

## **Лаборант химического анализа**

### **Виды лабораторной посуды: классификация по назначению и материалам изготовления**

Ни одно из современных лабораторных исследований невозможно осуществить, не прибегнув к использованию специального оборудования и аппаратуры. То же касается и лабораторной посуды. Она делает возможным проведение всевозможных химических и медицинских анализов, опытов и исследований, требующих нагревания, создания давлений, превышающих по значению атмосферное, а также применения разнообразных неактивных и высокоактивных химических веществ.

Классификация по назначению и использованию

#### 1. Мерная посуда

Такая лабораторная посуда применяется преимущественно тогда, когда существует необходимость точного отделения объемов жидкостей и растворов. Распространенные виды:

- Колбы с градуированными шкалами;
- Мензурки;
- Цилиндрические колбы;
- Пипетки;
- Бюретки и др.

#### 2. Немерная лабораторная посуда или посуда общего назначения

Такая лабораторная посуда характеризуется обширным спектром применения. Она используется для нагревания веществ, их охлаждения, а также перемешивания и проведения всевозможных химических реакций. Наиболее распространенные виды:

- Пробирки;
- Стаканы;
- Воронки;
- Колбы;
- Кристаллизаторы.

### 3. Специальная лабораторная посуда

Такой вид лабораторной посуды, как специальная, служит одной конкретной цели в зависимости от типа. Выделяются:

- Дистилляторы;
- Чаши Петри;
- Капельницы;
- Холодильники;
- Дефлегматоры;
- Тигли и т.п.

Виды лабораторной посуды по материалам, из которых она изготовлена

#### 1. Стеклянная лабораторная посуда

Наиболее распространенным видом лабораторной посуды является посуда из стекла. Обусловлено это тем, что стекло – это материал, обладающий всеми самыми необходимыми свойствами и качествами, которые нужны лабораторной посуде.

Стекло обладает высокой прозрачностью – порядка 95-98%, хорошими показателями теплопроводности, инертностью ко множеству высокоактивных соединений. Также стеклянная посуда позволяет проводить нагрев веществ до температур до 1200 градусов по Цельсию при сохранении формы. Такая возможность обусловлена незначительным коэффициентом температурного расширения стекла.

Дополнительное закаливание стеклянной лабораторной посуды в процессе изготовления позволяет придать ей высокие механические показатели прочности.

## 2. Лабораторная посуда из пластика

Пластиковая лабораторная посуда распространена преимущественно в исследовательской деятельности за стенами зарубежных лабораторий. Большинство Европейских исследователей и исследовательских центров еще с конца прошлого века планомерно выводили из обращения стеклянную посуду. Этому явлению есть ряд объяснений.

Например, пластиковая лабораторная посуда обладает завидными показателями механической прочности и инертностью к высокоактивным химическим веществам. Примечательно, что пластиковая посуда не вступает во взаимодействие с щелочными растворами и плавиковой кислотой. Единственный очевидный недостаток пластика – небольшой по сравнению со стеклом спектр рабочих температур.

Самые устойчивые образцы пластиковой лабораторной посуды выдерживают температуры не выше 130 градусов по Цельсию. Нижний порог охлаждения составляет всего -35 градусов.

Основное преимущество пластика – его цена. Она намного ниже стоимости стекла. К тому же, пластик более безопасен: при разрушении посуды он не оставляет травмоопасных осколков, как стекло.

## 3. Фарфоровая лабораторная посуда

Такая разновидность лабораторной посуды применяется преимущественно для перемалывания твердых соединений, а также с целью проведения реакций, главным условием осуществления которых является быстрое повышение температуры. Чаще всего из фарфора изготавливаются ступки, пестики, а также тигли с ложками для отбора химических веществ.

От стекла и пластика фарфор отличается дешевизной, повышенной прочностью и устойчивостью к высоким температурам. Среди минусов особенно критичным является полная непроницаемость света. Именно по этой причине изготовление колб, пробирок, мензурок или стаканов из фарфора нецелесообразно.

#### 4. Смешанная лабораторная посуда и посуда из металлов

Ярким примером смешанной лабораторной посуды (относительно материалов, из которых она изготовлена) являются тигли, используемые для плавления, прокалики или золения веществ. Тигли могут быть изготовлены из фарфора, малахитов и металлов.

##### Железо

Самый распространенный металл для изготовления лабораторной посуды – железо. Это обусловлено его дешевизной и доступностью. Однако, железная лабораторная посуда обладает небольшим сроком службы, так как быстро окисляется. Также очевидным минусом железа является активность взаимодействия со многими реагентами, что значительно сужает спектр возможностей применения железной лабораторной посуды.

##### Благородные металлы

Нередко для особых нужд производится посуда из благородных металлов – платины, серебра, золота и даже меди и ее сплавов. Несмотря на дороговизну, посуда из таких металлов нашла применение в лабораториях благодаря низкой активности. Например, резервуар из платины позволяет хранить плавиковую кислоту.

##### Кварц

Стоит выделить также кварцевую лабораторную посуду, которая обладает высокими физико-механическими свойствами. Ее характерные особенности –

стойкость к едким веществам, органическим кислотам, ионизирующим излучениям и т.д. Дополнительное преимущество кварца – прозрачность, что так важно для ряда лабораторных исследований. Кварцевая посуда используется лаборантами для проведения реакций и опытов при условиях необходимости создания повышенной температуры, давления или интенсивного радиационного излучения. Кварц также характеризуется стойкостью к резким нагреванию и охлаждению.

## Боросиликатное стекло

Боросиликатное стекло – главный конкурент кварца. Лабораторная посуда из боросиликатного стекла намного дешевле, но по своим физико-механическим и прочим характеристикам ничем не уступает аналогам, цены на которые в разы выше. Среди отличительных характеристик боросиликатной лабораторной посуды выделяется уровень проницаемости для молекулярных соединений водорода, гелия и азота при нагревании. В данной области боросиликатной посуде нет аналогов.

## 1. Выбор лабораторной посуды. Материалы.

### 1.1 Химико-лабораторное стекло.

Химико-лабораторное стекло обладает высокой устойчивостью к воздействию большинства органических растворителей, растворов минеральных кислот, за исключением фтороводородной (плавиковой) и фосфорной. Концентрированные щелочи разрушают поверхность стекла, особенно при повышенных температурах.

По ГОСТ 21400–75, стекло в зависимости от химической и термической стойкости подразделяется на шесть групп: ХС1, ХС2, ХС3 — химически стойкое 1, 2 и 3-го классов соответственно; ТХС1, ТХС2 — термически и химически стойкое стекло 1-го и 2-го классов соответственно; ТС — термически стойкое стекло (боросиликатное).

## 1.2 Кварцевое стекло.

Кварцевое стекло получают из диоксида кремния. Посуда из кварцевого стекла обладает высокой термической устойчивостью (ее можно нагревать до 1000 °С) и химической инертностью к кислотам, за исключением плавиковой и ортофосфорной кислот. Посуду из кварцевого стекла нельзя применять при работе со щелочами.

## 1.3 Фарфор.

Фарфоровые изделия изготавливают из тонких смесей каолина, кварца, полевого шпата и алюмосиликатов. В зависимости от состава, массы и температуры обжига различают твердый фарфор, обжигаемый при 1380–1420 °С и выше, и мягкий, температура обжига которого ниже 1350 °С. Мягкий фарфор — белый, просвечивается лучше, чем твердый фарфор, но менее термостойкий и прочный. По сравнению с мягким твердый фарфор содержит больше каолина и меньше полевого шпата. Фарфоровые изделия покрывают тонким слоем глазури специального состава, которая обеспечивает высокую абразивную прочность и стойкость к воздействию кислот и щелочей. В зависимости от типа изделий и их назначения используют глазури разного состава: прозрачные, непрозрачные (глухие), цветные, матовые и др.

## 1.4 Фторопласты.

Фторопласты — техническое название фторсодержащих полимеров. Фторопласт ( $\rho = 2170 \text{ кг/м}^3$ ) обладает гибкостью и высокой химической устойчивостью ко многим типам химических соединений (кислотам, щелочам, алифатическим спиртам, простым и сложным эфирам и всевозможным углеводородам). Температурный диапазон эксплуатации от  $-260$  до  $+260$  °С. Химическая лабораторная посуда из фторопласта Ф-4 и Ф-4МБ по химическим и физико-химическим свойствам имеет преимущества перед посудой из стекла, кварца, фарфора и других материалов, поэтому она широко применяется для препаративных и химико-аналитических работ.

## 1.5 Полипропилен.

Полипропилен — термопластичный полимер. Плотность от 905 до 920 кг/м<sup>3</sup>, температура плавления от 160 до 176 °С. Устойчив в воде и агрессивных неорганических средах (кроме сильных окислителей), ниже 80 °С — в органических растворителях. Лабораторная посуда из полипропилена обладает высокой химической устойчивостью и может использоваться при температурах ниже 135 °С. Посуду из полипропилена рекомендуется применять при определении металлов.

## 2. Подготовка лабораторной посуды для выполнения эксперимента.

Чистота посуды имеет огромное значение для достоверности эксперимента. Посуда может быть названа чистой, если на ней при самом внимательном рассмотрении нельзя заметить каких-либо загрязнений и если вода стекает со стенок ровно, нигде не оставляя капель. Появление капель наблюдается в тех случаях, когда поверхность стекла загрязнена жировыми веществами; присутствие этих веществ крайне не желательно, так как, например, выпадающие при реакции осадки обычно очень плотно прилипают к жировому слою.

Подготовка химической посуды для аналитических работ включает в себя выполнение следующих операций:

Механическая очистка посуды с помощью щеток и ершей;

Физическое мытье при помощи воды, моющих средств, органических растворителей (спирт, гексан и т. п.);

Химические методы очистки посуды, мытье окислителями — кислотами (серная, азотная и т.п.) или растворами солей;

Сушка.

### 2.1 Механическая очистка.

Мытье посуды необходимо начинать с удаления со стенок загрязнений способом физического или химического мытья.

Для этого посуду сначала ополаскивают водой, затем загрязнения удаляют ершами различных размеров и диаметров при помощи горячей воды с применением моющих средств (как правило, применяют 20% раствор синтетического моющего средства (СМС), 5–10% раствор соды, хозяйственное мыло).

Использовать органические растворители следует для удаления нерастворимых в воде органических веществ. Посуду моют путем трехкратного ополаскивания ее небольшими порциями растворителя, причем для первого раза допускается брать использованный растворитель. Мытье посуды органическими растворителями следует проводить в вытяжном шкафу вдали от нагревательных приборов.

## 2.2 Химическая очистка.

### 2.2.1 Мытье хромовой смесью.

Мытье стеклянной посуды хромовой смесью производится только в случае ее сильного загрязнения или необходимости обезжиривания. В остальных случаях производят мытье посуды окисляющей смесью или периодическое мытье хромовой смесью с интервалом 7–10 дней. Сначала стеклянную посуду ополаскивают водой, а затем вливают небольшими порциями хромовую смесь в таком количестве, чтобы она занимала примерно одну четвертую часть ее объема, и осторожно обмывают смесью стенки сосуда, наклоняя и поворачивая его во все стороны. Затем смеси дают стечь на дно и сливают обратно в склянку для хранения. Обработанную смесью посуду тщательно, не менее пяти раз, обмывают водопроводной водой, набирая полные емкости.



После этого посуду необходимо трижды ополоснуть дистиллированной водой и поставить сушиться.

Сильно загрязненную посуду моют хромовой смесью несколько раз.

Хромовую смесь не применяют, если посуда загрязнена продуктами перегонки нефти (парафином, воском, керосином, минеральными маслами и т. д.). Ее нельзя также применять, для мытья посуды, загрязненной солями бария, т. к. сульфат бария образует на стенках трудноудаляемый осадок.

Приготовление хромовой смеси. Хромовую смесь готовят несколькими способами.

Смешивают 300 см<sup>3</sup> концентрированной серной кислоты, находящейся в фарфоровом стакане, с 15 г измельченного в фарфоровой чашке дихромата калия (или натрия). После тщательного перемешивания и отстаивания темно-бурую жидкость сливают с осадка и хранят в толстостенной стеклянной посуде или в фарфоровом стакане, снабженных крышками.

В фарфоровом стакане готовят насыщенный раствор бихромата калия (натрия) в небольшом количестве воды (на холоду) и осторожно добавляют равный объем концентрированной серной кислоты. Хранят в толстостенной стеклянной посуде или в фарфоровом стакане, снабженных крышками.

Сосуды с хромовой смесью следует устанавливать (для хранения и работы) на эмалированные или керамические поддоны. После длительного употребления цвет хромовой смеси из темно-оранжевого переходит в темно-зеленый, что служит признаком ее непригодности для мытья посуды.

### 2.2.2 Мытье окисляющей смесью.

Для выполнения аналитических работ посуда может быть подготовлена с помощью окисляющей смеси. Мытье посуды выполняют так же, как и хромовой смесью. Окисляющую смесь готовят смешением раствора

разбавленной азотной кислоты (1:1) с 3% раствором пероксида водорода. Хранят в толстостенной стеклянной посуде.

### 2.2.3 Мытье серной кислотой и растворами щелочей.

Когда посуда загрязнена смолистыми веществами или в лаборатории нет окисляющей или хромовой смеси, посуду можно мыть концентрированной серной кислотой или концентрированным раствором щелочи (NaOH, KOH). Мытье выполняют так же, как и хромовой смесью.

### 2.3 Сушка посуды.

Сушить посуду можно на колышках, на специальном столе, в сушильном шкафу (термостате), теплым воздухом, спиртом. Сушка на колышках и на сушильном столе (метод холодной сушки) — наиболее простой, но довольно медленный способ. При сушке с нагревом посуду помещают в холодный сушильный шкаф (не переворачивая) и постепенно повышают температуру до 105–110 °С. Выдерживают 1–1,5 ч, затем шкаф постепенно охлаждают до комнатной температуры. Мерную посуду нельзя сушить при высоких температурах! Сушку посуды из полимерных материалов допускается производить в сушильном шкафу при температуре 50 °С.

## 3. Приготовление исследуемых растворов.

Любой раствор в первую очередь необходимо правильно приготовить, от этого будут зависеть результаты исследований. Каждый раствор состоит из нескольких компонентов, которые необходимо либо взвесить, либо отмерить. Для взвешивания используют аналитические весы, а для измерения объема пользуются специальной мерной посудой.

### 3.1 Правила взвешивания.

По назначению весы разделяются на образцовые и общего назначения, которые в основном используются в лабораторной практике.

В зависимости от принципа действия весы делятся на механические или электронные, с автоматическим, полуавтоматическим или неавтоматическим уравниванием

Общие правила работы с аналитическими весами заключаются в следующем:

Перед каждым взвешиванием необходимо проверить, а в случае необходимости установить нулевую точку;

не допускается никаких прикосновений к неарретированным весам.

Взвешиваемый предмет или разновески кладутся на чашки весов или снимаются с них после предварительного арретирования весов;

не следует нагружать весы сверх установленной предельной нагрузки;

нельзя ставить на весы влажные и грязные предметы;

гигроскопичные вещества, а также летучие жидкости взвешивают в герметично закрытых сосудах;

нельзя взвешивать горячие или холодные предметы;

при взвешивании необходимо закрывать боковые дверки шкафа весов;

современные весы не используют разновески;

нельзя облакачиваться на полку, на которой установлены весы.

### 3.2 Правила измерения объема.

Номинальный объем мерной посуды определяется при температуре 20 °С. Для правильного отсчитывания устанавливают отметку шкалы на уровне глаза так, чтобы видеть ее как касательную к кривизне мениска. Мерная посуда градуируется по нижнему краю мениска.

#### 3.2.1 Измерение объема жидкости с помощью пипеток.

Чистую пипетку, находящуюся в вертикальном положении, заполняют раствором или дистиллированной водой на несколько миллиметров выше нулевой отметки, затем при движении мениска сверху вниз его устанавливают на нулевой отметке.

Капли, оставшиеся на сливном кончике пипетки, удаляют касанием сливного кончика стенки стеклянного сосуда.

Затем проводят слив в чистый стеклянный сосуд, который должен быть наклонен так, чтобы сливной кончик соприкасался с внутренней стенкой сосуда. Движение сливного кончика относительно стенки сосуда не допускается. Слив должен происходить свободно до установки мениска на требуемой отметке. Затем пипетку извлекают из стеклянного сосуда.

3.2.2 Измерение объема жидкости с помощью цилиндров, мензурок и мерных колб.

Чистый цилиндр, мензурка или колба, находясь в вертикальном положении заполняется раствором или дистиллированной водой на несколько миллиметров ниже необходимой отметки. Затем добавляют раствор по капле до достижения мениска отметки.

Мытье и сушка лабораторной посуды

Новая посуда перед использованием должна быть вымыта горячей водой. Сразу же после освобождения использованной посуды необходимо обезвредить и удалить из нее остатки веществ. При обезвреживании и мытье посуды непременно нужно надевать защитные очки, перчатки, фартук; посуду следует обезвреживать в вытяжном шкафу.

Всегда желательно иметь лабораторную мойку под вытяжкой или моечный вытяжной шкаф со столом, обитым свинцовыми листами, с подводкой горячей и холодной воды и большой фаянсовой или стальной эмалированной раковиной. Подобные шкафы производятся для оснащения комплектных

лабораторий стационарного типа. В крайнем случае приходится удовлетвориться тумбой с лабораторной раковиной.

Для мытья большого количества лабораторной посуды следует выделять изолированные помещения — моечные, — которые должны быть, по возможности, расположены в центре обслуживаемых ими лабораторных помещений.

Допускается устройство мест для мытья посуды в каждом лабораторном помещении в вытяжном шкафу.

### **Способы очистки и моющие средства**

Для выбора способа мытья в каждом отдельном случае необходимо знать свойства загрязняющих посуду веществ, их растворимость в холодной и горячей воде, в растворах щелочей и кислот, способность окисляться с образованием водорастворимых соединений.

Мытье горячей водой с помощью ершей эффективно в тех случаях, когда загрязняющие посуду вещества растворимы в воде. При мытье ершом необходимо следить, чтобы неосторожным нажатием не проткнуть стенку или дно сосуда. Вынимая ерш из узких сосудов, не следует спешить, так как быстро выпрямляющаяся щетина может обрызгать и моющего посуду, и человека, стоящего рядом.

Вымытую посуду споласкивают два-три раза дистиллированной водой. Стекло считается чистой только в том случае, если вода равномерно смачивает всю внутреннюю поверхность посуды и не оставляет капель на внутренних стенках.

Если после ополаскивания в сосуде сохраняются обуглившиеся массы, то следует попытаться удалить их путем встряхивания с кусочками влажной фильтровальной бумаги.

Мыть посуду струей водяного пара — процесс трудоемкий, но когда требуется особенно чистая посуда, ее предварительно моют обычным способом и затем пропаривают с помощью специальных приспособлений (рис. 58). Для равномерного и спокойного кипения в колбу с водой (налитой до половины) следует положить «кипятильные камешки». После пропаривания посуду, не перевертывая, высушивают.

В исключительных случаях для удаления смолистых, жировых и других органических веществ, нерастворимых в воде, иногда используют органические растворители (эфир, изопропиловый спирт, бензин и др.). При этом следует учитывать огнеопасность органических растворителей и работу с ними проводить вдали от огня, в вытяжном шкафу, а загрязненные растворители собирать каждый в отдельности для последующей регенерации перегонкой.

Посуду, промытую органическими растворителями, затем моют водой с мылом (или другими моющими средствами), а потом чистой водой, после чего обрабатывают хромовой смесью или другим окислителем.

В последние годы для мытья лабораторной посуды стали применять ультразвук, который оказывает диспергирующее действие на загрязнения; последние легко отстают от стекла и смываются струей воды. В присутствии моющих средств действие ультразвука усиливается.

В качестве моющих средств применяют поверхностно-активные вещества, способные адсорбироваться на поверхности раздела фаз и вследствие этого понижать адгезию (прилипание) загрязнения. Синтетические моющие средства бытового назначения находят широкое применение для мытья лабораторной посуды.

Моющими свойствами обладают также соли, гидролиз которых сопровождается образованием щелочной среды: фосфат натрия  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ , гексаметафосфат натрия  $\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{18}$ .

Хорошим моющим средством является раствор 75-100 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в 1 л воды. Для удаления коксовых остатков рекомендуют посуду помещать в раствор, содержащий 53 г  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  и 28,5 г олеината натрия в 470 мл воды.

Для очистки посуды, загрязненной органическими остатками, используют сильные окислители: соли хромовой и марганцовой кислот, перекись водорода, «царскую водку», азотную и серную кислоты и др.

Труднорастворимое загрязнение можно перевести в водорастворимое. Так,  $\text{BaSO}_4$  при обработке конц.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  переходит в растворимое соединение  $\text{Ba}(\text{HSO}_4)_2$ ;  $\text{AgCl}$ , малорастворимый в воде, при обработке водным раствором аммиака образует комплексное соединение  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ , хорошо растворимое в воде.

Загрязнения основного характера отмывают разбавленными кислотами, а кислотные — водными растворами аммиака, карбонатов щелочных металлов или щелочей.

Для мытья посуды чаще всего используют растворы солей хромовых кислот в серной кислоте (хромовую смесь).

Существует много рецептов приготовления хромовой смеси. При этом предпочтение отдают натриевым солям хромовой и двуххромовой кислот, обладающим большей растворимостью в воде, чем калиевые соли.

Ниже приводим некоторые рецепты приготовления хромовой смеси.

а. К раствору 92 г измельченного  $\text{Na}_2\text{CrO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  в 458 мл воды при непрерывном перемешивании постепенно добавляют 800 мл конц.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Получаемую красно-коричневую жидкость можно использовать многократно, до перехода окраски в зеленый цвет — окраска ионов хрома (III).

б. К 100 мл конц.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  при энергичном перемешивании постепенно добавляют 9,9 г тонкоизмельченного  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .

в. К 100 мл конц.  $H_2SO_4$  при энергичном перемешивании постепенно добавляют 10 г 50% водного раствора  $Na_2Cr_2O_7$ .

г. Растворяют 15 г тонкоизмельченного  $K_2Cr_2O_7$  в 100 мл горячей воды. Раствор охлаждают и при непрерывном помешивании по каплям прибавляют к 100 мл конц.  $H_2SO_4$ .

д. Растворяют 200 г тонкоизмельченного  $K_2Cr_2O_7$  в 1 л конц.  $HNO_3$ . Азотнокислая хромовая смесь более стойка, чем обычная, а по моющим свойствам превосходит ее.

Хромовую смесь следует хранить в широком толстостенном сосуде, который плотно закрывают толстой стеклянной пластинкой, чтобы избежать выделения крайне едкого и летучего  $CrO_3$  и поглощения влаги из воздуха. Обработку посуды хромовой смесью следует проводить под тягой, в защитных перчатках и очках, поверх халата надеть резиновый фартук.

Сначала механически удаляют грубые загрязнения: моют ершами, встряхивают с 2-5% раствором  $NaOH$  и обрезками фильтровальной бумаги. Не очень загрязненную малогабаритную посуду хорошо промывают водой и после возможно более полного удаления воды вносят во взболтанную хромовую смесь. Большей частью достаточно оставить очищаемый сосуд в холодной смеси на 15-30 мин.

Возможен и другой вариант обработки. Очищаемый сосуд наполовину наполняют горячим (около  $60^\circ C$ ) раствором хромовой смеси и, осторожно вращая, смачивают внутренние стенки сосуда. Через 10-15 мин хромовую смесь сливают обратно в сосуд, где она хранится, а очищаемый сосуд тщательно промывают водопроводной водой, а затем споласкивают несколько раз дистиллированной водой.

Посуду, загрязненную продуктами перегонки нефти (парафин, керосин, минеральные масла), предварительно очищают органическими



растворителями, затем водным раствором моющих средств (мыла или стирального порошка) и завершают мытье обработкой хромовой смесью.

Если посуда загрязнена солями бария, ее нельзя мыть хромовой смесью, содержащей серную кислоту, так как  $BaSO_4$  образует на стенках сосуда трудно удаляемый осадок.

При работе с хромовой смесью (и другими сильными окислителями) следует избегать попадания в нее легко окисляющихся метилового и этилового спиртов, так как это приводит к потере окислительных свойств смеси.

Весьма эффективно отмывается посуда от ионов хрома с помощью комплексонов. Посуду помещают на 2 ч в водный раствор, содержащий 1% комплексона III (динатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты, трилон Б, Na-ЭДТА) и 2% NaOH. Затем посуду ополаскивают водопроводной и дистиллированной водой. Стеклянные фильтры и другие пористые материалы не рекомендуется очищать хромовой смесью и растворами  $KMnO_4$ ; в этом случае лучше применять смесь конц.  $H_2SO_4$  и  $HNO_3$ .

При очистке посуды в кислой среде обычно пользуются 4% раствором  $KMnO_4$ . В сосуд, предварительно вымытый горячей водой с помощью ерша, наливают раствор  $KMnO_4$  и тонкой струей добавляют конц.  $H_2SO_4$  из расчета 3-5 мл на 100 мл раствора  $KMnO_4$ . При этом происходит разогревание, что способствует быстрому окислению загрязнений. Отработанный раствор выливают и повторно не используют. Если после ополаскивания водой на стенках сосуда обнаруживается бурый налет  $MnO_2$ , то его удаляют 5% раствором щавелевой кислоты или гидросульфита натрия.

Для очистки посуды применяют также раствор, приготовляемый смешиванием равных объемов насыщенных при комнатной температуре растворов  $KMnO_4$  и NaOH. Посуда заливается этой смесью на 10-15 мин. Бурый налет  $MnO_2$  удаляют как указано выше. После этого посуду моют водопроводной водой и споласкивают 2-3 раза дистиллированной водой.

Эффективным средством является смесь равных объемов 6 н. раствора  $\text{HCl}$  и 5% раствора  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Эта смесь действует весьма энергично при 30-40 °С и может быть использована многократно.

Посуду, загрязненную смолистыми веществами, в зависимости от химической природы последних, обрабатывают конц.  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  или 20-40% раствором  $\text{NaOH}$  или  $\text{KOH}$  при энергичном и длительном встряхивании.

Если посуда загрязнена керосином и другими нефтепродуктами, водный раствор  $\text{NaOH}$  или  $\text{KOH}$  можно заменить 5-10% раствором  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  — известковым молоком. После этой обработки посуду моют теплой водой. В ряде случаев хорошие результаты дает замачивание в растворе, содержащем стиральный порошок (для хлопчатобумажного и льняного белья) и аммиак.

### **Мытье мерной посуды**

Перед мытьем бюреток и других устройств, имеющих стеклянные краны, следует вынуть кран из муфты, очистить кран и муфту от смазки диэтиловым эфиром. Затем вновь вставляют кран, закрепляют его резинкой, и сосуд наполняют 2% мыльным раствором с кусочками мелко нарезанной бумаги и взбалтывают. Бюретки можно мыть мыльной водой при помощи ершей на длинной ручке или длинных стеклянных палочек с надетыми на них кусочками резиновых трубок. Затем, слив мыльный раствор, ополаскивают сосуд сначала водопроводной, а затем дистиллированной водой. Если этого окажется недостаточно, следует подвергнуть 15-20-минутному действию конц.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  или хромовой смеси. Затем бюретку снова ополаскивают сначала водопроводной, а затем дистиллированной водой.

Бюретки удобно очищать смесью этилового спирта и конц.  $\text{HNO}_3$ . Бюретку устанавливают в вытяжном шкафу, наливают 3 мл спирта, осторожно по стенкам бюретки приливают 4 мл конц.  $\text{HNO}_3$  и закрывают бюретку опрокинутой пробиркой. Выделяющиеся оксиды азота хорошо очищают

стенки. Промывание водопроводной водой и ополаскивание дистиллированной производят, не вынимая бюретку из вытяжного шкафа.

При очень сильной загрязненности мерной посуды ее выдерживают в подкисленном или подщелоченном растворе  $\text{KMnO}_4$  в течение суток, а затем, после удаления раствора, ополаскивают конц.  $\text{HCl}$  до полного удаления образовавшегося на стенках бурого налета  $\text{MnO}_2$  и промывают водой.

### **Мытье воронок со стеклянными пористыми пластинками**

Тотчас же после использования воронки отводную трубку соединяют резиновым шлангом с водопроводным краном и пускают воду, чтобы смыть осадок. Через плотные стеклянные фильтры просасывают воду под уменьшенным давлением. После такой механической очистки фильтры обрабатывают нагретым растворителем, подбираемым в зависимости от свойств осадка. Например, в случае  $\text{HgS}$  подходит царская водка, в случае  $\text{AgCl}$  — аммиак или тиосульфат натрия. В заключение фильтры следует основательно промыть горячей дистиллированной водой.

### **Устройства для мытья капиллярной посуды**

Для мытья пипеток и бюреток существуют специальные аппараты. Аппарат для мытья капиллярной посуды. Аппарат позволяет механизировать мытье пипеток и бюреток с наружным диаметром 4-6 мм. В двух ваннах на специальных гребенках закрепляется 6 или 12 сосудов. Для наполнения ванн и для наружного ополаскивания имеется смеситель с душевой головкой.

Растворы моющих средств, холодная и горячая вода, а также дистиллированная вода для прополаскивания просасываются через капилляры с помощью водоструйного насоса. Аппарат должен быть подключен к магистралям холодной и горячей воды с давлением не менее 0,2 МПа. Аппарат для мытья пипеток. Этот аппарат позволяет мыть одновременно до 280 пипеток длиной не свыше 370 мм с внутренним диаметром не менее 2 мм.

Пипетки сначала отмачивают в кислотном или щелочном растворе; затем загрузочную корзинку с пипетками вкладывают в цилиндр аппарата.

Мытье осуществляется за счет непрерывно повторяющегося цикла заполнения цилиндра водой через резиновый шланг, подведенный к смесителю, и автоматического сброса воды через сифонную трубку.

### Сушка

Вымытая посуда должна быть высушена, если только она не предназначена для работы с водными растворами. Самый распространенный холодный способ — сушка на колышках или на решетках. Вымытую посуду надевают на колышки доски или опрокидывают на решетку, установленную над моечной раковиной и оставляют до тех пор, пока она не высохнет.

При наличии в лаборатории проводки сжатого воздуха вымытую посуду можно высушить струей нагретого воздуха, профильтрованного через слой стеклянной ваты.

В отдельных случаях посуду высушивают, ополаскивая этиловым спиртом и диэтиловым эфиром, либо ацетоном и эфиром. Для этого обтирают сосуд снаружи полотенцем, ополаскивают вначале этиловым спиртом или ацетоном, а затем диэтиловым эфиром; остатки эфира удаляют продуванием чистым сухим воздухом вдали от источников огня. Остатки спирта и эфира сливают отдельно и сохраняют для последующей регенерации.

Мелкие стеклянные сосуды можно высушить в вакуум-эксикаторе, заполненном высушенным силикагелем. Горячая сушка проводится в сушильном шкафу при 100-120 °С. Посуду помещают в шкаф после того, как она некоторое время постояла перевернутой.

Чтобы посуда не загрязнилась, на выдвижные полки сушильного шкафа следует положить чистую фильтровальную бумагу. После отключения сушильного шкафа от сети посуду оставляют медленно охлаждаться, не

вынимая из шкафа, чтобы она не запотела. При возникновении срочной надобности малогабаритные сосуды можно вынуть из сушильного шкафа и поместить в эксикатор, где процесс остывания завершится быстрее. Для ускорения остывания посуды можно также ее продуть струей сухого воздуха.

### **Лабораторное оборудование: виды, применение, назначение**

Под лабораторным оборудованием принято понимать совокупность приборов и технических средств, применяющихся для проведения любых видов лабораторных исследований. Все разновидности лабораторного оборудования можно условно разделить по назначению использования, способам получения и отображения результатов лабораторных исследований, а также по степени валидации - подтверждения того, что требования к составу и состоянию исследуемого вещества или веществ удовлетворены.

Виды лабораторного оборудования по назначению

Исходя из назначения и области применения того или иного вида, условно принято выделять:

1. Общее лабораторное оборудование.
2. Специальное лабораторное оборудование.
3. Измерительные приборы.
4. Аналитическое лабораторное оборудование.
5. Испытательное лабораторное оборудование.

1. Общее лабораторное оборудование

К группе общего лабораторного оборудования относятся:

Центрифуги;

Фильтры;

Дистилляторы;

Измельчители;

Миксеры;

Гомогенизаторы;

Реакторы;

Весы и т.п.

Также к общему лабораторному оборудованию можно отнести стенды, шкафы и столы, другие подобные предметы.

Основное назначение названной группы лабораторного оборудования - проведение подготовительных и промежуточных манипуляций с веществами до начала или в процессе исследований. Такие приборы призваны смешивать, дробить, измельчать образцы, а также менять их температуру, агрегатное состояние и другие физико-химические свойства.

## 2. Специальное лабораторное оборудование

К группе специального лабораторного оборудования можно отнести любые лабораторные устройства, характеризующиеся повышенной точностью результатов исследований, а также устройства и средства, требующие особых условий хранения и эксплуатации.

Применяется такое оборудование чаще всего в целях проведения узких, ограниченных исследований. Нередко к группе специального лабораторного оборудования относят и специальные приборы и устройства, выполняющие роль создания стерильных условий в процессе лабораторных исследований.

В узком смысле специальное лабораторное оборудование – это такое оборудование, которое создано для выполнения какой-либо определенной задачи, решением которой заняты лаборанты и конкретная лаборатория, соответственно.

### 3. Измерительные приборы

Группа измерительного лабораторного оборудования включает в себя:

- Рефрактометры;
- Поляриметры;
- Лабораторные весы;
- Спектрометры и другой измерительный инвентарь.

Основная задача измерительных приборов - определение количественных физических параметров исследуемого вещества.

### 4. Аналитическое

Такая группа лабораторного оборудования включает:

- Фотометры;
- Хроматографы;
- Титраторы и другие виды анализаторов.
- Названные приборы позволяют с высокой точностью определять состав веществ: изотопный, элементный и т.д.

### 5. Испытательное оборудование

В группу входят:

- Влагомеры;
- Толщинометры;
- Реометры и подобные им средства испытательного назначения.

В целом и общем испытательное лабораторное оборудование - это преимущественно роботизированные и компьютеризированные технические средства, позволяющие производить различные химические и физические манипуляции с пробами исследуемого вещества или веществ.

### **Лабораторное оборудование по принципу порядка выполнения лабораторных исследований**

Общий порядок выполнения всевозможных лабораторных исследований можно свести к двум шагам:

1. Подготовка взятой пробы.
2. Непосредственно исследование пробы.

Исходя из этого, а также учитывая необходимость создания стерильных условий в процессе исследований, все лабораторное оборудование можно классифицировать по принципу порядка выполнения этих исследований следующим образом:

1. Лабораторное оборудование для подготовки проб к исследованию.
2. Лабораторное оборудование для проведения исследований.
3. Оборудование для создания стерильных условий в процессе исследований.

1. Оборудование для подготовки проб

Характерные представители такой группы – центрифуги, пипетки, сепараторы, мельницы и т.п. оборудование.

Подготовительное оборудование позволяет придать веществам необходимую форму или необходимое агрегатное состояние. Такую форму или состояние, которое подошло бы для проведения дальнейших лабораторных исследований.



## 2. Оборудование для проведения исследований

К группе лабораторного оборудования, основная задача которого – проведение лабораторных исследований, можно отнести:

- Микроскопы, как классические, так и электронные;
- Высокоточные лабораторные весы;
- Все группы анализаторов;
- Титраторы;
- Фотоизмерители и т.п.

Все из перечисленных позиций, так или иначе, позволяют лаборантам с точностью определять структуру проб исследуемого вещества или веществ, пересчитывать цепи или звенья структуры.

## 3. Оборудование для создания стерильных условий

Важным условием качества и точности проводимых лабораторных исследований является полное отсутствие микроскопических организмов в лабораторной среде. Исходя из этого, необходимым и обязательным является применение специального фильтрующего и очищающего, обеззараживающего оборудования. Стерильности можно добиться при помощи:

- Кварцевых ламп;
- Ультрафиолетовых ламп и т.д.

### **Общие приемы сборки лабораторных установок**

Основой для сборки различных стеклянных установок обычно служат либо лабораторные штативы, либо стационарные рамы или стенды. Детали установок закрепляются с помощью лапок, колец и муфт (рис. 13). Лапки и кольца обязательно должны иметь на соприкасающихся со стеклом поверхностях мягкие резиновые или войлочные прокладки. Если прокладок

нет, на губы лапок натягивают отрезки резиновых шлангов или приклеивают клеем 88Н или 88НП куски мягкой резины. Во избежание поломки стеклянных деталей не следует туго закручивать винты лапок. Лучше вначале создать необходимое усилие, сдвинув губы лапки пальцами, а затем винтом зафиксировать положение губ.

Для закрепления колб вместимостью более 1 л с содержимым недостаточно одной лапки. Колба должна быть либо погружена в баню, либо опираться дном на кольцо. Вообще же следует стремиться обходиться минимальным количеством лапок. Так, например, для закрепления традиционной установки для перегонки жидкостей (см. рис. 67) достаточно трех лапок: две поддерживают перегонную и приемную колбы, третья — холодильник.

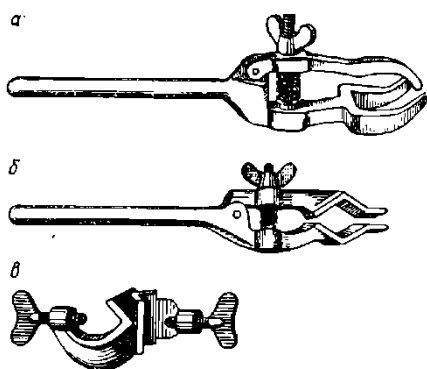


Рис. 13. Металлические лапки (а, б) и муфта (в).

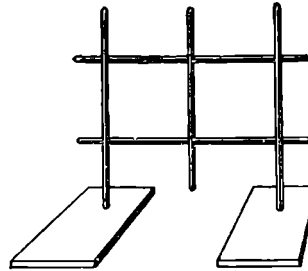
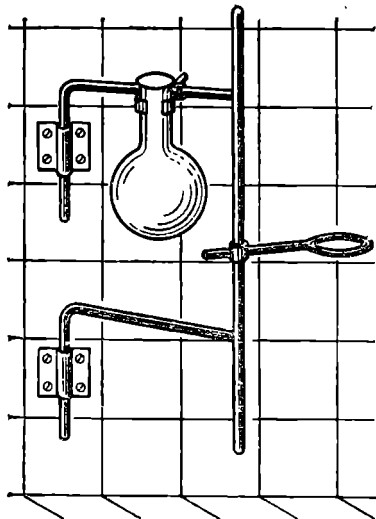


Рис. 14. Штатив-кронштейн шарнирно закрепленный на стене.

Рис. 15. Передвижная настольная рама для монтирования установок.

Нагревательную баню в этом случае располагают на кольце так, чтобы ее можно было легко опустить.

Некоторые широко используемые установки многократного применения, например батареи колонок для сушки газов, приборы для определения температуры плавления и т. п., целесообразно либо монтировать на отдельных штативах, чтобы их можно было не разбирая отставлять в сторону, когда они не нужны, либо неподвижно закреплять в наиболее удобном месте.

Для многих целей, особенно при недостатке места, что обычно ощущается, например, в вытяжном шкафу, очень удобны штативы-кронштейны, шарнирно закрепленные на стене (рис. 14).

Сложные установки, которые невозможно закрепить на одном штативе, рекомендуется монтировать на передвижных или стационарных рамах.

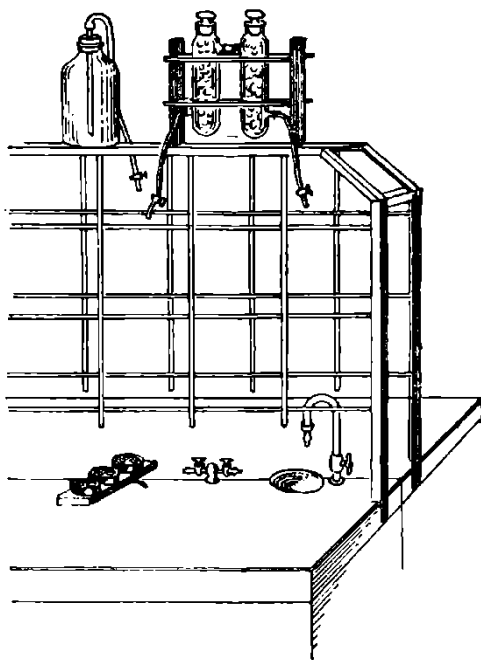


Рис. 16. Стационарная монтажная рама на рабочем столе.

На рис. 15 изображена сварная передвижная настольная рама, изготовленная из двух штативов с массивными платформами и стальных стержней того же сечения. Если имеются стержни достаточной длины, любая рама при необходимости может быть легко собрана с помощью муфт. Иногда удобнее использовать не настольные, а большие, в рост человека, монтажные рамы, устанавливаемые на полу. Монтирование установок на рамах предпочтительнее, чем на двух-трех несвязанных штативах, так как в последнем случае система получается более шаткой и ее невозможно передвинуть в собранном виде.

В некоторых лабораториях с успехом используются стационарные монтажные стенды. Они могут быть закреплены как на столе (рис. 16), так и на стене при помощи вделанных в нее стальных стержней. Такие стенды удобнее тем, что поверхность стола остается свободной и ее проще содержать в чистоте.

### **Правила обращения с реактивами**

Реактивы необходимо предохранять от загрязнения.

Реактивы следует расходовать экономно.

На всех склянках с реактивами всегда должны быть этикетки с указанием названия реактива и степени его чистоты.

Реактивы, изменяющиеся под действием света, следует хранить только в жёлтых или тёмных склянках.

Особую осторожность следует соблюдать при обращении с ядовитыми, огнеопасными или вредными веществами, с концентрированными кислотами и щелочами.

С огнеопасными реактивами следует работать вдали от огня и работающих нагревательных приборов.

Все химреактивы, поступающие на предприятие, должны храниться на складах или специально оборудованных площадках. Каждый препарат должен всегда храниться на одном и том же, специально отведенном для него месте.

Жидкие и твердые химические реактивы хранятся в толстостенных склянках с притертыми пробками. Кислоты следует содержать отдельно от других реактивов. Не допускается совместное хранение кислот и аммиака. Сухие реактивы органической и неорганической природы содержат в разных шкафах. Самовозгорающиеся при контакте с водой вещества следует помещать в шкаф под замок.

Некоторые реактивы, которые чувствительны к воздуху, в частности, металлические цезий и рубидий, хранят в специальных запаянных ампулах из стекла, заполненных водородом или инертным газом.

Химические реактивы следует хранить при температуре +8 градусов до +20 градусов и относительной влажности воздуха в помещении 60-70%.

Твёрдые, сыпучие препараты, жидкие реактивы и растворители крайне не рекомендуется перемещать в другую тару, их лучше всего хранить в таре

производителя. В особых случаях разрешается разлив в ёмкости меньшего объёма при условии соблюдения правил ТБ и правил сохранности химических свойств веществ.

К таре для таких веществ, как химические реактивы, предъявляются определенные требования. Какой должна быть банка для хранения и транспортировки химреактивов? Такая банка должна обеспечивать удобное пользование веществом и предохранять от порчи и загрязнения. Часто для этой цели применяется полиэтиленовая тара. Причем должен использоваться полиэтилен высокого давления, так как полиэтилен низкого давления содержит остаточные металлические примеси, могущие загрязнить продукт высокой очистки.

Трудно измельчаемые химические реактивы выпускаются в виде гранул, а, например, щёлочи КОН и NaOH — в виде так называемых «чешуек». Некоторые смешанные химические реактивы, например буферные смеси, выпускаются в ампулированной форме или в форме таблеток. Жидкости же, в свою очередь, фасуют в канистры, бутылки и в склянки-капельницы, амид натрия или металлический натрий иногда используют в виде паст в вазелине.

Для правильного и эффективного использования химреактивов важно знать правила их транспортировки. Ведь несоблюдение элементарных правил техники безопасности или правил хранения препаратов может не только привести к потере химических свойств веществ, но и нанести непоправимый вред здоровью людей. Химические реактивы могут перевозиться грузобагажом в пассажирских поездах, посылками в почтовых вагонах либо мелкими отправлениями. Все вещества можно разделить на опасные и неопасные. Неопасные препараты подлежат транспортировке мелкими отправлениями грузобагажом на общих основаниях, без каких-либо ограничений. Исключением являются лишь жидкости, которые не допускается перевозить

грузобагажом по железным дорогам. Перевозка опасных химреактивов имеет ряд ограничений и требует соблюдения некоторых условий.

Во-первых, опасные препараты нельзя перевозить грузобагажом в поездах. Опасные химические вещества в мелкой расфасовке, вес которых не превышает 1 кг, а объем – 1 литр, подлежат транспортировке мелкими отправлениями, в том числе и в контейнерах, в качестве неопасного груза, на общих основаниях. Сухие неопасные химические реактивы можно перевозить в багажных вагонах пассажирских поездов. Они должны быть расфасованы в прочные дощатые ящики, которые по торцам окантованы металлической лентой. На ящике следует поместить надпись следующего содержания: "Осторожно - химреактивы ". Вес брутто одного ящика должен составлять не менее 10 и не более 35 кг. Не допускается упаковка в одну тару химреактивов (как опасных, так и неопасных), взаимодействие которых при разгерметизации упаковки может вызвать какие-либо опасные последствия. В документах на транспортировку опасных химреактивов мелкими отправлениями и грузобагажом должно быть обязательно указано: "Упаковано в соответствии с правилами перевозок химических реактивов". Полная ответственность за последствия в случае чрезвычайных происшествий (отравление людей пожар и др.), причиной которых послужило нарушение условий перевозок химических препаратов, ложится на отправителя груза.

Различные способы очистки химических реактивов: физические, химические, с помощью ионообменных смол. Чаще всего в лабораторной практике используются при разделении и очистке веществ следующие приёмы: перегонка и сублимация, экстракция, кристаллизация и перекристаллизация, высаливание.

Требования техники безопасности и охраны труда при работе с химическими реактивами и при выполнении химических операций.

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 На работу в химико-аналитические лаборатории принимаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование для решения вопроса о возможности работы в лаборатории.

1.2 Вновь поступающие на работу допускаются к исполнению своих обязанностей только после прохождения вводного инструктажа о соблюдении мер безопасности, инструктажа на рабочем месте и после собеседования по вопросам техники безопасности.

1.3 Прохождение инструктажа обязательно для всех принимаемых на работу независимо от их образования, стажа работы и должности, а также для проходящих практику или производственное обучение.

1.4 Периодический инструктаж должен проводиться на рабочем месте дважды в год.

1.5 При переводе сотрудника на новые виды работ, незнакомые операции, перед работой с новыми веществами, а также в случае нарушения работником правил техники безопасности проводится внеплановый инструктаж.

1.6 Проведение всех видов инструктажа регистрируется в журнале.

1.7 Распоряжением по лаборатории в каждом рабочем помещении назначаются ответственные за соблюдением правил техники безопасности, правильное хранение легковоспламеняющихся, взрывоопасных и ядовитых веществ, санитарное состояние помещений, обеспеченность средствами индивидуальной защиты и аптечками первой помощи с необходимым набором



медикаментов.

1.8 Проведение вводного инструктажа, контроль выполнения правил техники безопасности во всей лаборатории и ведение журнала инструктажа осуществляет назначенное начальником лаборатории должностное лицо, в подчинении которого находятся ответственные рабочих помещений.

1.9 Все работающие в лаборатории должны быть обеспечены необходимой спецодеждой и средствами индивидуальной защиты.

## 2 СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

2.1 При работе в химической лаборатории необходимо надевать халат из хлопчатобумажной ткани.

2.2 При выполнении работ, связанных с выделением ядовитых газов и пыли, для защиты органов дыхания следует применять респираторы или противогазы и другие средства защиты.

2.3 При работе с едкими и ядовитыми веществами дополнительно применяют фартуки, средства индивидуальной защиты глаз и рук.

2.4 Для защиты рук от действия кислот, щелочей, солей, растворителей применяют резиновые перчатки.

На перчатках не должно быть порезов, проколов и других повреждений. Надевая перчатки, следует посыпать их изнутри тальком.

2.5 Для защиты глаз применяют очки различных типов, щитки, маски.

### 3 ПРАВИЛА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ЛАБОРАТОРИИ

3.1 Лаборатория должна быть оснащена пожарными кранами (не менее одного на этаж) с пожарными рукавами. В каждом рабочем помещении должны быть в наличии огнетушители и песок, а в помещениях с огнеопасными и легковоспламеняющимися веществами - дополнительные средства пожаротушения.

3.2 В помещении лаборатории на видном месте должен быть вывешен план эвакуации сотрудников в случае возникновения пожара.

3.3 Распоряжением по лаборатории из числа сотрудников назначается группа (3-5 человек), которая организует все противопожарные мероприятия, получив инструктаж местной пожарной команды.

3.4 Все сотрудники лаборатории должны быть обучены правилам обращения с огне- и взрывоопасными веществами, газовыми приборами, а также должны уметь обращаться с противогазом, огнетушителем и другими средствами пожаротушения, имеющимися в лаборатории.

3.5 В помещениях лаборатории и в непосредственной близости от них (в коридорах, под лестницами) запрещается хранить горючие материалы и

устанавливать предметы, загромождающие проходы и доступ к средствам пожаротушения.

3.6 Курить разрешается только в отведенном и оборудованном для этой цели месте.

Курить в помещениях лаборатории строго запрещается.

3.7 Без разрешения начальника лаборатории и лица, ответственного за противопожарные мероприятия, запрещается установка лабораторных и нагревательных приборов, пуск их в эксплуатацию, переделка электропроводки.

3.8 Все нагревательные приборы должны быть установлены на термоизолирующих подставках.

3.9 Запрещается эксплуатация неисправных лабораторных и нагревательных приборов.

3.10 После окончания работы необходимо отключить электроэнергию, газ и воду во всех помещениях.

3.11 Каждый сотрудник лаборатории, заметивший пожар, задымление или другие признаки пожара, обязан:

- немедленно вызвать пожарную часть по телефону;
- принять меры по ограничению распространения огня и ликвидации пожара;
- поставить в известность начальника лаборатории, который в свою очередь должен известить сотрудников, принять меры к их эвакуации и ликвидации пожара.

#### 4 ПРАВИЛА ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ В ЛАБОРАТОРИИ

4.1 Все электрооборудование с напряжением свыше 36 В, а также оборудование и механизмы, которые могут оказаться под напряжением, должны быть надежно заземлены.

4.2 Для отключения электросетей на вводах должны быть рубильники или другие доступные устройства. Отключение всей сети, за исключением дежурного освещения, производится общим рубильником.

4.3 В целях предотвращения электротравматизма запрещается:

- работать на неисправных электрических приборах и установках;
- перегружать электросеть;

- переносить и оставлять без надзора включенные электроприборы;
- работать вблизи открытых частей электроустановок, прикасаться к ним;
- загромождать подходы к электрическим устройствам.

4.4 О всех обнаруженных дефектах в изоляции проводов, неисправности рубильников, штепсельных вилок, розеток, а также заземления и ограждений следует немедленно сообщить электрику.

4.5 В случае перерыва в подаче электроэнергии электроприборы должны быть немедленно выключены.

4.6 Запрещается использование в пределах одного рабочего места электроприборов класса "О" и заземленного электрооборудования.

4.7 Категорически запрещается прикасаться к корпусу поврежденного прибора или токоведущим частям с нарушенной изоляцией и одновременно к заземленному оборудованию (другой прибор с исправным заземлением, водопроводные трубы, отопительные батареи), либо прикасаться к поврежденному прибору, стоя на влажном полу.

4.8 При поражении электрическим током необходимо как можно быстрее освободить пострадавшего от действия электрического тока, отключив электроприбор, которого касается пострадавший. Отключение производится с помощью выключателя или рубильника.

4.9 При невозможности быстрого отключения электроприбора необходимо освободить пострадавшего от токоведущих частей деревянным или другим не проводящим ток предметом источником поражения.

4.10 Во всех случаях поражения электрическим током необходимо вызвать врача.

## 5 ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОГО ХРАНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКТИВОВ

### 5.1 Общие положения

5.1.1 Лабораторные запасы реактивов должны храниться в специально оборудованных, хорошо вентилируемых, сухих помещениях (складах) согласно разработанной в лаборатории схеме размещения реактивов.

5.1.2 При размещении реактивов на складах следует неукоснительно соблюдать порядок совместного хранения пожаро- и взрывоопасных веществ. Не разрешается совместное хранение реактивов, способных реагировать друг с другом с выделением тепла или горючих газов. Запрещается также совместно хранить вещества, которые в случае возникновения пожара нельзя тушить одним огнетушащим средством.

5.1.3 Запрещается расфасовывать сыпучие вещества на складе.

5.1.4 Основным правилом при хранении и отборе реактивов является предохранение их от загрязнения.

5.1.5 На всех склянках с реактивами должны быть этикетки с указанием названия, квалификации и срока годности.

5.1.6 Реактивы, которые нельзя хранить в стеклянной таре, помещают в тару из материалов, устойчивых к действию данного реактива. Например, плавиковую кислоту и щелочи хранят в бутылках из полиэтилена.

5.1.7 Реактивы, разлагающиеся или изменяющие свои свойства под действием света (например, диэтиловый эфир, пероксиды, соли серебра), хранят в склянках из темного или желтого стекла.

5.1.8 Гигроскопические вещества и вещества, окисляющиеся при соприкосновении с воздухом, должны храниться в герметичной таре. Для герметизации пробок используют парафин.

5.1.9 Отработанные реактивы необходимо сливать в отдельные склянки для последующей переработки или передачи в организации, занимающиеся утилизацией химических веществ.

Сливать концентрированные кислоты, щелочи, ядовитые и горючие вещества в канализацию запрещается!

## 5.2 Хранение химических реактивов в лаборатории

5.2.1 В рабочих помещениях допускается хранить нелетучие, непожароопасные и малотоксичные твердые вещества и водные растворы, разбавленные кислоты и щелочи, в количествах, необходимых для анализов.

5.2.2 Концентрированные кислоты в объеме не более 2 дм хранятся в стеклянной посуде с притертыми стеклянными крышками или пластмассовыми пробками в эксикаторе или стеклянной емкости с крышкой в вытяжном шкафу. Для лучшей герметичности надевают резиновые колпачки.

5.2.3 Концентрированные растворы щелочей хранят в вытяжном шкафу, отдельно от кислот, в полиэтиленовой таре. Вместе с щелочами хранится аммиак.

5.2.4 Хранение легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) допускается в толстостенных, снабженных герметичными пробками бутылках, вместимостью не более 1 дм , особо опасные ЛВЖ - в объеме не более суточной потребности (Таблица 1). Бутыли с ЛВЖ помещают в специальные металлические ящики вдали от источников тепла и окислителей (хлоратов, нитратов, азотной кислоты, перекиси водорода, перманганатов).

Таблица 1.

Предельно допустимые объёмы (ЛВЖ), разрешенные к хранению в рабочих помещениях

| ВЕЩЕСТВО | ОБЪЕМ, дм |
|----------|-----------|
| Ацетон   | 0,5       |
| Бензин   | 0,3       |



|                  |      |
|------------------|------|
| Бензол           | 0,5  |
| Бутанол          | 5,0  |
| Гексан           | 0,3  |
| Дихлоэтан        | 3,0  |
| Диэтиловый эфир  | 0,2  |
| Керосин          | 5,0  |
| Ксилол           | 5,0  |
| Серовуглерод     | 0,15 |
| Толуол           | 2,0  |
| Уксусная кислота | 5,0  |
| Циклогексан      | 5,0  |
| Этанол           | 2,0  |
| Этилацетат       | 1,0  |

5.2.5 Четыреххлористый углерод и хлороформ хранят в нижнем отделении  
вытяжного шкафа.

5.2.6 Слянки с концентрированным бромом хранят в коробке или  
полиэтиленовой банке с листовым асбестом в закрывающемся сейфе. Бромная

вода хранится в склянках с колпачками, за неимением последних допускается хранение в эксикаторе с притертой крышкой в вытяжном шкафу.

5.2.7 Органические вещества с резким раздражающим запахом (пиридин, изоамиловый спирт и др.) хранятся в склянках, хорошо закрытых пробками с резиновыми колпачками.

5.2.8 Металлическая ртуть и другие ядовитые вещества (Приложение 3) хранятся в запирающихся шкафах (сейфах) в строгом соответствии с инструкциями по их хранению.

5.2.9 Едкие вещества (железо треххлористое, йод, триэтаноламин, валериановая, пропионовая и др. органические кислоты) хранятся в стеклянной посуде с притертыми пробками в металлическом ящике под вытяжным шкафом. Для лучшей герметичности на пробки надевают резиновые колпачки.

### 5.3 Правила хранения пожароопасных реактивов

К пожароопасным относятся огнеопасные, самовоспламеняющиеся (Приложение 4) и взрывоопасные (Приложение 5) вещества.

5.3.1 Запасы пожароопасных реактивов должны храниться в изолированных, хорошо вентилируемых помещениях вдали от отопительных приборов и прямых лучей солнца.

5.3.2 Помещения для хранения пожароопасных веществ должны быть оснащены противопожарными средствами: порошковыми огнетушителями, сухим песком, лопатами, ведрами, листовым асбестом, кошмой, суконными одеялами и рукавицами.

Тушение пожара водой и воздушно-механической пеной недопустимо!

5.3.3 В местах хранения пожароопасных реактивов запрещено размещать посторонние предметы и мебель, загромождающие доступ к средствам пожаротушения.

5.3.4 Хранение пожароопасных веществ допускается в строго соответствующей таре, имеющей этикетки с точным наименованием вещества и надписью "Огнеопасно" ("Взрывоопасно").

5.3.5 Совместное хранение в одном помещении самовоспламеняющихся, огнеопасных и взрывоопасных веществ не допускается. При отсутствии отдельных помещений допускается хранение небольших количеств (10-15 г) вышеназванных веществ в одном помещении, но в отдельных, плотно закрывающихся железных шкафах.

5.3.6 Не разрешается также совместно хранить вещества, которые способны при своем взаимодействии вызывать образование пламени или выделять большое количество тепла. Так, щелочные металлы и белый фосфор нельзя хранить с элементарными бромом и йодом, сильные окислители (бертолетову соль, марганцевокислый калий, перекиси) - с восстановителями (углем, серой, крахмалом, фосфором) и т.п.

## 6 ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ С ХИМИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ

### 6.1 Общие положения

При работе в химической лаборатории необходимо соблюдать требования техники безопасности.

6.1.1 При работе с химическими реактивами в лаборатории должно находиться не менее двух сотрудников.

6.1.2 Приступая к работе, сотрудники обязаны осмотреть и привести в порядок свое рабочее место, освободить его от ненужных для работы предметов.

6.1.3 Перед работой необходимо проверить исправность оборудования, рубильников, наличие заземления и пр.

6.1.4 Работа с едкими и ядовитыми веществами, а также с органическими растворителями проводится только в вытяжных шкафах.

6.1.5 Запрещается набирать реактивы в пипетки ртом, для этой цели следует использовать резиновую грушу или другие устройства.

6.1.6 При определении запаха химических веществ следует нюхать осторожно, направляя к себе пары или газы движением руки.

6.1.7 Работы, при которых возможно повышение давления, перегрев стеклянного прибора или его поломка с разбрызгиванием горячих или едких продуктов, также выполняются в вытяжных шкафах. Работающий должен надеть защитные очки (маску), перчатки и фартук.

6.1.8 При работах в вытяжном шкафу створки шкафа следует поднимать на высоту не более 20-30 см так, чтобы в шкафу находились только руки, а наблюдение за ходом процесса вести через стекла шкафа.

6.1.9 При работе с химическими реактивами необходимо включать и выключать вытяжную вентиляцию не менее чем за 30 минут до начала, и после окончания работ.

6.1.10 Смешивание или разбавление химических веществ, сопровождающееся выделением тепла, следует проводить в термостойкой или фарфоровой посуде.

6.1.11 При упаривании в стаканах растворов следует тщательно перемешивать их, так как нижний и верхний слои растворов имеют различную плотность, вследствие чего может произойти выбрасывание жидкости.

6.1.12 Во избежание ожогов, поражений от брызг и выбросов нельзя наклоняться над посудой, в которой кипит какая-либо жидкость.

6.1.13 Нагревание посуды из обычного стекла на открытом огне без асбестированной сетки запрещено.

6.1.14 При нагревании жидкости в пробирке держать ее следует отверстием в сторону от себя и от остальных сотрудников.

6.1.15 Ни при каких обстоятельствах нельзя допускать нагревание жидкостей в колбах или приборах, не сообщающихся с атмосферой.

6.1.16 Нагретый сосуд нельзя закрывать притертой пробкой до тех пор, пока он не охладится до температуры окружающей среды.

## 6.2 Работа с кислотами и щелочами

6.2.1 Работа с концентрированными кислотами и щелочами проводится только в вытяжном шкафу и с использованием защитных средств (перчаток, очков). При работе с дымящей азотной кислотой с удельной плотностью 1,51-1,52 г/см<sup>3</sup>, а также с олеумом следует надевать также резиновый фартук.

6.2.2 Используемые для работы концентрированные азотная, серная, соляная кислоты должны храниться в вытяжном шкафу в стеклянной посуде емкостью не более 2 дм<sup>3</sup>. В местах хранения кислот недопустимо нахождение легковоспламеняющихся веществ.

Разбавленные растворы кислот (за исключением плавиковой) также хранят в стеклянной посуде, а щелочей - в полиэтиленовой таре.

6.2.3 Работа с плавиковой кислотой требует особой осторожности и проводится обязательно в вытяжном шкафу. Хранить плавиковую кислоту

необходимо в полиэтиленовой таре.

6.2.4 Переносить бутылки с кислотами разрешается вдвоем и только в корзинах, промежутки в которых заполнены стружкой или соломой. Более мелкие емкости с концентрированными кислотами и щелочами следует переносить в таре, предохраняющей от ожогов (специальные ящики с ручкой).

6.2.5 Концентрированные кислоты, щелочи и другие едкие жидкости следует переливать при помощи специальных сифонов с грушей или других нагнетательных средств.

6.2.6 Для приготовления растворов серной, азотной и других кислот их необходимо приливать в воду тонкой струей при непрерывном помешивании. Для этого используют термостойкую посуду, так как процесс растворения сопровождается сильным разогреванием.

## РАСЧЁТ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ СОГЛАСНО МЕТОДИКАМ ВЫПОЛНЕНИЯ АНАЛИЗА

Результат измерения имеет ценность лишь тогда, когда можно оценить его интервал неопределенности, т.е. степень достоверности.

Погрешность результата прямого однократного измерения зависит от многих факторов, но в первую очередь определяется, естественно, погрешностью используемых средств измерений. Поэтому в первом приближении

погрешность результата измерения можно принять равной погрешности, которой в данной точке диапазона измерений характеризуется используемое средство измерений.

Так как погрешности средств измерений изменяются в диапазоне, то вычисление должно производиться по соответствующим формулам. Вычисляться должна как абсолютная, так и относительная погрешности результата измерения, так как первая из них нужна для округления результата и его правильной записи, а вторая – для однозначной сравнительной характеристики его точности.

Измерить какую-либо физическую величину значит сравнить ее с другой однородной ей физической величиной, принятой за единицу меры. За единицу меры длины, например, принят 1 метр, массы – 1 кг и др. При измерении физических величин пользуются, разумеется, не эталонами, которые хранятся в специальных государственных метрологических учреждениях, а измерительными приборами, которые тем или иным способом сверены с эталонами. Виды измерений определяются физическим характером измеряемой величины, требуемой точностью измерения, необходимой скоростью измерения, условиями и режимом измерений и т. д.

При выборе метода анализа учитывается: поставленная перед учеными аналитическая задача, размеры объекта анализа и величина пробы образца, примерное содержание определяемых компонентов в пробе, наличие мешающих примесей, требуемая точность анализа, наличие оборудования и приборов, затраты времени на проведение анализа, стоимость анализа, ряд других обстоятельств, связанных с реальными условиями работы в лаборатории. Четко сформулированная аналитическая задача является основой для выбора оптимальной методики. Поиск ведут, пользуясь сборниками нормативных документов (стандартных методик), справочниками, обзорами по отдельным объектам или методам.



Так, выделяют следующие количественные методы анализа в химии:

- физические;
- классические;
- физико-химические.

Классические методы в химии.

Вторая категория способов заключается в том, что при их использовании предполагается прохождение различных видов реакций. Они могут образовываться в различных составах. Это, к примеру, растворы, газы, тела. Данная группа также имеет свою классификацию.

Так, необходимо выделить следующие методы:

- Гравиметрический метод. Такой способ еще получил название весового. В данном случае предполагается точное определение массы отдельного компонента в составе или веществе, которые подвергаются исследованию.
- Титриметрический или, как его еще называют, объемный метод. Проводятся строгие измерения количества реагента, имеющего известную концентрацию. Он непосредственно взаимодействует с определяемым веществом. Стоит отметить, что при этом их количества являются эквивалентными.

Проба, прошедшая стадии пробоотбора и пробоподготовки, подвергается химическому исследованию с помощью выбранного метода.

Расчеты осуществляют с помощью определенных формул или графиков: Некоторые способы расчета весьма сложны и требуют применения компьютера. Полученные данные и результаты анализа отражают в лабораторном журнале.

При формулировании выводов исследователь должен критически оценить полученные результаты с точки зрения поставленной задачи. Необходимо

сопоставить предполагаемые и фактические результаты. В случае удовлетворительного результата аналитическая задача считается выполненной. В противном случае полученные результаты порождают новую аналитическую задачу с уточненными условиями. Последний этап проведенного химического анализа переходит в первый этап нового химического анализа, замыкая аналитический цикл.

### 1.1 Измерение аналитического сигнала.

При количественном измерении определяют интенсивность аналитического сигнала, т.е. числовое значение свойства, связанного с количественным содержанием анализируемого компонента. В гравиметрическом методе аналитическим сигналом является масса высушенного или прокаленного осадка, в титриметрическом – объем раствора, израсходованного на химическую реакцию, в фотометрическом – оптическая плотность раствора и т.д. По результатам количественного измерения с помощью уравнения связи рассчитывают содержание определяемого компонента в пробе. Уравнение связи выражает количественную зависимость между интенсивностью аналитического сигнала (измеряемой величиной) и количеством или содержанием анализируемого компонента. Обычно аналитический сигнал фона учитывают при проведении контрольного (холостого) опыта, когда через все стадии анализа проводится проба, не содержащая определяемого компонента. Полезным при этом является аналитический сигнал, равный разности измеренного сигнала анализируемой пробы и аналитического сигнала фона. По зависимости аналитического сигнала от содержания определяемого компонента находят его концентрацию в исследуемом растворе.

### 1.2 Методика выполнения измерений и снятие показаний прибора.

Измерение – это операции при которых применяются технические средства, с помощью которых можно определить отношение измеряемой величины к единице измерения.

В настоящее время принято 6 классификационных признаков измерений:

- 1) Характеристика точности измерения
- 2) Число измерений
- 3) Постоянство значения измеряемой величины в процессе измерений
- 4) Назначение измерения
- 5) Способ выражения результата измерения
- 6) Способ получения результата измерения

1. По характеристике точности различают равноточные измерения, которые выполняются одинаковыми по точности средствами измерения при одних и тех же условиях и неравноточные, которые выполняются различными по точности средствами и в разных условиях.

2. По числу измерений они подразделяются на однократные и многократные.

3. Если измеряемая величина в процессе измерения остается неизменной, то такие измерения можно назвать статическими, если величина изменяется, то такие измерения называются динамическими.

Технические измерения выполняются в процессе научных экспериментов.

Метрологические измерения проводятся с целью воспроизведения единиц физических величин.

4. По способу выражения результатов измерения подразделяются на абсолютные и относительные.

Примерами относительных измерений могут служить: измерение объема с помощью мерного цилиндра или толщины образца с помощью мерного цилиндра или толщины образца с помощью микрометра.

Относительным измерением является, например: измерение относительной влажности воздуха с помощью психрометра.

5. По способу получения результатов измерений их подразделяют на: прямые, косвенные, совокупные и совместные.

Прямое измерение – это измерение при котором искомое значение величины находят непосредственно.

Косвенное измерение – измерение при котором значение величины определяют на основании прямых измерений других величин, связанных с искомой величиной.

Совокупные измерения – это измерения нескольких однородных величин в различных их сочетаниях с последующим решением системой уравнений.

Совместные измерения – это одновременное измерение двух или нескольких величин для установления корреляции между ними. Корреляция – взаимосвязь двух случайных величин.

После измерения какой-либо величины, показания прибора заносятся в лабораторный журнал.

## 2. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

### 2.1 Обработка результатов прямых измерений

Прямые – это такие измерения, при которых искомое значение находится непосредственно из эксперимента. Например, однократное измерение напряжения щитовым вольтметром.

Различают однократные и многократные прямые измерения. Однократные - самые простые по выполнению и обработке - наиболее распространены в практике промышленных экспресс-измерений и в ЖКХ - и означают получение окончательного результата по одному разовому наблюдению.

Например, жидкостным термометром класса точности 1,0 (т.е. с пределом основной приведенной погрешности  $g$  не превышающей 1,0 %) с диапазоном измеряемых значений  $0 \dots 150^\circ\text{C}$  получен результат  $X = 75^\circ\text{C}$ .

Требуется определить предельные значения абсолютной  $D$  и относительной погрешности  $d$  результата измерения.

В многократных (множественных) прямых измерениях получают ряд результатов измерения (в общем случае - различных) одной и той же физической величины. При этом возможны две постановки задачи.

Первая: измеряемая величина неизменна, а множество различных результатов измерения вызваны наличием у инструмента заметных случайных погрешностей. И тогда решаются вопросы, что принять за измеренное значение (за окончательный результат измерения) и, как оценить суммарную погрешность результата.

Вторая постановка задачи: сама измеряемая величина - случайна и тогда решается вопрос определении оценки математического ожидания этой случайной величины и оценки ее среднего квадратического отклонения. Математический аппарат решения обеих задач фактически общий, однако существо постановки принципиально разное.

Пример. Получен ряд результатов измерения действующего значения переменного напряжения электрической сети вольтметром, имеющим значительную случайную погрешность.

Предполагая, что у вольтметра есть только случайная погрешность (систематическая отсутствует), а измеряемая величина за время наблюдения

не изменялась, можно найти результат измерения  $X^*$  и оценку среднего квадратического отклонения среднего арифметического  $s^*$ .

В соответствии с приведенными выше выражениями, искомые значения  $X^* = 214,0$  В;  $s^* = 1,5$ . Для случая, скажем, нормального закона распределения, задаваясь конкретным значением доверительной вероятности, можно легко найти абсолютную погрешность. Например, при требуемой доверительной вероятности  $P = 0,95$  значение абсолютной погрешности составляет  $\pm 2 \cdot 1,5$  В =  $\pm 3,0$  В.

Воспользуемся тем же численным примером для иллюстрации второй постановки задачи, но предположим, что причина различия исходных результатов - иная. Теперь пусть измеряемая величина - случайна и меняется в ходе эксперимента. Оценка математического ожидания  $m^*$  совпадает со значением среднего арифметического  $X^*$ , найденным в первом варианте примера. А оценка среднего квадратического отклонения совпадает с найденной в первом варианте примера оценкой.

## 2.2 Первичная математическая обработка экспериментальных данных

Опытные числовые данные исследователь может получить либо активными методами путем измерений, выполненных в ходе специально спланированного эксперимента, меняя по мере необходимости его условия, либо с помощью так называемого пассивного эксперимента, условия которого исследователь не может менять по своему усмотрению. В ходе пассивного эксперимента исследователь только регистрирует опытные значения или выбирает их из совокупности известных статистических данных.

В результате эксперимента получаются выборочные совокупности измеряемых величин, по своей сути имеющие случайный характер. Поэтому модели, построенные на их основе, всегда будут иметь вероятностный характер. Отсюда следует, что сбор и обработка статистических данных

должны опираться на строгие методы математической статистики, методологической основой которых является теория вероятностей.

Цель математической обработки совокупности экспериментальных данных – это построение полезной аналитической модели исследуемого явления или процесса на основе конечной выборочной совокупности экспериментальных данных.

Прежде чем строить модель, необходимо выяснить, имеет ли вообще смысл делать это на основе имеющейся совокупности. Может оказаться, что нарушены процедуры сбора данных, и полученная выборочная совокупность не отражает исследуемые свойства генеральной совокупности значений случайной величины в достаточной степени. В частности, может оказаться, что объем выборочной совокупности мал, или сами данные имеют недостаточную точность, или данных достаточно и они достаточно точны, но при этом они неудачно сгруппированы и представляют свойства только части генеральной совокупности. Наконец, может оказаться, что выдвинутая в начале исследования гипотеза о существовании зависимости между случайными величинами неверна и устанавливать вид этой зависимости бессмысленно.

Корректность математической модели и возможность ее применения на практике зависят от того, насколько грамотно спланирован эксперимент, насколько корректно с точки зрения математической статистики проведены процедуры сбора, обработки и анализа результатов эксперимента, и, наконец, насколько корректно выполнена интерпретация полученных результатов. При этом следует отметить, что любые аналитические модели, которые мы собираемся строить на основе опытных данных, не могут иметь точность, превышающую точность измерения самих данных.

Настоящее пособие также содержит основную и дополнительную литературу, которая может оказаться востребованной для более глубокого изучения методов обработки экспериментальных данных.

По окончании каждого из разделов учебного пособия приводится список вопросов, предназначенных для самоконтроля адекватности восприятия информации, представленной в текущем разделе.

Во введении рассматриваемого учебного пособия актуализирована проблема статистического моделирования процессов обеспечения безопасности в техносфере и представлены основные принципы планирования эксперимента.

Эксперимент считается нарушенным, если внутри какой-либо из исследуемых совокупностей опытных данных обнаруживается закономерность, связывающая эти данные. Это может произойти, если на измеряемые величины оказывают влияние посторонние неслучайные факторы. Поэтому прежде, чем применять методы статистического анализа, исследователь должен убедиться в отсутствии такого влияния.

## Тест

### Вопрос

Дайте определение аварии. (ФЗ о ПБ, ст. 1)

- разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на ОПО;
- неконтролируемые взрыв;
- выброс опасных веществ;
- все перечисленное верно.

### Вопрос

Что относится к инциденту? (ФЗ о ПБ, ст. 1)

- разрушение сооружения;



- выброс среды;
- отклонение от режима технологического процесса
- неконтролируемый взрыв.

## Вопрос

Дайте определение «промышленная безопасность опасных производственных объектов»: (ФЗ о ПБ, ст. 1)

- состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах;
- состояние защищенности жизненно важных интересов личности от последствий аварий на опасных производственных объектах;
- состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий;

## Вопрос

Что такое вредный производственный фактор? (Ф ПрБ, стр.16)

- Производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению работоспособности
- Производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит смерти
- Производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит травме
- Производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит удушью

## Вопрос

Что такое опасный производственный фактор? (Ф ПрБ, стр.16)

- Производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию.
- Производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его смерти.
- Производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья.

- Производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его падению.

Вопрос

Может ли вредный производственный фактор стать опасным? (Ф ПрБ, стр.16)

- Нет ни при каких обстоятельствах.
- Да, в зависимости от уровня и продолжительности воздействия.
- Да, если это химический вредный производственный фактор.
- Да, если это физический вредный производственный фактор.

Вопрос

Что называется производственной безопасностью? (Ф ПрБ, стр.18)

- это система организационных мероприятий и технических средств, направленных на максимальное снижение вероятности воздействия на работающих опасных производственных факторов и ликвидацию последствий их проявлений.
- это условия, запреты, ограничения и другие обязательные требования, содержащиеся в Федеральном законе «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», других федеральных законах и иных нормативных правовых актах РФ, а также в нормативных технических документах;
- это разрешения, порядок и требования содержащиеся в Федеральном законе «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», других федеральных законах и иных нормативных правовых актах РФ, а также в нормативных технических документах;
- состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий;

Вопрос

К какому классу помещений по взрывоопасности относится лаборатория ? (Ф ПрБ.Гл.13, стр. 401. )

- В-I
- В-Ia
- В-Iб
- В-Iг

- В- II

Вопрос

К какому классу помещений по взрывоопасности относятся помещения, в которых происходит выделение газов и паров взрывоопасных концентраций при нормальных недлительных режимах работы? (Ф ПрБ, Гл.13, стр. 400. )

- В-I
- В-Ia
- В-Iб
- В-Iг
- В- II

Вопрос

Какие виды медицинского осмотра (обследования) должны проходить работники, занятые на работах с опасными и вредными условиями труда, для определения пригодности этих работников для выполнения поручаемой работы? (ПНГП п.1.7.2)

- Только обязательные предварительные при поступлении на работу.
- Периодические (в возрасте до 21 года- ежегодные).
- Виды и частоту осмотров определяет работодатель по своему усмотрению.
- Обязательные предварительные при поступлении на работу и периодические (в возрасте до 21 года- ежегодные).
- Произвольные в зависимости от медицинского обследования.

Вопрос

Как часто работники должны проходить обязательное психиатрическое освидетельствование при выполнении работ, связанных с повышенной опасностью (влияние вредных веществ, неблагоприятные производственные факторы)? (ПНГП п.1.7.2)

- Не реже одного раза в пять лет в порядке, устанавливаемом Правительством Российской Федерации.
- Не реже одного раза в год по желанию.
- Не чаще одного раза в три года согласно Закону о труде.
- Периодичность устанавливает работодатель.
- Не реже одного раза в десять лет по рекомендации Минздрава России.

## Вопрос

Срок стажировки устанавливается работодателем, но не может быть... (ПНГП п.1.7.6)

- Больше одной недели.
- Менее срока проверки знаний.
- Менее двух недель.
- Менее одного месяца.
- Менее одной недели.

## Вопрос

Чем должны быть обеспечены работники опасных производственных объектов? (ПНГП п.1.7.12)

- Сертифицированными средствами индивидуальной защиты, смывающими и обезвреживающими средствами.
- Плакатами, инструкциями и литературой по специальности.
- Смывающими и обезвреживающими средствами.
- Индивидуальной аптечкой и изолирующим противогазом.

## Вопрос

Персонал должен быть ознакомлен с соответствующими инструкциями и разделами ПЛА. Знание плана ликвидации возможных аварий проверяется во время: (ПНГП п.3.1.7)

- Проведения первичного инструктажа.
- Проведения очередного инструктажа.
- Проведения курсов повышения квалификации, в соответствии с планом, утвержденным техническим руководителем опасного производственного объекта
- Аттестации в органах Ростехнадзора России.
- Учебных и тренировочных занятий с персоналом объекта, проводимых по графику, утвержденному техническим руководителем опасного производственного объекта.

## Вопрос

Содержание каких показателей на рабочих местах опасного производственного объекта не должны превышать установленных пределов и норм: (ПНПП п.3.5.1.2)

- Вредных веществ в воздухе.
- Уровня шума.
- Вибраций.
- Других вредных факторов.
- Всех перечисленных.

Вопрос

Чем должны быть оборудованы производственные объекты по установленным нормам: (ПНПП п.3.5.1.6)

- Санитарными постами.
- Аппаратами (устройствами) для обеспечения работников питьевой водой.
- Комнатами отдыха.
- Местами для курения.
- Всем перечисленным.

Вопрос

Что необходимо предпринять в случае обнаружения загазованности воздуха рабочей зоны? (ПНПП п.3.5.4.12)

- Незамедлительно подать сигнал тревоги и предупредить ответственного руководителя.
- Незамедлительно предупредить обслуживающий персонал и покинуть загазованный участок.
- Незамедлительно покинуть загазованный участок и информировать о случившемся ответственного руководителя.
- Незамедлительно предупредить обслуживающий персонал о возможной опасности.
- Незамедлительно предупредить обслуживающий персонал близлежащих установок о возможной опасности, оградить загазованный участок и принять меры по устранению источника загазованности.

Вопрос

С какой шкалой должен выбираться манометр для измерения рабочего давления: (ПНПП п.3.5.1.19)

- Чтобы предел измерения находился в одной трети шкалы.

- Чтобы предел измерения находился во второй трети шкалы.
- Чтобы предел измерения находился в конце шкалы.
- Чтобы предел измерения не превышал двукратное рабочее давление.
- Чтобы предел измерения не превышал полуторакратное рабочее давление.

#### Вопрос

В каких случаях персонал должен быть обеспечен необходимыми средствами индивидуальной защиты? (ПНПП п.3.5.4.9)

- При наличии в продукции, технологических аппаратах, резервуарах и других емкостях сероводорода или возможности образования вредных веществ при пожарах, взрывах, нарушении герметичности емкостей и других аварийных ситуациях.
- Весь персонал, работающий в нефтегазовом комплексе, должен быть обеспечен СИЗ.
- В случаях обнаружения вредных веществ и примесей в продукции.
- Если возможно образование вредных веществ при смешении продукции.
- При срабатывании датчиков загазованности.

#### Вопрос

Где должны располагаться химические лаборатории?(ПБ 08-624-03 п.3.5.4.131)

- в отдельно стоящих зданиях
- пристраиваться к зданиям категории В, Г и Д
- пристраиваться к зданиям категории А, Б
- пристраиваться к административным зданиям

#### Вопрос

Как должна работать приточно- вытяжная вентиляция при круглосуточном проведении анализов в химической лаборатории? (ПБ 08-624-03; 3.5.4.132.)

- должна работать круглосуточно;
- должна включаться перед началом анализа
- должна выключаться по окончании анализа
- должна работать с перерывами;

#### Вопрос

Разрешается ли производить работы в химической лаборатории при неисправной вентиляции? ( ПБ 08-624-03; п3.5.4.132.)

- запрещается;
- разрешается при открытых окнах и дверях;
- разрешается по указанию заведующей лабораторией;
- разрешается в противогазе;

Вопрос

Кто должен быть ответственным за соблюдение требований промышленной и пожарной безопасности в лаборатории? ( ПБ 08-624-03; п.3.5.4.134.)

- руководитель лаборатории;
- начальник смены лаборатории;
- старший инженер;
- старший лаборант;

Вопрос

Сколько человек должно находиться при работе в лаборатории? (ПБ 08-624-03 п.3.5.4.135)

- не менее двух человек.
- один человек
- количество людей не имеет значения
- обязательно не менее трех человек

Вопрос

Какие инструкции должны находиться на рабочих местах? (ПБ 08-624-03 п. 3.5.4.136)

- инструкции по безопасности по всем видам работ, проводимых в лаборатории
- ГОСТы
- нормативно-технические документы
- должностные инструкции

Вопрос

Где должны находиться инструкции по безопасности по всем видам работ , проводимым в лаборатории? ( ПБ 08-624-03 п.3.5.4.136)

- у старшего инженера;
- у руководителя лаборатории;
- на рабочих местах;
- у инженера по технике безопасности;

Вопрос

Что необходимо предпринять при обнаружении утечки газа через неисправные соединения или краны и вентиль газопровода в химической лаборатории? ( ПБ 08-624-03 п.3.5.4.137)

- проветрить помещение;
- закрыть общий вентиль газовой сети;
- нажать тревожную кнопку;
- должен быть закрыт общий вентиль газовой сети, а помещение – проветрено;

Вопрос

Как часто необходимо проводить проверку исправности газовых кранов и вентиля в химической лаборатории? ( ПБ 08-624-03 п.3.5.4.138 )

- не менее одного раза в месяц;
- не менее один раз в смену;
- не менее один раз в сутки;
- не менее один раз в квартал;

Вопрос

Какой запас легковоспламеняющихся и горючих жидкостей (ЛВЖ, ГЖ) и газов разрешается хранить в здании лаборатории? ( ПБ 08-624-03 п.3.5.4.139)

- не превышающий суточной потребности;
- не превышающий недельной потребности;
- не превышающий трехдневной потребности;
- не превышающий сменной потребности;

Вопрос



Что запрещается в помещении лаборатории?( ПБ 08-624-03 п.3.5.4.140)

- мыть пол бензином, керосином и другими ЛВЖ и ГЖ;
- оставлять пропитанные ЛВЖ и ГЖ тряпки, полотенца, одежду;
- сушить что-либо на отопительных трубопроводах и батареях;
- оставлять неубранными разлитые ЛВЖ и ГЖ;
- производить уборку разлитого продукта при горящих горелках.

Вопрос

Какой должна быть вентиляционная система в помещениях химических лабораторий, в которых производится работа с особо вредными и ядовитыми веществами? ( ПБ 08-624-03 п.3.5.4.141)

- индивидуальной, не связанной с вентиляцией других помещений;
- вытяжной вентиляцией;
- местной, не связанной с вентиляцией других помещений;
- приточной вентиляцией;

Вопрос

Каким образом должны проводиться работы, сопровождающиеся выделением вредных паров и газов? (ПБ 08-624-03 п.3.5.4.142)

- в вытяжных шкафах, оснащенных вытяжной вентиляцией;
- на рабочих столах в противогазах;
- на лабораторных столах;
- в специальном помещении.

Вопрос

Какими должны быть светильники, установленные внутри вытяжных шкафов в лаборатории? ( ПБ 08-624-03 п.3.5.4.143)

- безопасного исполнения;
- обычного исполнения;
- во взрывозащищенном исполнении;
- во взрывобезопасном исполнении;

Вопрос

Где должны располагаться выключатели и штепсельные розетки вытяжных шкафов лаборатории? ( ПБ 08-624-03; 3.5.4.143)

- вне вытяжного шкафа;
- внутри вытяжного шкафа;
- над вытяжным шкафом;
- в удобном для обслуживания месте;

Вопрос

Чем должны быть оборудованы вытяжные шкафы? (ПБ 08-624-03 п. 3.5.4.144)

- водопроводом;
- канализацией;
- стеклом;
- стенками.

Вопрос

Чем не разрешается загромождать вытяжные шкафы лаборатории? ( ПБ 08-624-03; п.3.5.4.145.)

- аппаратами и приборами, не связанным с проводимыми в данное время работами;
- посудой, приборами и лабораторным оборудованием;
- лабораторным оборудованием, не связанным с проводимыми в данное время работами;
- посудой, приборами и лабораторным оборудованием, не связанным с проводимыми в данное время работами;

Вопрос

Чем должны быть защищены стеклянные сосуды, в которых возможно образование давления или вакуума? ( ПБ 08-624-03 п.3.5.4.146)

- сеткой от осколков;
- металлическим колпаком от осколков;
- войлоком от осколков;
- чехлом от осколков;

## Вопрос

Какими должны быть столы, на которых производятся нагревание огнем и разгонка продуктов в лаборатории? ( ПБ 08-624-03 п.3.5.4.147)

- должны иметь бортики;
- должны быть покрыты несгораемым материалом;
- могут быть покрыты материалом из пластика;
- ровными;

## Вопрос

Что не допускается на столах во время перегонки или нагрева продуктов (газом, электрическим током) в лаборатории? ( ПБ 08-624-03 п.3.5.4.148)

- хранение и переливание их;
- загрузка аппаратуры горючими веществами;
- принимать дистиллят в цилиндр с водяной баней;
- принимать дистиллят в цилиндр без водяной бани.

## Вопрос

Что не разрешается в лаборатории при проведении работ, связанных с огневым или электрическим нагревом горючих веществ? ( ПБ 08-624-03 п. 3.5.4.150 )

- оставлять рабочее место без присмотра;
- проводить другие анализы;
- добавлять воду в водяную баню;
- переставлять сосуды для нагрева;

## Вопрос

Куда должны сливаться остатки горючих веществ после анализа, отработанные реактивы и другие вещества в лаборатории? ( ПБ 08-624-03 п.3.5.4.151)

- в раковины хозяйственно-бытовой канализации;
- в предназначенную для этой цели емкость;
- в ведро;
- выносятся и сливаются в специальную яму;

## Вопрос

Что необходимо предпринять в случае появления резкого запаха при проведении работ с ЛВЖ в лаборатории? ( ПБ 08-624-03 п.3.5.4.152)

- немедленно принять меры к выявлению и устранению причины появления газа;
- сообщить начальнику лаборатории;
- сообщить инженеру по технике безопасности;
- необходимо потушить все горелки и немедленно принять меры к выявлению и устранению причины появления газа, а разлитые продукты удалить, промыв залитые места водой;

## Вопрос

Где разрешается мытье посуды в лаборатории? ( ПБ 08-624-03 п.3.5.4.153 )

- везде;
- только в специальном помещении;
- за пределами лаборатории;
- в раковинах хозяйственно-бытовой канализации;

## Вопрос

Как должны содержаться нефтепродукты, необходимые для мойки посуды в лаборатории? ( ПБ 08-624-03 п.3.5.4.154)

- в герметичных емкостях;
- в закрытых емкостях;
- в открытых емкостях;
- в химических стаканах.

## Вопрос

В каких сосудах запрещается хранение нефтепродуктов, необходимых для мойки посуды в лаборатории? ( ПБ 08-624-03 п.3.5.4.154.)

- в стеклянных;
- в пластиковых;
- в фарфоровых;
- в металлических;

## Вопрос

Как должны производиться хранение и выдача ядовитых и вредных веществ и работа с ними в лаборатории? ( ПБ 08-624-03 п. 3.5.4.155)

- в соответствии с их физическими свойствами;
- в соответствии с их химическими свойствами;
- в соответствии с правилами хранения для каждого вещества;
- в соответствии с правилами и инструкциями для каждого вещества;

## Вопрос

Разрешается ли использовать в помещении лаборатории аргон? ( ПБ 08-624-03 п. 3.5.4.156)

- нет;
- да;
- да, но только по согласованию с руководством лаборатории;
- да, но только по согласованию с инженером по технике безопасности;

## Вопрос

Разрешается ли использовать в помещении лаборатории гелий? ( ПБ 08-624-03 п. 3.5.4.156)

- нет;
- да;
- да, но только по согласованию с руководством лаборатории;
- да, но только по согласованию с инженером по технике безопасности;

## Вопрос

Разрешается ли использовать в помещении лаборатории горючие газы ? ( ПБ 08-624-03 п. 3.5.4.156)

- да;
- нет;
- да, но только по графику;
- да, но только в определенное время суток;

## Вопрос

Какие виды газов разрешается использовать в помещении лаборатории?

( ПБ 08-624-03; 3.5.4.156.)

- химически активные;
- газы, растворяющиеся в воде;
- инертные;
- горючие;

Вопрос

Разрешается ли использовать в помещении лаборатории азот ?

( ПБ 08-624-03 п.3.5.4.156)

- нет;
- да;
- да, но только по графику;
- да, но только в определенное время суток;

Вопрос

Разрешается ли использовать в помещении лаборатории сероводород ?

( ПБ 08-624-03 п.3.5.4.156)

- нет;
- да;
- да, но только по согласованию с руководством лаборатории;
- да, но только по согласованию с инженером по технике безопасности;

Вопрос

Разрешается ли использовать в помещении лаборатории углекислоту ?

( ПБ 08-624-03 п.3.5.4.156)

- нет;
- да;
- да, но только по графику;
- да, но только в определенное время суток;

Вопрос

Где должны устанавливаться емкости со сжатыми, сжиженными и растворенными горючими газами под давлением? ( ПБ 08-624-03 п. 3.5.4.157)

- в здании лаборатории в металлических шкафах с прорезями для проветривания;
- вне здания лаборатории в металлических шкафах с прорезями или жалюзийными решетками для проветривания;
- в коридоре в металлических шкафах с прорезями или жалюзийными решетками для проветривания;
- на улице в металлических шкафах с прорезями или жалюзийными решетками для проветривания;

Вопрос

В зависимости от чего выбирается место хранения ХВ (на открытых, хорошо проветриваемых площадках, или в закрытых помещениях, оборудованных соответствующими системами вентиляции и освещения)? (ПБ 08-624-03 п.3.8.35)

- От количества ХВ.
- От места применения ХВ.
- От сроков хранения ХВ.
- От физико-химических свойств ХВ.
- От назначения ХВ.

Вопрос

Чем должны быть оснащены полы помещений или площадок для хранения химических веществ? (ПБ 08-624-03; п.3.8.36)

- Устройствами для смыва разлившихся химреагентов водой с отводом стоков в систему промышленной канализации.
- Отгородками, предотвращающими разлив химреагентов.
- Наклоном  $2^{\circ}$ - $3^{\circ}$  для стока химреагентов.
- Дренажными желобами.
- Поддонами.

Вопрос

От чего необходимо защищать бочки с химическими веществами ?

(ПБ 08-624-03; п.3.8.40)

- От попадания влаги.
- От действия солнечных лучей и отопительных приборов.
- От действия отрицательных температур.
- От хищения.
- От всего перечисленного.

Вопрос

Каким способом необходимо переливать ХВ? (ПБ 08-624-03; п.3.8.46)

- Открытым способом при работе приточно-вытяжной вентиляции, если работы проводятся в помещениях.
- Открытым способом при работе на открытом воздухе с использованием СИЗОД.
- Закрытым способом при работе приточно-вытяжной вентиляции, если работы проводятся в помещениях.
- Закрытым способом при работе на открытом воздухе.
- Любым из перечисленных.

Вопрос

Разрешается ли использование трубопроводов, насосов и шлангов, предназначенных для одного ХВ, для перекачки других продуктов? (ПБ 08-624-03; п.3.8.47)

- Разрешается.
- Разрешается для перекачки не более двух однородных ХВ.
- Разрешается при письменном распоряжении ответственного лица.
- Разрешается при аварийных ситуациях.
- Запрещается.

Вопрос

Каким требованиям безопасности должны соответствовать системы снабжения лаборатории топливным газом? (ПБ 09-563-03 п. 4.2)

- требованиям безопасности в газовом хозяйстве;
- требованиям безопасности в нефтегазовом хозяйстве;
- требованиям безопасности в нефтяном хозяйстве;
- требованиям безопасности в нефтеперерабатывающих производств.



## Вопрос

Каким образом необходимо проводить все работы с веществами I и II классов опасности? ( ПБ 09-563-03 п.4.5.)

- в резиновых перчатках
- в вытяжных шкафах
- в специально оборудованных шкафах (типа "Изотоп"),
- в боксах, оборудованных вытяжной вентиляцией.

## Вопрос

Совместное хранение каких веществ не допускается ? (ПБ 09-563-03 п. 4.10)

- химическое взаимодействие которых может вызвать пожар или взрыв.
- которые химически взаимодействуют друг с другом;
- которые при хранении выделяют пары и газы;
- которые при хранении выделяют тепло.

## Вопрос

Какие вещества допускается хранить в специально выделенных для этих целей вытяжных шкафах в количестве, не превышающем суточной потребности? (ПБ 09-563-03 п. 4.12)

- дымящие кислоты;
- легкоиспаряющиеся реактивы;
- растворители;
- твердые щелочи.

## Вопрос

Какие вещества, в отношении которых применяются особые условия отпуска, хранения, учета и перевозки, должны храниться в металлическом шкафу под замком и пломбой. Тара для хранения этих веществ должна быть герметичной и иметь этикетки с надписью "Яд" и наименованием веществ? (ПБ 09-563-03 п. 4.13)

- сулема, синильная кислота и ее соли;
- сероуглерод;

- метанол;
- металлический натрий, калий.

### Список литературы

1. Гармаш А.В., Сорокина Н.М. Метрологические основы аналитической химии. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2012.
2. Глинка Н.Л. Общая химия. СПб.: Химия, 1984.
3. Дерффель К. Статистика в аналитической химии. М.: Мир, 1994.
4. Захаров Л.Н. Техника безопасности в химических лабораториях. СПб.: Химия, 1991.
5. Коростелев П.П. Реактивы и растворы в металлургическом анализе. М.: Металлургия, 1977.
6. Шапиро С.А., Шапиро М.А. Аналитическая химия. М.: Высшая школа, 1971.
7. Инструкция по охране труда для лаборанта химического анализа.