесей).
2. Количественное определение содержания того или иного компонента в анализируемом объекте.

Этапы анализа любого объекта

1. Постановка задачи и выбор метода и схемы анализа.
2. Отбор проб (грамотный отбор части пробы позволяет сделать правильный вывод о составе всей пробы). *Проба* — это часть анализируемого материала, представительно отражающая его химический состав. В отдельных случаях в качестве пробы используют весь аналитический материал. Время хранения отобранных проб должно быть минимальным. Условия и способы хранения должны исключать не контролируемые потери легколетучих соединений и любые другие физические и химические изменения в составе анализируемого образца.
3. Подготовка проб к анализу: переводение пробы в нужное состояние (раствор, пар); разделение компонентов или отделение мешающих; концентрирование компонентов;
4. Получение аналитического сигнала. *Аналитический сигнал* — это изменение любого физического или физико-химического свойства определяемого компонента, функционально связанное с его содержанием (формула, таблица, график).

5. Обработка аналитического сигнала, т.е. разделение сигнала и шумов. *Шумы* — побочные сигналы, возникающие в измерительных приборах, усилителях и других аппаратах.

6. Применение результатов анализа. В зависимости от свойства вещества, положенного в основу определения, методы анализа подразделяются:

— на *химические методы* анализа, основанные на химической аналитической реакции, которая сопровождается ярко выраженным эффектом. К ним относятся гравиметрический и титриметрический методы;

— *физико-химические методы*, основанные на измерении каких-либо физических параметров химической системы, зависящих от природы компонентов системы и изменяющихся в процессе химической реакции (например, фотометрия основана на изменении оптической плотности раствора в результате реакции);

— *физические методы* анализа, не связанные с использованием химических реакций. Состав веществ устанавливается по измерению характерных физических свойств объекта (например, плотность, вязкость).

В зависимости от измеряемой величины все методы делятся на следующие виды.

По способу выполнения различают пробирочные, микрокристаллоскопические и капельные реакции. Большинство реакций осуществляют пробирочным методом.

Пробирочный метод состоит в том, что реактивы смешивают в специальных (центрифужных) пробирках. В них наблюдают образование осадков, окрашенных соединений, выделение газов. В пробирках же производят центрифугирование осадков, чтобы впоследствии отделить центрифугат от осадка для дальнейших операций.

Микрокристаллоскопические реакции позволяют обнаружить ионы, которые при взаимодействии с соответствующими реактивами образуют соединения, имеющие характерную форму и окраску кристаллов. Изучение полученных кристаллов проводят с помощью микроскопа. Эти реакции выполняют на тщательно вымытом и обезжиренном стекле. Техника выполнения реакции состоит в том, что каплю раствора анализируемого вещества помещают на предметное стекло, рядом наносят каплю реактива, соединяют обе капли стеклянной палочкой, не перемешивая растворы. Через несколько минут рассматривают под микроскопов образовавшиеся в месте соприкосновения капель кристаллы.

Микрокристаллоскопические реакции, как правило, имеют достаточно низкий предел обнаружения. Для его понижения каплю исследуемого раствора подсушивают или упаривают и только после этого добавляют реактив. Техника выполнения микрокристаллоскопических реакций для разных ионов различна.

Достоинствами этого метода также являются малый расход исследуемого вещества и реактива, быстрота и простая техника выполнения реакций. Недостаток метода — необходимость предварительного удаления из анализируемого раствора всех ионов, мешающих образованию характерных кристаллов.

Капельным анализом выполняют как реакции обнаружения, так и реакции разделения. Проводят анализ на фильтровальной бумаге. Одним из главных достоинств этого метода является низкий предел обнаружения, основанный на капиллярных и адсорбционных явлениях, происходящих в волокнах фильтровальной бумаги. Ионы отличаются друг от друга скоростью диффузии по капиллярам и способностью адсорбироваться. Поэтому при нанесении капли раствора на фильтровальную бумагу



происходит накопление и разделение ионов по концентрическим зонам, в которых эти ионы могут быть обнаружены соответствующими реактивами. Так как каждый ион попадает в «свою» зону, его концентрация по сравнению с исходной увеличивается, этим и объясняется повышение чувствительности реакции.

Разделение ионов по зонам позволяет открывать данный ион без предварительного отделения его от других ионов. Таким образом, в условиях капельного анализа неспецифическая реакция становится специфической. Для гарантии полного разделения ионов по зонам часто на фильтровальную бумагу предварительно наносят «подстилку» – каплю реагента, который дает с мешающими ионами труднорастворимые соединения, сосредотачивающиеся в центре.

Капельный анализ дает возможность анализировать смеси ионов дробным методом, что сокращает время анализа и затрачиваемый объем реагирующих веществ.

Для выполнения реакции капиллярной пипеткой набирают такой объем исследуемого раствора, который удерживается капиллярными силами (капля не должна висеть на кончике капилляра). Затем вертикально поставленный капилляр плотно прижимают к листу фильтровальной бумаги, при этом на бумаге должно получиться влажное пятно диаметром в несколько миллиметров. Затем пипетку быстро удаляют, а к центру влажного пятна, соблюдая те же правила, прикасаются другой капиллярной пипеткой с соответствующим реактивом.

Если анализ не требует разделения ионов, капельные реакции можно выполнять на предметном или часовом стекле и на капельной пластинке.

## **2. Изучение основ качественного анализа, основные положения качественного анализа**

Основная задача качественного химического анализа – установление состава анализируемого вещества. Качественный анализ можно проводить с помощью физических, химических и физико-химических методов. По количеству анализируемого вещества методы качественного анализа подразделяют на макро-, микро-, полумикро- и ультрамикрометоды.

Каждый ион может быть обнаружен с помощью нескольких характерных аналитических реакций, отличающихся друг от друга чувствительностью и специфичностью. Чем выше чувствительность и специфичность, тем ценнее и эффективнее данная реакция. Количественно чувствительность характеризуется тремя взаимосвязанными показателями: пределом обнаружения (ПО), предельной концентрацией и предельным разбавлением. Аналитическая реакция тем чувствительнее, чем меньше предел обнаружения, чем меньше предельная концентрация и чем больше предельное разбавление.

О наличии того или иного вещества в качественном анализе судят по проявлению внешних признаков:

- изменение окраски;
- выделение газа;
- выпадение осадка.

Способы проведения качественных реакций:

- сухим путем (пирохимические реакции, метод растирания);
- мокрым путем (капельные реакции, микрокристаллоскопические реакции).

По области применения реакции в качественном анализе делят на групповые и характерные. Групповые реакции служат для выделения из сложной смеси веществ аналитических групп (ионов, дающих близкие аналитические эффекты с групповым реагентом). Характерные реакции свойственны только данному веществу.

Методы концентрирования в качественном анализе:

- упаривание;
- экстракция;
- хроматография.

Методы разделения ионов:

- осаждение;
- экстракция;
- отгонка;
- бумажная хроматография;
- избирательное растворение.

При проведении занятия по данной теме необходимо на практике продемонстрировать способы выполнения качественных реакций, а также операции по разделению и концентрированию веществ.

### **3. Изучение основ количественного анализа, задачи и методы количественного анализа.**

В основе количественного химического анализа лежит закон сохранения массы, сущность которого состоит в том, что масса всех веществ, вступающих в химическую реакцию, равна массе всех продуктов реакции. Этот закон был сформулирован русским ученым М. В. Ломоносовым (1711—1765) в 1748 г. и экспериментально подтвержден им же в 1756 г. Позже в 1789 г. этот закон сформулировал также знаменитый французский ученый А. Л. Лавуазье (1743—1794). Закон кратных отношений (Дальтон), шкала атомных весов — все это действительно легло в основу количественного химического анализа.

Весовой метод — один из первых экспериментальных методов количественного исследования, применяемых в химии. В настоящее время этот метод, как основа количественного химического анализа, применяется также при исследовании гигроскопичности веществ, процесса сушки различных продуктов, изменения плотности, при измерении магнитной восприимчивости и др. Он получил широкое распространение при изучении термического разложения твердых веществ и при адсорбционных исследованиях.

Закон сохранения массы служит основой при изучении реакций между различными веществами. Исходя из него можно составлять химические уравнения и по ним производить расчеты. Он является основой количественного химического анализа.

Закон постоянства массы лежит в основе изучения реакций между отдельными веществами и составляет основу количественного химического анализа, без которого нельзя изучать состав сложных веществ и делать какие-либо выводы об отношении масс при химических реакциях.

Исходя из закона сохранения массы, можно составлять химические уравнения и по ним производить расчеты. Он является основой количественного химического анализа. [с.20]

Независимо от М. В. Ломоносова выдающийся французский химик А. Лавуазье (1743—1794) установил (1773) закон сохранения вещества, который и послужил теоретической основой количественного химического анализа, введенного в химию со второй половины XVIII в.

В середине XVIII в. Ломоносов широко использовал весы и взвешивание для контроля количественной стороны химических превращений и экспериментально доказал сформулированный им ранее закон сохранения массы. Таким образом, была заложена важнейшая основа количественного химического анализа.

### **4. Общие правила работы в лаборатории количественного анализа**

При выполнении практикума по качественному и количественному анализу учащиеся приобретают основные навыки по технике химического эксперимента, которые в дальнейшем определяют умение работать в других химических лабораториях. Поэтому уже с начала работы в лаборатории аналитической химии учащиеся должны усвоить

правила, в большинстве случаев являющиеся общими для всех химических лабораторий. Некоторые из применяемых в настоящее время методов определения концентрации стабильных изотопов могут быть осуществлены с использованием аппаратуры и приборов, имеющихся во многих химических лабораториях, а методики проведения изотопных анализов, как правило, по сложности мало отличаются от обычных приемов, используемых в аналитической химии. Относительное содержание изотопов данного элемента в смеси может быть определено по отношению масс этих изотопов, в связи с чем наиболее общим методом изотопного анализа следует считать масс-спектроскопический метод. Способ превращения анализируемого вещества в образец для анализа зависит от его природы и от особенности изотопа. Часто методы превращения, используемые при работе с радиоактивными изотопами, могут быть использованы так же в случае стабильных изотопов, и наоборот.

Работа в лаборатории органической химии требует ведения специального рабочего журнала это особенно необходимо для синтетических работ, но является желательным и для аналитической части практикума. Для рабочего журнала лучше всего использовать крупноформатную общую тетрадь, разлинованную в клетку. Все записи в нем выполняются чернилами и только на правых страницах, левые страницы используются для расчетов, заметок преподавателя, вспомогательных вычислений и т. п. Никаких черновиков вести не следует.