

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт нефти и газа им. М.С. Гучериева
Кафедра геологии нефти и газа**

**СБОРНИК ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И ТЕСТОВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ЭКОЛОГИЯ»**

Учебно-методическое пособие



**Ижевск
2019**

УДК 502/504 (075)
ББК 20.1p30
М545

Рекомендовано к изданию Учебно-методическим советом УдГУ

Рецензент: Петров В.Г., д.х.н., вед. научный сотрудник УдмФИЦ УРО РАН.

Составители: к.б.н., доцент Красноперова С.А., к.б.н., доцент Борисова Е.А.

М545 Сборник лабораторных работ и тестов по дисциплине «Экология» /
сост.: С.А. Красноперова, Е.А. Борисова. – Ижевск: Издательский центр
«Удмуртский университет», 2019 – 74 с.

В учебно-методическом пособии приведены методики выполнения лабораторных работ, которые предварены краткими теоретическими аспектами, формирующими цели и задачи исследований объектов окружающей среды. Тестовые задания предназначены для текущего контроля по дисциплине «Экология».

Пособие предназначено для студентов очной формы обучения специальности 21.05.02 «Прикладная геология».

УДК 502/504 (075)
ББК 20.1p30
М545

© С.А. Красноперова, Борисова Е.А., сост., 2019
© ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет», 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ХИМИЧЕСКАЯ ПОСУДА И ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	5
2 ОБЪЕКТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (теоретический аспект)	14
2.1 Характеристика природных вод	14
2.2 Воды нефтяных и газовых месторождений	17
2.3 Общая характеристика почв	19
3 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОТБОРУ ПРОБ	21
3.1 Правила отбора проб природных и поверхностных вод	21
3.2 Требования к оборудованию для отбора проб	21
3.3 Общие требования к отбору проб почв	23
4 ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ	25
5 Лабораторная работа № 1 ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДЫ	26
6 Лабораторная работа № 2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦВЕТНОСТИ ПРИРОДНЫХ ВОД ФОТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ	31
7 Лабораторная работа № 3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕЙ ЖЕСТКОСТИ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ	34
8 Лабораторная работа № 4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ГИДРОКАРБОНАТОВ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ ТИРИМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ	40
9 Лабораторная работа № 5 ИЗМЕРЕНИЕ рН В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ	44
10 Лабораторная работа № 6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРИДОВ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ	46
11 Лабораторная работа № 7 СОСТАВ И СВОЙСТВА ПОЧВ	48
12 Лабораторная работа № 8 КАЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ В ПОЧВАХ РАСТВОРИМЫХ СОЛЕЙ	54
13 ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ	59
ЛИТЕРАТУРА	72

ВВЕДЕНИЕ

Сборник лабораторных работ и тестов по дисциплине «Экология» предназначен для формирования у студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология профессиональной компетенции (ПК), закрепленной федеральным государственным образовательным стандартом (ФГОС).

Профессиональная компетенция (ПК):

- применять основные принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды (ПК – 8).

Цель создания данного учебно-методического пособия – это закрепление знаний, полученных студентами в ходе лекционного курса «Экология» и приобретение ими навыков анализа компонентов окружающей среды на основе аналитических и физико-химических методов, представленных в рамках лабораторных работ.

В рамках пособия представлены современные методы анализа природных вод и почв, которые студент должен научиться выполнять в соответствии с существующими нормативными документами (ГОСТАМИ, ПНД Ф, РД), а также уметь рассчитать погрешности определения.

Пособие включает теоретическое введение к комплексу лабораторных работ, их цель, основные требования к оформлению и ход их выполнения. Также в пособии содержится раздел техники безопасности при работе с химической посудой, приборами и реактивами в учебной лаборатории, список рекомендуемой литературы.

Тестовые задания данного пособия направлены на проверку и закрепление теоретических знаний в области экологии и охраны окружающей среды. Они позволяют углубить и систематизировать полученные знания обучающихся при оценке качества природных объектов.

1. ХИМИЧЕСКАЯ ПОСУДА И ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

В химической лаборатории для анализа применяют специальную посуду, отличающуюся химической стойкостью или устойчивостью при нагревании до высокой температуры. Ее изготавливают из обычного или термостойкого стекла, фарфора и других огнеупорных материалов [4, 11].

Стеклопосуда. Стеклопосуда химическая по назначению делится на три группы: *общая, специальная и мерная*. Посуда общего назначения применяется для выполнения разных целей, к ней относят пробирки, стаканы, плоскодонные колбы, воронки, конические колбы (Эрленмейера), кристаллизаторы, тройники и др. Специальная посуда применяется для одной цели, например: круглодонные колбы, пикнометры, специальные холодильники и др. Мерная посуда предназначена для отмеривания точных объемов жидкости. К мерной посуде относятся: пипетки, бюретки, мерные колбы, мерные цилиндры и мензурки.

Посуда общего назначения

Пробирки (рис. 1а) – это узкие цилиндрические с закругленным дном сосуды разной величины и диаметра, сделанные из обычного или термостойкого стекла. Они бывают простые, градуированные и центрифужные.

Для хранения пробирок, используемых в работе, существуют специальные деревянные, пластмассовые или металлические штативы. Пробирки применяют для проведения аналитических или микрохимических исследований. Реакцию проводят с небольшим количеством веществ: достаточно бывает 1/4 или 1/8 емкости пробирки. Наполнение пробирки до краев не допускается. Реактивы в пробирке перемешивают стеклянной палочкой или слегка постукивают пальцем по нижней части пробирки. Не следует закрывать пробирку пальцем, т.к. при этом можно не только ввести в содержимое пробирки что-либо постороннее, но и получить ожог или иные повреждения кожи.

Если пробирку нужно нагреть, ее следует зажать в держателе. При нагревании открытый конец пробирки должен быть обращен в сторону от работающего человека и находящихся рядом.

Если не требуется сильного нагревания, пробирку с нагреваемой жидкостью лучше опустить в горячую воду.

Воронки служат для переливания жидкостей, фильтрования и т.д. Химические воронки выпускают различных размеров, верхний диаметр может составлять от 35 до 300 мм. Обычные воронки имеют ровную внутреннюю стенку, но для ускоренного фильтрования иногда применяют воронки с ребристой внутренней поверхностью. Воронки для фильтрования всегда имеют конус 60° и срезанный длинный конец (рис. 1б). При работе воронки устанавливают либо в специальном штативе, либо в кольце на обычном лабораторном штативе, либо помещают длинный конец воронки в горло сосуда.



Рис. 1. а) Простая пробирка

б) воронка

Капельные воронки предназначены для медленного прибавления компонента к реакционной смеси до или во время проведения органического синтеза. Воронки бывают с цилиндрическими, шарообразными или грушевидными емкостями для жидкости (с пробкой в верхней части) и часто — с длинными трубками с краном (рис. 2). Чтобы стеклянный кран не пропускал жидкость, шлиф слегка смазывают вазелином.

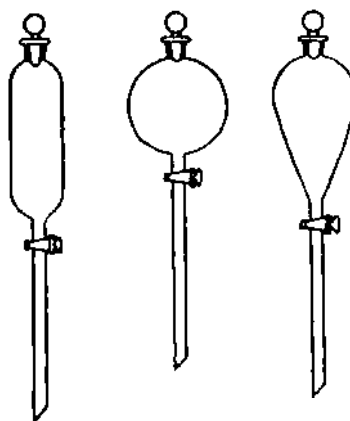


Рис. 2 - Капельные воронки

Делительные воронки применяют для разделения несмешивающихся жидкостей и для экстракции. Эти воронки в отличие от капельных имеют более толстые стеклянные стенки и меньшую длину трубки.

При переливании жидкости в бутылку или колбу нельзя наполнять воронку до краев. Если воронка плотно прилегает к горлу сосуда, в который переливают жидкость, то переливание затрудняется, т.к. внутри сосуда создается повышенное давление, поэтому воронку время от времени следует приподнимать или поместить на горло сосуда проволочный треугольник.

Кроме переливания жидкостей воронки используют для фильтрования, укладывая на них специальные фильтры, при этом твердые нерастворимые вещества, содержащиеся в жидкости, задерживаются, а жидкость проходит через поры фильтра.

В качестве фильтра в лабораториях используют фильтровальную бумагу, вату, асбест и др. Различают зольные и беззольные бумажные фильтры.

Вес золы указан на каждой пачке фильтров. Если в указанном на пачке числе, обозначающем вес золы одного фильтра, после запятой стоит четыре нуля, то такая бумага считается беззольной, если же после запятой стоит только три нуля, то это зольная бумага.

Фильтровальная бумага бывает трех сортов: *быстрофильтрующая (Б)*, *среднефильтрующая (С)* и *медленнофильтрующая (М)*. Упаковка готовых быстрофильтрующих бумажных фильтров с диаметром пор около 10 мкм обернута розовой или черной лентой. Синей лентой обертывают фильтры, изготовленные из медленнофильтрующей бумаги с диаметром пор 1–2,5 мкм. Среднефильтрующие фильтры с диаметром пор около 3,5 мкм обертывают белой лентой. Для фильтрации используют простые и складчатые бумажные фильтры.

Чтобы изготовить простой фильтр, берут кружок фильтровальной бумаги нужного размера и сворачивают его вчетверо. Фильтр должен примерно на 0,5 см не доходить до края воронки.

Если нет круглых фильтров, их вырезают из листа фильтровальной бумаги. Сначала вырезают квадрат, сторона которого примерно на 1 см меньше удвоенной длины, образующей конус воронки (рис. 3). Затем бумагу складывают вчетверо и обрезают концы квадрата с таким расчетом, чтобы в развернутом виде получился круг. Полученный сектор расправляют так, чтобы одна половина его состояла из трех слоев бумаги, другая – из одного слоя, и вставляют в сухую воронку. Фильтр должен плотно прилегать к стенкам воронки.

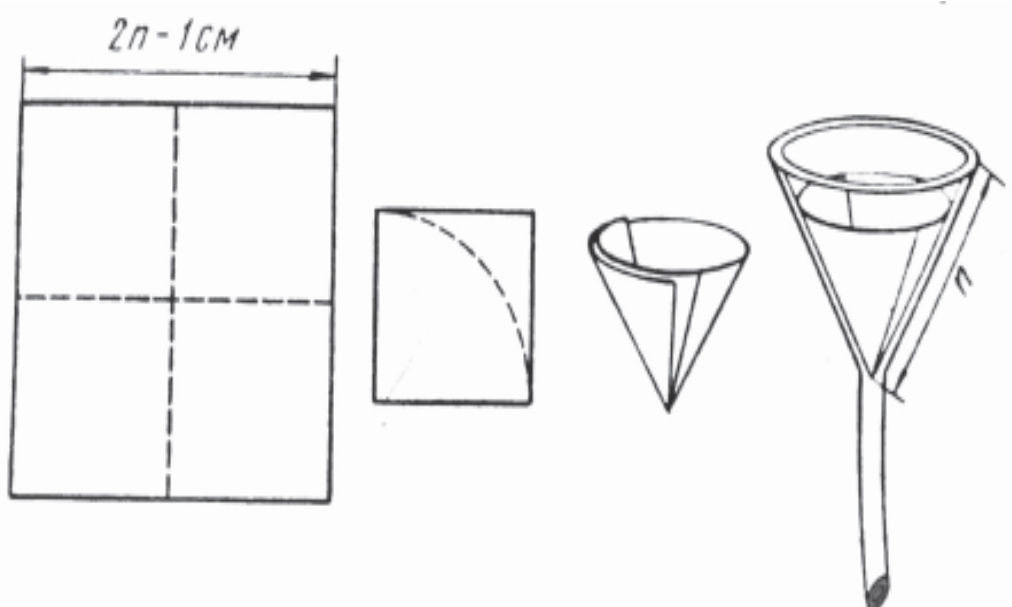


Рис. 3. Складывание простого фильтра

Изготовление складчатых фильтров показано на рис. 4.

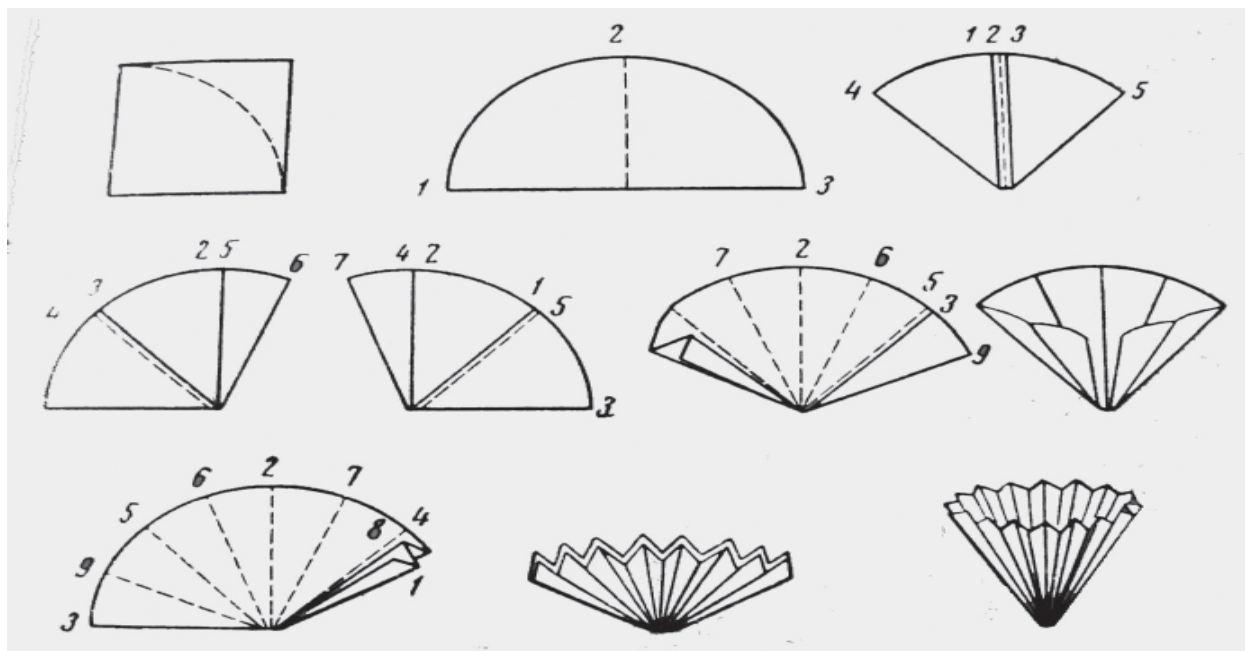


Рис. 4. Изготовление складчатых фильтров

Складчатые фильтры применяют для ускорения фильтрования, когда необходимо отделить жидкость от нерастворимых твердых частиц. Для промывания различных осадков применяют простой фильтр, который хотя и медленно фильтрует, но лучше отделяет жидкие и твердые частицы.

Чтобы получить прозрачный фильтрат, нужно забить поры фильтра. Для этого перед фильтрованием жидкость с осадком взбалтывают и сразу же фильтруют, стараясь перенести как можно больше осадка. Если фильтрат все же получается мутным, его вновь пропускают через этот же фильтр.

На скорость фильтрования оказывают влияние величина пор фильтра, размер твердых частиц, находящихся в жидкости, а также вязкость раствора. Если размер твердых частиц превышает размер пор фильтра, фильтрование идет легко. Если размер частиц приближается к размеру пор фильтра, фильтрование идет медленно, и если твердые частицы мельче пор фильтра – фильтрование невозможно. При повышении температуры вязкость жидкостей уменьшается и ускоряется фильтрование.

Химические стаканы (рис. 5 а) представляют собой тонкостенные цилиндрические сосуды, которые бывают с носиками и без них. Нагревать стаканы из обычного стекла на открытом пламени нельзя. Нагревание необходимо проводить через асбестовую сетку или на водяной бане.

Колбы — основная лабораторная посуда при проведении органического синтеза. Колбы бывают круглодонные, плоскодонные (рис. 5б), грушевидные, конические и другие.

Плоскодонные колбы (рис. 5 б) бывают различной емкости от 50 мл до нескольких литров. Плоскодонные колбы делятся на обычные (рис. 5б) и

конические (Эрленмейера) (рис 5в). При титровании, фильтровании и прочих работах пользуются коническими колбами.

Бюксы (рис. 5г) – стеклянные стаканчики с пришлифованными крышками. Применяют при высушивании и взвешивании веществ.

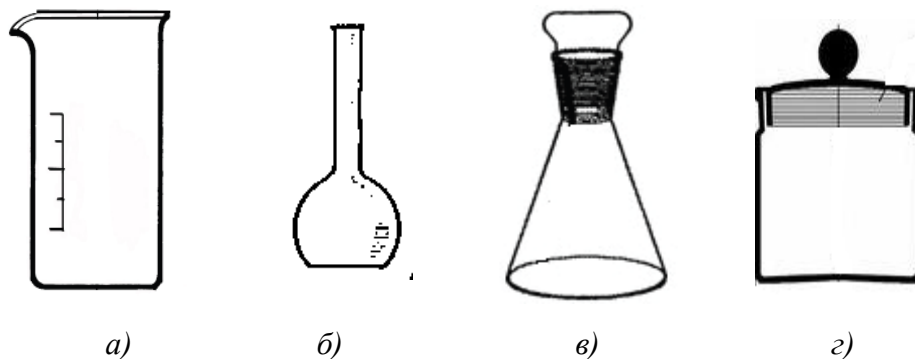


Рис. 5. а) химический стакан; б) плоскодонные колбы; в) коническая (Эрленмейера), г) бюкс

Кристаллизаторы – это плоскодонные сосуды цилиндрической формы различной емкости. Их используют при перекристаллизации веществ, а иногда при выпаривании.

Мерной посудой называют посуду, применяемую для измерения объема жидкости.

Мерные цилиндры, мензурки (рис. 6) – это стеклянные толстостенные сосуды различной емкости; на наружной стенке их нанесены деления, соответствующие объему жидкости в миллилитрах. Цилиндры имеют цилиндрическую форму, мензурки – коническую. Их используют для измерения процентных и насыщенных растворов.

Пипетки (рис. 6д) служат для точного отмеривания определенного объема жидкости. Они бывают простые и градуированные. Простые пипетки (Мора) рассчитаны на определенный объем, указанный на их расширенной части. Круговая черта в верхней части пипетки служит меткой, от которой отсчитывают жидкость. На наружной стенке градуированных пипеток нанесены деления через 0,1; 0,01; или 0,02 мл. Пипеткой можно отмерить любой объем жидкости в пределах ее емкости. Чтобы наполнить пипетку, ее нижний конец опускают в жидкость, а через верхний с помощью резиновой груши засасывают жидкость на 2-3 см выше метки и быстро закрывают верхнее отверстие указательным пальцем. Наполненную пипетку приподнимают так, чтобы метка была на уровне глаз. Ослабляя нажим указательного пальца, дают жидкости стечь до метки и снова прижимают палец. Пипетку с раствором вводят в нужный сосуд, прислоняя ее нижний конец к стенке сосуда, отпускают палец и дают жидкости стечь.

Дозаторы постепенно заменяют пипетки в лабораториях. Дозаторами набирают определенный объем раствора с большой точностью. Выпускают дозаторы с постоянным и переменными объемами, что позволяет набирать

растворы от 2 до 5000 мкл. К дозаторам прилагаются комплекты конусных наконечников, изготовленных из различных пластиков: полиэтилена, полипропилена и др.

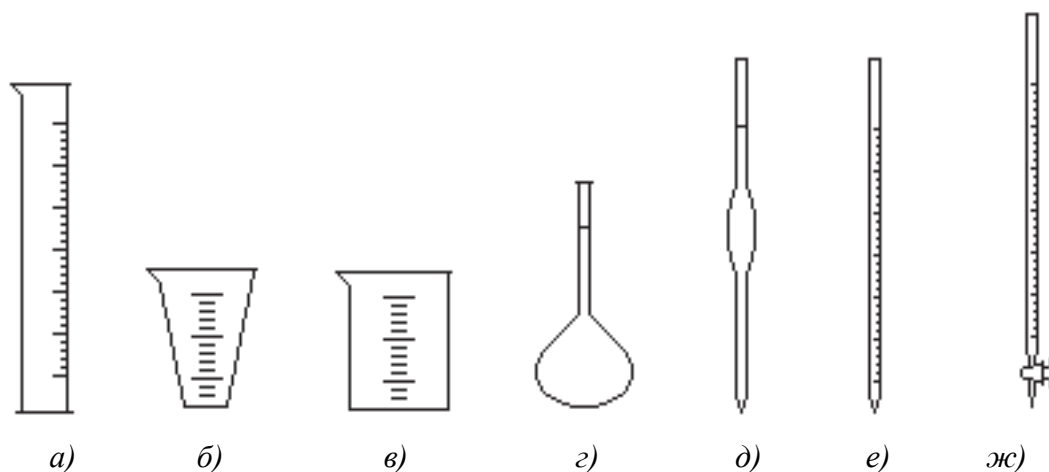


Рис. 6. Мерная посуда: а) мерный цилиндр, б) мензурка, в) мерный стакан, г) мерная колба, д) пипетка Мора, е, ж) бюретка

Объем жидкости, который нужно набрать дозатором, устанавливают поворотом калибровочного воротка. Перед работой наконечник надевают на дозатор, поворачивая его по часовой стрелке. После этого следует нажать большим пальцем кнопку дозатора до первого упора и, держа дозатор вертикально, погрузить наконечник в жидкость на 2–3 см. Постепенно отпуская кнопку, набрать жидкость в наконечник и вынуть его через 1–2 с. Слить жидкость необходимо постепенно в течение 2–3 с, нажимая кнопку дозатора до первого упора, прикасаясь наконечником к стенке сосуда. Остатки жидкости в наконечнике слить быстрым нажатием кнопки до упора.

Для правильной работы и сохранности дозатора необходимо соблюдать следующие правила:

- не набирать жидкость в дозатор без наконечника;
- пользоваться наконечниками в соответствии с видом дозатора;
- не допускать при работе горизонтального положения дозатора с жидкостью;
- при работе не нажимать кнопку дозатора резко;
- перед работой сполоснуть наконечник измеряемой жидкостью;
- не допускать ударов или падения дозатора.

Бюретки (рис. 6е, ж) применяют для точного измерения объемов жидкости при титровании. На внешней стенке бюретки нанесены деления, соответствующие миллилитрам и их долям. Они бывают с притертыми кранами и без них. Суженный конец бюретки без крана соединяют при помощи мягкой резиновой трубки с небольшой стеклянной трубкой с оттянутым концом. На резиновую трубку надевают зажим Мора или же внутрь ее закладывают стеклянную бусинку.

Бюретки при титровании устанавливают в штатив в вертикальном положении. Бюретки заполняют раствором через воронку с коротким концом, чтобы он не доходил до нулевого деления бюретки. Затем открывают кран или зажим, чтобы заполнить жидкостью часть бюретки, расположенную ниже крана или зажима. Это необходимо сделать тщательно, чтобы не оставалось пузырьков воздуха в нижней части бюретки. Бюретку устанавливают на нуль только после того, как из нее будут удалены все пузырьки воздуха. Каждое титрование следует начинать только после заполнения бюретки до нуля. Уровень жидкости прозрачных растворов устанавливают по нижнему мениску, а непрозрачных – по верхнему. При отсчете по бюретке глаза наблюдателя должны находиться точно в одной плоскости с уровнем жидкости.

Мерные колбы (рис. 6г) представляют собой обычные плоскодонные колбы с длинным узким горлышком с круговой меткой, до которой следует наливать жидкость. На колбе указывается ее емкость в миллилитрах при определенной температуре. Мерные колбы применяют с шлифованными стеклянными пробками и без них. При отсутствии стеклянных пробок используют резиновые пробки. Когда приготовляемый точный раствор может оказывать химическое действие на резину, то резиновую пробку нужно обернуть полиэтиленовой пленкой или применять пробки из полиэтилена и полипропилена.

Мерные колбы служат для растворения навески вещества в определенном объеме, разбавления растворов до определенного объема и т.д. Для заполнения мерной колбы раствором его сначала наливают на 0,1-1 см ниже метки, а затем осторожно, по каплям, доливают до метки. При растворении твердых веществ растворитель заливают до половины объема. Встряхивают колбу, растворяют содержимое, после чего доливают ее до метки. При перемешивании раствора колбу держат пальцами за горлышко, придерживая пробку указательным пальцем. Недопустимо держать мерную колбу за шар, т.к. это вызывает нагревание колбы с жидкостью и изменение объема содержимого.

Посуда специального назначения

Эксикатор (рис. 7а) применяют при охлаждении бюксов, стаканчиков, тиглей, а также для сохранения веществ в обезвоженном состоянии. Это толстостенный стеклянный сосуд, имеющий шлифованную крышку. В его коническую часть помещают поглотитель (прокаленный хлористый калий, фосфорный ангидрид, серную кислоту). На фарфоровом вкладыше, вставленном в эксикатор, размещают тигли, чашечки и др. При открывании и закрывании эксикатора крышку не поднимают, а сдвигают в сторону. Для того чтобы закрыть его герметически, крышку и бортик смазывают вазелином. Раскаленные тигли охлаждают на листе асбеста 1–2 мин и только потом помещают в эксикатор, оставив щель для выхода горячего воздуха; через 2–3 мин его плотно закрывают. Перед установкой в эксикатор тигли закрывают крышками.



Рис. 7. а) Эксикатор

б) круглодонные колбы

Круглодонные колбы (рис. б) изготавливают из обыкновенного и из специального стекла, применяют при многих работах. Круглодонные колбы бывают самой разнообразной емкости, с узким и широким горлом, со шлифом на горле и без него. При нагревании таких колб на открытом пламени применяют асбестовые сетки с полушаровидным углублением. Круглодонные колбы обычно хранят в деревянных подставках с углублением.

Фарфоровая посуда. Фарфоровая посуда (рис.8) не боится сильного нагревания, ее можно прокалывать в муфельной печи, нагревать на открытом пламени, она прочнее стеклянной.

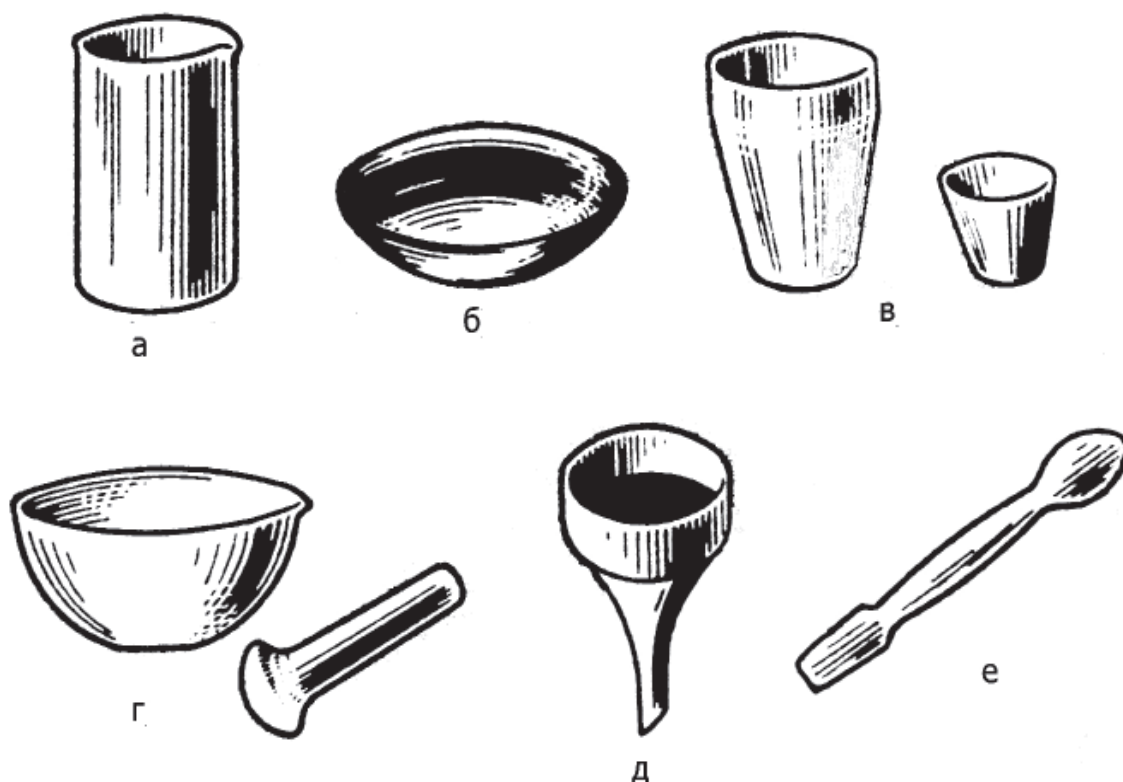


Рис. 8. Фарфоровая посуда:

а – стакан, б – выпарительная чашка, в – тигли, г – ступка с пестиком, д – воронка Бюхнера, е – ложка-шпатель

Стаканы (фарфоровые кружки) (рис. 8а) применяются для растворения, перемешивания и нагревания жидкостей до температуры 300 °С.

Выпарительные чашки (рис.8б) применяются для выпаривания и упаривания жидкостей. Они бывают самых разнообразных емкостей с диаметром от 3–4 до 50 см. Их внутренняя поверхность покрыта глазурью и они имеют носик для слива жидкости. Чашки нумеруют простым карандашом на верхней неглазурованной поверхности.

Тигли (рис. 8в) используют для прокаливания различных веществ, сжигания органических соединений при определении зольности и т.д. Емкость тиглей от 2 до 126 мл. Нагревание тиглей проводят прямо на открытом пламени без применения асбестовых сеток или бань. Фарфоровые тигли можно нагревать до температуры не выше 1200 °С в муфельной печи.

Тигли, только что вынутые из муфельной печи, ставят на керамическую или каменную поверхность стола или вытяжного шкафа. После непродолжительного охлаждения на воздухе тигли ставят в эксикатор для полного охлаждения.

Ступки с пестиками (рис. 8г) служат для измельчения и растирания различных веществ. Их изготавливают разных размеров. Вещество, подлежащее размельчению, насыпают с таким расчетом, чтобы ступка была заполнена не больше, чем на 1/3 ее объема. Если в ступке приходится растворять какое-то твердое вещество или измельчать растительный материал, то в этом случае общее количество жидкости и твердого вещества не должно занимать больше 1/3 емкости ступки. Вначале в ступку помещают твердое вещество, а затем к нему постепенно, небольшими порциями, при постоянном растирании пестиком добавляют жидкость. Часть жидкости, не менее 1/3, которая нужна для растворения, необходимо оставить для того, чтобы после окончания растворения сполоснуть ступку и пестик, добавив затем эту жидкость к полученному раствору.

Ложки-шпатели (рис. 8е) используют для набирания веществ при взвешивании, снятия осадков с фильтров, перемешивания и т.д.

Металлическая посуда. Для некоторых аналитических работ используют металлические тигли, чашки, ступки. Они бывают железные, чугунные, медные, серебряные, платиновые и др. Наиболее часто в лаборатории пользуются алюминиевыми стаканчиками с крышками. В них высушивают и взвешивают различные материалы. Стаканчик и крышка к нему пронумерованы.

2. ОБЪЕКТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

2.1 Характеристика природных вод

Воды являются важнейшим компонентом окружающей природной среды, возобновляемым, ограниченным и уязвимым природным ресурсом, используются и охраняются в Российской Федерации как основа жизни и деятельности народов, проживающих на ее территории, обеспечивают экономическое, социальное, экологическое благополучие населения, существование животного и растительного мира [9].

Природные воды представляют собой сложные системы, содержащие газы, минеральные и органические вещества, находящиеся в истинно-растворенном, коллоидном и взвешенном состояниях. Состав и количество примесей в водах главным образом зависят от происхождения воды. По происхождению различают атмосферные, поверхностные и подземные воды.

Формирование состава природных вод происходит в результате взаимодействия воды с окружающей средой – горными породами, почвой, атмосферой. При этом происходит растворение солей, химическое взаимодействие веществ с водой и водными растворами, биохимические реакции, коллоидно-химические взаимодействия. Вследствие непрерывного протекания этих процессов состав вод меняется во времени. Действие каждого из процессов определяется температурой, давлением, геологическими особенностями.

На формирование состава атмосферных, поверхностных и подземных вод заметно влияют промышленные загрязнения воздуха и сточные воды производственных предприятий. Все вышеуказанные факторы определяют большое многообразие природных вод.

По количественному содержанию неорганических примесей (или, как говорят, по степени минерализации или солесодержанию) природные воды, согласно классификации делят на следующие виды:

- 1) пресные воды (содержат меньше 1 г/кг растворимых солей);
- 2) солоноватые воды - от 1 до 25;
- 3) соленые - от 25 до 50;
- 4) рассолы - более 50 г/кг.

Природная вода никогда не бывает абсолютно чистой. Наиболее чистой является дождевая вода, но и она содержит различные примеси, которые захватывает из воздуха (газы, пыль, микроорганизмы).

Просачиваясь через верхние слои земли, вода образует грунтовые воды, содержащие от 0,01 до 0,05 % растворенных солей.

Морская вода содержит до 4% растворенных солей, основную массу которых составляет хлорид натрия.

Кроме растворимых солей природная вода всегда содержит во взвешенном состоянии твердые частицы песка, глины, а также микроорганизмы.

Понятие *качества воды* включает в себя совокупность показателей состава и свойств воды, определяющих пригодность ее для конкретных видов водопользования и водопотребления.

Оценка качества воды производится по следующим параметрам: содержанию взвешенных и плавающих веществ, запаху, привкусу, окраске, температуре воды, значению рН, наличию кислорода и органических веществ, концентрации вредных и токсичных примесей.

При оценке качества воды в водоемах питьевого и культурно-бытового назначения используют три вида лимитирующих показателей вредности (ЛПВ): санитарно-токсикологический, общесанитарный и органолептический; в рыбохозяйственных водоемах к указанным трем показателям добавляются еще токсикологический и рыбохозяйственный ЛПВ.

Вода считается чистой, если ее состав и свойства ни по одному из показателей не выходят за пределы установленных нормативов, а содержание вредных веществ не превышает предельно допустимых концентраций (ПДК). При наличии в воде нескольких веществ с одинаковым ЛПВ учитывается эффект суммации.

В настоящее время для водоемов питьевого и культурно-бытового назначения установлены ПДК более 1625 вредных веществ, для водоемов рыбохозяйственного назначения - более 1050.

Нормативы питьевой воды (СанПиН)

В Российской Федерации качество питьевой воды должно удовлетворять определенным требованиям, установленным СанПиН 2.1.4.559-96 «Питьевая вода». В Европейском Союзе (ЕС) нормы определяет директива «По качеству питьевой воды, предназначенной для потребления человеком» 98/83/ЕС (табл. 1). Основные требования к питьевой воде заключаются в том, что она должна иметь благоприятные органолептические показатели, быть безвредной по своему химическому составу и безопасной в эпидемиологическом и радиационном отношении. Перед подачей воды в распределительные сети, в точках водозабора, наружной и внутренней водопроводных сетях качество питьевой воды должно соответствовать гигиеническим нормативам.

Таблица 1.

Требования к качеству питьевой воды

№	Показатель	Единицы измерения	ПДК СанПин2.1.4.559-96	Директива Совета 98/83/ЕС	Швейцария, Вода высшего качества
1	Мутность	Ед.ЕМФ	2,6	1,0	0,5
2	Цветность	Градусы	20	-	Бесцв
3	Привкус	баллы	2	-	отс.
4	Запах при 20 °С/60 °С	баллы	2	-	отс.

Обобщенные показатели

5	Водородный показатель (рН)	ед.рН	6-9	6,5-9,5	7-8
6	Окисляемость	мг О/дм ³	5,0	5,0	3,0
7	Солесодержание	мг/дм ³	1000	-	500
8	Щелочность	мг-экв/дм ³	-	-	-
9	Сероводород	мг/дм ³	отсутствие	-	-
10	Растворенный кислород	%	-	>50	>60

Химические показатели

11	Алюминий	мг/дм ³	0,5	0,2	0,05
12	Аммоний	мг/дм ³	0,5	0,5	0,05
13	Железо	мг/дм ³	0,3	0,2	0,05
14	Жесткая общая	мг-экв/дм ³	7	2,5	1,5-2,5
15	Кальций	мг/дм ³	30-140	50	-
16	Магний	мг/дм ³	20-85	-	-
17	Сульфаты	мг/дм ³	500	250	50
18	Сульфиды	мг/дм ³	3,0	-	-
19	Хлориды	мг/дм ³	350	250	20
20	Нитриты	мг/дм ³	3,0	0,5	0,01
21	Нитраты	мг/дм ³	45	50	25
22	Медь	мг/дм ³	1,0	2,0	0,05
23	Цинк	мг/дм ³	5,0	-	0,1
24	Молибден	мг/дм ³	0,25	-	-
25	Мышьяк	мг/дм ³	0,5	-	-
26	Свинец	мг/дм ³	0,03	-	-
27	Фтор	мг/дм ³	1,5	1,5	-
28	Бериллий	мг/дм ³	0,0002	-	-
29	Марганец	мг/дм ³	0,1	0,05	0,02
30	Стронций стабильный	мг/дм ³	7,0	-	-

2.2 Воды нефтяных и газовых месторождений

Подземные воды являются неперменным спутником нефти и газа, находясь в тех же самых пластах (коллекторах). При этом происходит естественное разделение по плотности: самое высокое положение занимает газ, ниже – нефть, а ещё ниже – вода. Помимо пластов, в которых нефть залегаёт вместе с водой, в разрезах нефтяных и газовых месторождений могут находиться и самостоятельные водоносные горизонты, залегающие выше или ниже нефтяной или газовой залежи. В зависимости от положения подземных вод относительно нефтеносных или газоносных горизонтов их подразделяют на несколько разновидностей:

- 1) пластовые, залегающие в одном пласте с нефтью и извлекаемые вместе с ней на поверхность, которые в свою очередь подразделяются на:
 - а) нижние краевые или контурные воды, залегающие в пониженных частях нефтяного пласта и подпирающие нефтяную залежь;
 - б) подошвенные воды, заполняющие поры коллектора под залежью;
 - в) промежуточные воды, приуроченные к водоносным пропласткам, залегающим в самом нефтеносном пласте;
- 2) верхние и нижние воды, приуроченные к водоносным пластам, залегающие выше или ниже нефтеносного пласта;
- 3) погребенные или реликтовые воды, оставшиеся со времени образования залежи и находящиеся непосредственно в продуктивных пластах нефтяной и газовой части залежи. Эта вода остается неподвижной при движении в пласте нефти, поэтому её называют также остаточной.

Остаточная вода существует в виде адсорбционной, капиллярной и пленочной. Формы существования остаточной воды существенно влияют на нефтеотдачу пластов, что необходимо учитывать при эксплуатации месторождений.

Химический состав вод нефтяных и газовых месторождений формируется обычно при затрудненном водообмене и активном воздействии нефти и газа. Поэтому пластовые воды характеризуются разнообразными химическими особенностями. Состав пластовых вод зависит от геологического возраста и химических свойств вмещающих пород, а также нефти и газа. Поэтому пластовые воды, как в пределах одной нефтяной или газовой залежи, так и особенно для разных месторождений, имеют существенные различия в количественном содержании и химическом составе растворенных минеральных солей, газов, компонентов нефти.

Изменяются состав и свойства пластовых вод и по мере разработки залежи. Снижение давления, температуры, контакт с другими пластовыми водами, которые происходят в процессе добычи нефти, приводят к дегазации и к нарушению ионных равновесий. Для сравнения химического состава пластовых вод, как и другие природные воды, классифицируют по характерным признакам.

Нефтяники нашей страны преимущественно используют классификацию, предложенную В.А. Сулиным. По этой классификации воды подразделяются на четыре типа:

- 1) сульфатно-натриевые;
- 2) гидрокарбонатно-натриевые;
- 3) хлоридно-магниевые;
- 4) хлоридно-кальциевые.

Принадлежность воды к определенному типу устанавливается лабораторным анализом соотношения количеств в миллиграмм-эквивалентах отдельных ионов.

В свою очередь, каждый тип делится по преобладанию аниона на три группы вод: гидрокарбонатные, сульфатные и хлоридные, а каждая группа включает три подгруппы по преобладанию катиона: натриевые, магниевые и кальциевые.

Наиболее распространенными среди вод нефтяных месторождений являются гидрокарбонатно-натриевые и, особенно, хлоридно-кальциевые воды. Хлоридно-кальциевые воды характеризуются высокой минерализацией, плотность вод колеблется в широких пределах и достигает 1,2 г/см. Воды отдельных месторождений могут содержать большое количество железа (до 300 мг/л).

Гидрокарбонатно-натриевые воды отличаются меньшей минерализацией, плотность редко превышает 1,07 г/см³

Данные о химическом составе подземных вод лежат в основе гидрогеохимических методов поиска и разведки нефтяных и газовых месторождений.

Прямыми показателями нефтегазоносности является наличие в подземных водах нефтяных кислот, бензола, фенолов и газов, насыщенных этаном, пропаном, бутаном. Косвенными показателями являются высокая минерализация; низкое содержание сульфат-ионов или полное его отсутствие; наличие хлоридов кальция или гидрокарбоната натрия, высокое содержание иода, брома, бора, иона аммония; повышенная радиоактивность; высокая насыщенность азотом биохимического происхождения и повышенное содержание гелия и диоксида углерода.

Низкое содержание сульфат-иона или полное отсутствие его в водах нефтяных месторождений объясняется тем, что присутствие органического углерода создает восстановительные условия в пласте. Процессу восстановления сульфатов (десульфатации) способствуют бактерии-десульфататоры, живущие в нефти. Эти бактерии используют кислород сульфатов для дыхания, а углеводороды служат им источником питания.

2.3 Общая характеристика почв

Почва — сложная полидисперсная система, состоящая из четырех фаз: твердой (минеральные и органические частицы), жидкой (почвенный раствор), газообразной (почвенный воздух) и живой (почвенные организмы).

Соотношение указанных фаз неодинаково не только в разных почвах, но в различных горизонтах одной и той же почвы. В твердой части преобладают минеральные вещества. Первичные минералы (кварц, полевые шпаты, роговые обманки, слюды и др.) вместе с обломками горных пород образуют крупные фракции; вторичные минералы (гидрослюды, монтмориллонит, каолинит и др.), формирующиеся в процессе выветривания, — более тонкие.

Минеральный состав твердой части почвы во многом определяет ее плодородие. Органических частиц (растительные остатки) содержится немного, и только торфяные почвы почти полностью состоят из них. В состав минеральных веществ входят: Si, Al, Fe, K, N, Mg, Ca, P, S; значительно меньше содержится микроэлементов: Cu, Mo, I, B, F, Pb и др. Подавляющее большинство элементов находится в окисленной форме.

Жидкая часть, т.е. почвенный раствор, — активный компонент почвы, осуществляющий перенос веществ внутри нее, вынос из почвы и снабжение растений водой и растворенными элементами питания. Обычно содержит ионы, молекулы, коллоиды и более крупные частицы, превращаясь иногда в суспензию.

Газовая часть или почвенный воздух, заполняет поры, не занятые водой. Количество и состав почвенного воздуха, в который входят N_2 , O_2 , CO_2 , летучие органические соединения и пр., постоянны и определяются характером множества протекающих в почве химических, биохимических процессов.

Свойства почвы определяются ее водопроницаемостью, влагоемкостью, водоподъемной способностью, кислотно-основными свойствами, гранулометрическим составом.

Водопроницаемость — свойство почвы как пористого тела пропускать воду. Она зависит от механического состава, структурного состояния и сложения почвы.

Влагоемкость характеризует способность почвы удерживать влагу. Различают несколько видов влагоемкости, основными из которых являются наименьшая, капиллярная и полная.

Влагоемкость почвы зависит от механического состава, содержания гумуса и структуры. Суглинистые и глинистые почвы имеют наибольшую влагоемкость по сравнению с почвами супесчаными и песчаными. Почвы, богатые гумусом, структурные, способны удерживать влаги больше, чем бесструктурные и слабогумусированные. Сельскохозяйственные культуры неодинаково требовательны к содержанию влаги в почве.

Водоподъемная способность — способность почвы медленно поднимать воду по капиллярным порам под действием менисковых сил (сцепление

воды с почвенными частицами). Высота и скорость поднятия воды зависят от ширины капилляров: чем меньше их диаметр, тем выше и быстрее она поднимается. В крупных порах вода поднимается на меньшую высоту, но с большей скоростью. Почвы тяжелые бесструктурные обладают лучшей водоподъемной способностью по сравнению с почвами легкими и структурными.

Почва обладает определенной реакцией, которая проявляется при взаимодействии с водой или растворами солей. Реакция почвы может быть нейтральной, кислой или щелочной. Эти свойства почвы имеют чрезвычайно важное значение для роста и развития растений, так как каждый вид растений лучше всего развивается при определенной реакции почвы.

Кислотность почвы — одно из важных ее свойств, обусловленное определенной концентрацией водородных ионов. Источник кислотности почвы — органические кислоты, образующиеся при распаде растительных остатков и вымывающиеся в нижние горизонты. Среди этих кислот наиболее распространены перегнойные кислоты и прежде всего — креновые.

В зависимости от направления и развития почвообразовательного процесса в отдельных типах и разностях почв кислотность проявляется по-разному. Если в почвенном растворе имеются ионы кальция и противодействие повышению кислотности почвы высокое, вредное действие кислотности почвы уменьшается, а если раствор содержит ионы алюминия, железа и марганца, ее токсичность для растений и почвенных микроорганизмов увеличивается.

Щелочность почвы обуславливается содержанием в почвенном поглощающем комплексе катионов натрия. В почвенном растворе щелочных почв находится углекислый натрий, двууглекислый натрий и др. Вследствие диссоциации этих солей в почвенном растворе преобладают ионы OH^- , поэтому $\text{pH} > 7$. Повышенная щелочность в почве не только вредна для развития растений, но и усиливает пептизацию коллоидов, вследствие чего резко ухудшаются физические свойства и водный режим почв.

Гранулометрическим составом почвы называют соотношение частиц различной крупности, выраженное в процентах. Гранулометрический состав почв определяет ее физические и химические свойства (капиллярная подъемность, набухание, влагоемкость и т.д.).

3. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОТБОРУ ПРОБ

3.1 Правила отбора проб природных и поверхностных вод

Целью отбора проб является получение дискретной пробы, отражающей качество (состав и свойства) исследуемой воды. Отбор проб проводят для:

- исследования качества воды для принятия корректирующих мер при обнаружении изменений кратковременного характера;
- исследования качества воды для установления программы исследований или обнаружения изменений долгосрочного характера;
- определения состава и свойств воды по показателям, регламентированным в нормативных документах (НД);
- идентификации источников загрязнения водного объекта.

Объем взятой пробы должен соответствовать установленному в НД на метод определения конкретного показателя с учетом количества определяемых показателей и возможности проведения повторного исследования. При этом для получения одной пробы, отражающей состав и свойства воды в данной точке отбора, допускается неоднократно отбирать воду в этой точке отбора за максимально короткий период времени.

3.2 Требования к оборудованию для отбора проб

Различают три вида проб:

- а) *простая* (получают путем однократного отбора требуемого количества воды);
- б) *смешанная* (получают путем смешения простых проб, взятых в одном и том же месте через определенный промежуток времени или отобранных одновременно в разных местах);
- в) *средняя* (получают путем смешения равных частей проб, отобранных через одинаковые промежутки времени).

Для характеристики среднего состава воды исследуемого объекта используется средняя проба.

Объем отбираемой пробы зависит от числа определяемых параметров. Для неполного анализа требуется около 1 л воды, для полного – 3 л.

Для отбора и хранения проб применяются полиэтиленовые или стеклянные бутылки из прозрачного, бесцветного, химически стойкого стекла. Используемая посуда тщательно моется концентрированной соляной кислотой, синтетическими моющими средствами, водопроводной водой, а затем ополаскивается дистиллированной водой. Прежде чем брать пробу, посуду несколько раз ополаскивают водой, подлежащей отбору.

В большинстве случаев проба отбирается непосредственно в бутылку, которая при необходимости прикрепляется к шесту или тросу с дополнительным грузом. Если есть опасность, что бутылка может разбиться, используют

ся не стеклянные, а полиэтиленовые или жестяные сосуды. При отборе производится запись, где указываются вид и происхождение воды, точное место отбора, дата, время и номер бутылки.

Отбор проб из рек и ручьев. Средняя проба берется в местах наиболее сильного течения (лучше в фарватере), под поверхностью (20 – 30 см) воды, в верхней трети общей глубины. Если есть промышленный сток, то желательно отбор пробы производить в местах полного смешения потоков. Не рекомендуется брать пробу перед плотиной и непосредственно за ней.

Отбор проб из прудов, озер, водохранилищ. Берется серия проб по створам и глубине. Не рекомендуется отбирать среднюю пробу. При отборе проб стоячей воды следует избегать мест с зарослями водных растений.

Отбор проб сточных вод. Место отбора пробы выбирается в зависимости от цели контроля, характера выпуска сточных вод, а также в соответствии с технологической схемой канализации. К местам отбора проб должен быть свободный доступ.

Пробу следует отбирать в турбулентных, хорошо перемешанных потоках на прямолинейных участках водоотводящих устройств вне зон действия подпора.

Отбор проб для определения взвешенных веществ производят только после перемешивания потока, а если это невозможно, то отбирают серию проб по всему сечению потока с составлением средней пробы.

Место отбора сточных вод, отводимых в водный объект, выбирается у выпуска сточных вод в водный объект. Если сточные воды поступают в водоем через водосливное устройство, то проба отбирается непосредственно из падающей струи.

Отбор проб атмосферных осадков. Отбирают точечную или объединенную пробы атмосферных осадков. Точечную пробу атмосферных осадков отбирают при отдельном дожде или снегопаде (интервал времени выпадения не более 1 ч). Объединенная проба атмосферных осадков отбирается за определенный период времени - месяц, декаду, неделю, сутки и характеризует среднее содержание определяемых компонентов за этот период времени.

Отбор проб производят только во время выпадения атмосферных осадков в специально обработанные сборные емкости на высоте 2 м, соответствующей стандартному осадкомеру Третьякова.

Пробы твердых осадков (снег, град) переводят в талую воду при комнатной температуре в сборных емкостях. Пленки, образующиеся на поверхности талой воды и на стенках сборной емкости, смывают талой водой в сосуды для хранения пробы.

Консервация проб. Для получения достоверных результатов анализа воды необходимо делать очень быстро. Биохимические процессы в пробах можно приостановить, охладив воду до 3-4 °С.

Универсального консервирующего средства не существует. Состав консерванта зависит от состава воды. Используют серную, соляную, азотную кислоты, хлороформ.

Посуда, в которую производится отбор проб, должна быть промаркирована способом, исключающим возможность ее нарушения.

К каждой пробе составляется сопроводительный документ, в котором должно быть указано:

- номер бутылки (тары);
- наименование вида сточных вод;
- место отбора пробы;
- время и дата отбора пробы;
- способ отбора пробы (тип пробоотборника, приспособления);
- вид пробы (простая, смешанная);
- периодичность отбора пробы;
- сведения о консервировании пробы и обеспечении ее сохранности;
- должность, фамилия и подпись ответственного лица и специально уполномоченного представителя водопользователя, участвующих в отборе проб и их подготовке.

3.3 Общие требования к отбору проб почв

Требования по отбору проб почв регламентируются следующими нормативными документами: ГОСТ 17.4.3.01-83, ГОСТ 17.4.4.02-84, ГОСТ 28168-89.

Проба почвы – это определенное количество почвы, взятое в соответствии с нормативно-технической документацией для исследования. ГОСТ 17.4.1.02-83 устанавливает ряд понятий и терминов, которые необходимо иметь в виду при отборе проб почвы.

Различают *точечную и объединенную* пробы почвы.

Точечная проба отбирается в одной точке местности на заданной глубине (в заданном интервале глубин) из одного места горизонта или одного слоя почвенного профиля. Точечная проба должна содержать почву, типичную для данного горизонта или слоя.

Объединенная проба состоит из заданного (не менее двух) количества точечных проб.

Пробы почвы берут заблаговременно из различных мест, нумеруя взятые образцы. Работа может проводиться индивидуально или группой обучающихся. Далее пробы почвы подготавливают: отбирают инородные включения, камни, сушат, разминают и (желательно) просеивают через сито с ячейкой 2 мм или дуршлаг. Возможен вариант, при котором обучающимся раздают стаканы с взвешенной и высушенной почвой (20–30 г). При отборе пробы почвы с загрязнениями с выделенного участка полезно отметить особенности расположения участка (наличие свалок мусора, автострады, пониженности рельефа и т.д.) для заключений о зависимости кислотности почвы от различных факторов. Высушивание почвы на воздухе проводится в кювете

или на поддоне в течение 1–2 суток в зависимости от температуры в помещении.

Отбор объединенной пробы методом конверта

Наиболее распространенным методом отбора объединенной пробы является метод конверта. Данный метод применяется для исследования почвы гумусового горизонта. При этом из точек контролируемого участка отбирают пять точечных проб почвы. Точки должны быть расположены так, чтобы, мысленно соединенные прямыми линиями, давали рисунок запечатанного конверта (длина стороны квадрата может составлять от 2 до 10 м). Обычно при изучении почвы отбирают пробы гумусового горизонта (А) с глубины около 20 см, что соответствует штыку лопаты. Из каждой точки отбирают около 1 кг, но не менее 500 г.

Почвенные пробы упаковывают в полиэтиленовые или полотняные мешки (из химически нейтрального материала) и прилагают к каждому из них этикетку, в которой указывают: место взятия пробы, дата и время отбора, глубина взятия.

4. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

◆ Пребывание студентов в лаборатории разрешается только в присутствии преподавателя.

◆ При работе в лаборатории студенты обязательно должны иметь халат, защищающий от попадания химических реактивов на кожу, одежду и пр.

◆ При работе с химическими реактивами в лаборатории должно находиться не менее двух человек.

◆ Запрещается самостоятельно проводить любые опыты, не предусмотренные данной работой.

◆ Постоянно поддерживать порядок на рабочем месте, освободить его от ненужных для работы предметов, обо всех разливах растворах, а также о рассыпанных твердых реактивах немедленно сообщить преподавателю или лаборанту.

◆ **Химические вещества из лаборатории выносить запрещается!**

◆ Обо всех неполадках в работе оборудования необходимо ставить в известность преподавателя или лаборанта, устранять самостоятельно неисправности запрещается.

◆ В лаборатории не пробовать никаких веществ на вкус.

◆ Со всеми веществами в лаборатории обращаться как с более или менее ядовитыми, т.к. $\frac{3}{4}$ веществ в лабораториях ядовиты.

◆ Не оставлять без присмотра работающие нагревательные приборы.

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

◆ Для нагревания жидкостей использовать тонкостенные сосуды, наполненные жидкостью не более чем на треть.

◆ 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.

◆ Не наклоняться над сосудом, в котором что-нибудь кипит или в который наливается какая-нибудь жидкость (особенно едкая), т.к. незаметные брызги могут попасть в глаза. Использовать защитные очки.

◆ Не допускается выбрасывать в канализацию реактивы, сливать в неё растворы ртути, легковоспламеняющиеся и горючие жидкости. Их необходимо собирать для последующего обезвреживания в стеклянную тару с крышкой.

Основные требования к оформлению лабораторных работ

Каждый студент оформляет в тетради для лабораторных работ ее результаты по форме:

1. Название лабораторной работы;
2. Дата выполнения работы;
3. Цели и задачи лабораторной работы;
4. Принцип метода;
5. Реактивы, материалы и оборудование;
6. Полученные результаты измерений;
7. Обработка результатов измерений;
8. Выводы.

Лабораторный журнал заполняется в процессе выполнения работы.

Лабораторная работа № 1

ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДЫ

Определение цветности, мутности и запаха

Органолептические свойства – это запах, привкус, цветность, прозрачность, мутность, температура, примеси.

Пробы воды для определения запаха, цветности не консервируют. Определение проводят не позднее, чем через 2 часа после отбора пробы.

Цель работы: определение органолептических свойств воды.

1. Температура

Определяется сразу после отбора пробы или непосредственно в водоеме. Термометр держат в воде не менее 5 минут.

2. Осадок

Взболтанную в бутылке воду наливают в цилиндр слоем примерно 30 см и оставляют в покое на 1 час, если вода отобрана из открытого водоема или на 1 сутки, если вода взята из подземного источника.

Осадок оценивают:

- ✓ - количественно;
- ✓ - нет;
- ✓ - незначительный;

- ✓ - заметный;
- ✓ - большой,
- ✓ качественно:
- ✓ - песчаный;
- ✓ - глинистый;
- ✓ - илистый;
- ✓ - кристаллический;
- ✓ - хлопьевидный.

Отмечают также цвет осадка.

3. Прозрачность

Степень прозрачности выражается высотой столба жидкости в см, через который отчетливо виден специальный шрифт. Прозрачностью не менее 30 см должны обладать воды, предназначенные для питьевого водоснабжения без осветления. Речные воды, кроме горных, могут иметь прозрачность 25 см. Уменьшение прозрачности природных вод свидетельствует об их загрязнении.

Материалы и оборудование:

- цилиндр стеклянный с плоским дном объемом 250 см³ по ГОСТ 1770-74;
- обычный шрифт, высота букв которого составляет 2 мм, а толщина линий букв - 0,5 мм;
- линейка деревянная с диапазоном измерения от 0 до 30 см;
- проба исследуемой воды.

Ход работы.

Исследуемую воду наливают в цилиндр, под дно которого подкладывают на расстоянии 4 см шрифт. Сливают воду до тех пор, пока сверху, через слой воды можно будет отчетливо прочесть этот шрифт. Высоту столба оставшейся воды измеряют линейкой. Определение производят при хорошем дневном рассеянном освещении.

4. Цветность

Это природное свойство воды, обусловленное обычно наличием гуминовых веществ, которые придают ей окраску от желтоватого до коричневого цвета. Гуминовые вещества образуются при разрушении органических соединений в почве, вымываются из нее и поступают в открытые водоемы. Поэтому цветность свойственна воде открытых водоемов и резко увеличивается в паводковый период.

Цветность воды (y) определяется в градусах. Вода, имеющая цветность 20°- считается бесцветной. Питьевая вода должна иметь цветность не выше 20°.

Для визуального определения цветности используется хромово-кобальтовая шкала, для приготовления которой смешивают стандартные растворы № 1 и № 2 в соответствии с таблицей 2.

Стандартный раствор № 1.

Раствор соответствует цветности 500°.

Приготовление раствора.

0,0875 г бихромата калия $K_2Cr_2O_7$; 2 г сульфата кобальта $CoSO_4$; растворяют в 1 см³ серной кислоты H_2SO_4 конц. и доводят раствор до 1 дм³ дистиллированной водой.

Стандартный раствор № 2.

Раствор соответствует цветности 0°.

Приготовление раствора.

1 см³ концентрированной серной кислоты H_2SO_4 доводят дистиллированной водой до 1 дм³.

Таблица 2

Соотношения стандартных растворов №1 и №2

Раствор № 1, см ³	0	1	2	3	4	5	6	8	10	12	14
Раствор № 2, см ³	100	99	98	97	96	95	94	92	90	88	86
Цветность, градусы	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70

В цилиндр наливают 100 см³ профильтрованной исследуемой воды и, сравнивая со шкалой цветности (производя просмотр сверху на белом фоне), находят цилиндр, окраска жидкости в котором совпадает с окраской воды.

5. Запах

Органолептическим методом определяется характер и интенсивность запаха. Запах оценивается в баллах. Водой, не имеющей запаха, считается такая, запах которой не превышает 2 балла в соответствии с таблицей. Для определения запаха требуется проба воды не менее 500 см³.

Посуда и оборудование:

- колбы плоскодонные с притёртыми пробками объемом 250 см³ по ГОСТ 1770-74;
- стекло часовое;
- баня водяная 4-местная по ГОСТ 23256-78;
- термометр жидкостный, с диапазоном измеряемых температур от 0°С до 100°С с ценой деления 1 °С по ГОСТ 28498.

Ход работы.

Определение запаха проводится при 20°С и при 60°С.

В колбу с притертой пробкой наливают 100 см³ исследуемой воды с температурой 20°С. Колбу закрывают пробкой, несколько раз перемешивают вращательными движениями, после чего колбу открывают и определяют характер и интенсивность запаха согласно таблице 3.

В колбу наливают 100 см³ исследуемой воды с температурой 20° С. Колбу закрывают часовым стеклом и подогревают на водяной бане до 50-60° С. Содержимое колбы несколько раз перемешивают вращательными движениями, после чего колбу открывают и определяют характер и интенсивность запаха согласно таблицы 3.

Таблица 3

Балльная оценка интенсивности запаха в природных водах

Характер проявления запаха	Интенсивность запаха	Оценка интенсивности запаха, балл
Запах не ощущается	Нет	0
Запах не ощущается, но обнаруживается при лабораторном исследовании	Очень слабая	1
Запах замечается, если обратить на это внимание	Слабая	2
Запах легко замечается	Заметная	3
запах обращает на себя внимание и заставляет воздерживаться от питья	Отчетливая	4
Запах настолько сильный, что делает воду непригодной к употреблению	Очень сильная	5

Естественные запахи описывают, придерживаясь следующей терминологии:

- Ароматный;

- Болотный;
- Гнилостный;
- Древесный;
- Землистый;
- Плесневый;
- Рыбный;
- Сероводородный;
- Травянистый;
- Неопределенный.

Чистые природные воды запаха не имеют.

6. Вкус

Различают четыре основных вида вкуса: соленый, кислый, сладкий, горький.

Все другие виды вкусовых ощущений называют привкусами.

Ход работы

Воду набирают в рот малыми порциями, не проглатывая, задерживают 3 – 5 секунд.

Характер вкуса или привкуса определяют ощущением воспринимаемого вкуса или привкуса (соленый, кислый, щелочной, металлический и т. д.).

Интенсивность вкуса и привкуса определяют при 20°C и оценивают по пятибалльной системе согласно таблице 4:

Таблица 4

Интенсивность вкуса и привкуса	Характер проявления вкуса и привкуса	Оценка интенсивности вкуса и привкуса, балл
Нет	Вкус и привкус не ощущаются	0
Очень слабая	Вкус и привкус не ощущаются, но обнаруживаются при лабораторном исследовании	1
Слабая	Вкус и привкус замечаются, если обратить на это внимание	2
Заметная	Вкус и привкус легко замечаются	3
Отчетливая	Вкус и привкус обращают на себя внимание и заставляют воздержаться от питья	4
Очень сильная	Вкус и привкус настолько сильные, что делают воду непригодной к употреблению	5

Контрольные вопросы

1. Что такое органолептические свойства воды?
2. Какие существуют особенности отбора проб воды на органолептические свойства?
3. Какие существуют органолептические свойства питьевой воды?

Лабораторная работа № 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦВЕТНОСТИ ПРИРОДНЫХ ВОД ФОТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Метод фотометрического определения цветности основан на измерении оптической плотности или коэффициента пропускания анализируемой пробы воды при фиксированной длине волны с последующим определением значения цветности по градуировочной характеристике, установленной для водных растворов с применением различных шкал цветности, например хромово-кобальтовой шкалы (лабораторная работа №1).

Цель работы: определение цветности воды фотометрическим методом.

Материалы и оборудование:

- спектрофотометр любого типа (далее - прибор), позволяющий измерять оптическую плотность или коэффициент пропускания растворов в оптических кюветах толщиной поглощающего слоя 5 или 10 см в ближней ультрафиолетовой и видимой области - длины волн свыше 360 нм - с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности коэффициента пропускания не более $\pm 3 \%$;
- термометр жидкостный, с диапазоном измеряемых температур от 0°C до 100°C с ценой деления 1 °C по ГОСТ 28498;
- колбы мерные вместимостью 100 и 1000 см³ по ГОСТ 1770;
- пипетки градуированные 5 мл, 10 мл, с ценой деления 0,02 мл по ГОСТ 29227;
- воронки лабораторные для колбы по ГОСТ 25336;
- фильтры мембранные с порами диаметром 0,45 мкм;
- хром-кобальтовая шкала по ГОСТ Р 52769-2007.

Подготовка оптических кювет.

Наружные и внутренние поверхности кювет тщательно очищают этиловым спиртом, ополаскивают дистиллированной водой и сушат на воздухе. Качество очистки оптических кювет контролируют следующим образом: две кюветы заполняют дистиллированной водой и измеряют значение оптической плотности или коэффициента пропускания одной кюветы относительно другой при длине волны 380 нм, применяемой при дальнейших работах с хром-кобальтовой шкале. Значение относительной оптической плотности должно составлять $0,000 \pm 0,002$, коэффициента пропускания - $100,0 \pm 0,5$ %. При неудовлетворительных результатах контроля очистку кювет повторяют или заменяют кюветы.

Подготовка прибора.

Установление градуировочной характеристики.

Для установления градуировочной характеристики измеряют оптическую плотность или коэффициент пропускания растворов хром-кобальтовой шкалы цветности при длине волны 380 нм в оптических кюветах толщиной поглощающего слоя 5 см или 10 см относительно дистиллированной воды, используемой в качестве холостой проба.

Примечание - При измеренном прибором коэффициенте пропускания T , оптическую плотность D рассчитывают по формуле:

$$D = -\lg \frac{T}{100}. \quad (1)$$

Далее строят градуировочную характеристику в виде зависимости измеренных значений оптической плотности растворов шкалы цветности D от значений цветности по шкале цветности раствора, при этом коэффициент линейной корреляции должен быть не менее 0,995.

Примечание: при отсутствии компьютерной программы обработки данных коэффициент градуировочной характеристики K рассчитывают по формуле 2:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n y_i D_i}{\sum_{i=1}^n D_i^2}, \quad (2)$$

где, n - число растворов шкалы цветности, не менее 5;

y_i - значение цветности i -го раствора шкалы цветности, градусы цветности;

D_i - значение оптической плотности i -го раствора шкалы цветности.

Для контроля правильности построения градуировочной характеристики для каждого раствора шкалы цветности рассчитывают значение коэффициента градуировочной характеристики K_i по формуле 3:

$$K_i = \frac{y_i}{D_i}, \quad (3)$$

где

y_i - значение цветности i -го раствора шкалы цветности, градусы цветности;

D_i - значение оптической плотности i -го раствора шкалы цветности.

Результаты контроля признаются удовлетворительными, если выполняется условие:

$$\frac{|K_i - K|}{K} \leq 0.05. \quad (4)$$

Порядок проведения измерений.

Измеряют оптическую плотность (коэффициент пропускания) пробы анализируемой воды, при длине волны 380 нм для хром-кобальтовой шкалы цветности в тех же кюветах, которые использовали при построении градуировочной характеристики относительно холостой пробы - дистиллированной воды.

Примечание - оптическую плотность по результатам измерения коэффициента пропускания рассчитывают по формуле 1.

Если цветность анализируемой воды составляет более 70 градусов цветности, исходную пробу воды разбавляют дистиллированной водой чтобы цветность пробы входила в приготовленную шкалу. При этом регистрируют объем исходной пробы до разбавления V_n , и объем разбавленной пробы воды V_p .

Обработка результатов измерений.

При наличии компьютерной (микропроцессорной) системы сбора и обработки данных обработку результатов измерений проводят в соответствии с требованиями руководства (инструкцией) по эксплуатации системы и регистрируют значение цветности воды (y) в градусах.

При отсутствии компьютерной (микропроцессорной) системы сбора и обработки данных цветность анализируемой пробы воды, рассчитывают по формуле:

$$y = K \cdot D \cdot F_p, \quad (5)$$

где

y – цветность пробы воды, градусы;

K – коэффициент градуировочной характеристики;

D – значение оптической плотности, рассчитанное по формуле 1;

F_p – коэффициент разбавления.

Если разбавление пробы анализируемой воды не проводилось, то F_p принимают равным единице. Если разбавление происходило, то F_p вычисляют по формуле:

$$F_p = \frac{V_p}{V_n}, \quad (6)$$

где, V_p – объем разбавленной пробы воды, мл;

V_n – объем пробы воды до разбавления, мл.

Результаты записывают в таблицу 5.

Таблица 5

Объект исследования	Цветность воды, градусы

Контрольные вопросы

1. Каковы критерии применимости фотометрического способа оценки цветности воды?
2. Какова область применения фотометрического способа оценки цветности воды?

Лабораторная работа № 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕЙ ЖЕСТКОСТИ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ

Цель работы: определение общей жесткости в природных водах.

Жесткость – один из технологических показателей, принятых для характеристики состава и качества природных вод.

Жесткость воды – совокупность свойств воды, обусловленная наличием в ней преимущественно катионов Ca^{2+} (кальциевая жесткость воды) и Mg^{2+} (магниевая жесткость воды). Один из возможных их источников – горные породы (известняки, доломиты), которые растворяются в результате контакта с природной водой. Сумма концентраций Ca^{2+} и Mg^{2+} называется общей жесткостью воды.

Различают жесткость карбонатную (временную) и постоянную.

Карбонатная жесткость обусловлена присутствием в растворе бикарбонатов кальция и магния $Ca(HCO_3)_2$ и $Mg(HCO_3)_2$. Если воду прокипятить,

то содержащиеся в ней бикарбонаты разлагаются с образованием осадка и жесткость устраняется.

Постоянная жесткость обусловлена присутствием в воде других растворимых солей кальция и магния (обычно сульфатов).

В отличие от карбонатной жесткости постоянная жесткость не может быть устранена кипячением.

Сумма постоянной и карбонатной жесткости дает общую жесткость воды.

Жесткость варьируется в широких пределах в зависимости от типа пород и почв, слагающих бассейн водосбора, а также от сезона года. Жесткость воды выражают в условных единицах, называемых «градусами жесткости», либо числом миллиграмм-эквивалентов растворимых солей кальция и магния в 1 дм³ воды. Эквиваленты Ca²⁺ и Mg²⁺ равны соответственно 20,04 и 12,16.

Вода с жесткостью менее 4 мг-экв./дм³ характеризуется как мягкая; от 4 до 8 – средней жесткости; от 8 до 12 – жесткая; свыше 12 – очень жесткая.

Общая жесткость поверхностных вод колеблется от единиц до десятков мг-экв/дм³, причем карбонатная жесткость составляет 70 - 80 % от общей жесткости. Жесткость подвержена заметным колебаниям, достигая обычно наибольшего значения в конце зимы и наименьшего в период паводка. Жесткость подземных вод более постоянна.

Жесткость морской воды обычно выше (десятки и даже сотни мг-экв./дм³), причем часто магниевая жесткость превосходит кальциевую.

Высокая жесткость, особенно обусловленная солями магния, ухудшает органолептические свойства воды, придавая ей горьковатый вкус и, оказывая действие на органы пищеварения. Жесткость оказывает отрицательное влияние на качество воды, используемой в различных отраслях промышленности и для хозяйственно-бытовых целей.

В зависимости от pH и щелочности воды жесткость выше 10°Ж может вызвать образование шлаков в распределительной системе водоснабжения и накипи при нагревании. Вода жесткостью менее 5°Ж может оказывать коррозионное воздействие на водопроводные трубы.

Метод определения общей жесткости основан на титровании пробы воды раствором динатриевой соли этилендиамина тетрауксусной кислоты (Трилон Б) в присутствии индикатора эриохрома черного Т (хромогена черного), в результате чего при pH около 10 образуются комплексные соединения Трилона Б с ионами кальция и магния. Поскольку комплекс кальция более прочен, чем магния, то при титровании пробы Трилон Б

сначала взаимодействует с ионами кальция, а затем с ионами магния, вытесняя индикатор, комплекс которого с ионами магния окрашен в вишнево-красный цвет, а в свободной форме имеет голубую окраску. Для анализа отбирают пробу объемом не менее 400 см³.

Присутствие в воде ионов железа, меди, кадмия, кобальта, свинца, марганца, алюминия, цинка, олова, а также высокие цветность и мутность вызывают при титровании нечеткое изменение окраски в точке эквивалентности и приводят к завышению результатов определения жесткости. Мешающие влияния устраняют добавлением к аликвоте пробы до введения индикатора 0,5 см³ раствора гидроксилamina гидрохлорида и 0,5 см³ диэтилдитиокарбамата натрия.

Методика позволяет проводить определение величины общей жесткости в диапазоне от 0,5 до 8,0 мг-экв/дм³. Если величина общей жесткости превышает верхнюю границу в 8,0 мг-экв/дм³, допускается разбавление пробы дистиллированной водой до соответствия диапазону определения.

Реактивы и посуда:

- Трилон Б – 0,05 н. по РД 52.24.395-95;
- эриохром черный Т сухой кристаллический по РД 52.24.395-95;
- гидроксилamin гидрохлорида, 5 % водный раствор по РД 52.24.395-95;
- диэтилдитиокарбамата натрия 10 % водный раствор по РД 52.24.395-95;
- колбы конические 250 см³ по ГОСТ 1770-74;
- пипетки Мора – 25 см³, 50 см³, 100 см³ по ГОСТ 29169;
- бюретка 25 см³ с ценой деления 0,1 см³ по ГОСТ 29251-91;
- стаканы химические – 50 см³ по ГОСТ 25336-82;
- воронка для бюретки по ГОСТ 25336-82.

Выполнение измерений

Выбор объема пробы для анализа.

Перед выполнением анализа пробы воды с неизвестной величиной жесткости проводят оценочное титрование. Для этого берут 10 см³ пробы воды, добавляют 0,5 см³ буферного раствора, индикатор и титруют раствором Трилона Б до перехода окраски в голубую. По величине израсходованного на титрование объема Трилон Б выбирают по таблице 6 соответствующий объем пробы воды.

Таблица 6

Параметры оценочного титрования

Объем израсходованного раствора Трилона Б $V_{\text{Тр.Б}}$, см ³	<2	2-4	4-8	>8
Рекомендуемый объем пробы V , см ³	100	50	25	10

Титрование

В коническую колбу отбирают пипеткой требуемый объем пробы, доводят, если необходимо, до 100 см³ дистиллированной водой, добавляют 5 см³ буферного раствора и 10 - 15 мг индикатора эриохрома черного Т. Пробу перемешивают и титруют раствором Трилона Б до перехода окраски из красно-фиолетовой окраски в голубую. Титрование повторяют. Расхождение между параллельными титрованиями не должно превышать 0,1 см³.

За результат принимают среднюю величину объема Трилона Б.

Обработка результатов измерений.

Общую жесткость воды находят по формуле 7:

$$C_x = \frac{C_{\text{Тр.Б}} \cdot V_{\text{Тр.Б}} \cdot 1000}{V} \quad (7)$$

где,

C_x – общая жесткость воды, градусы;

$C_{\text{Тр.Б}}$ – концентрация раствора Трилона Б (нормальность), ммоль/дм³ эквивалента;

$V_{\text{Тр.Б}}$ – объем раствора Трилона Б, использованного на титрование, см³;

V - объем титруемой пробы, см³.

Результат измерения представляют в виде:

$$C_x \pm \Delta, \quad (8)$$

где,

C_x - общая жесткость воды, градусы;

Δ – погрешность измерения для данной величины жесткости (таблица 7).

Таблица 7

Оценка погрешности измерений

Параметр	Диапазон измеряемых значений жесткости, °Ж, градусы	Погрешность, %
жесткость	От 0,1 до 1,0	10
	Свыше 1,0	5

Определение кальция в природных водах.

Кальций и магний всегда присутствуют в природных водах. В пластовых водах нефтеносных комплексов Прикамья содержание кальция достигает 44 г/дм^3 , магния 14 г/дм^3 .

Метод определения массовой концентрация кальция основан на его способности образовывать с Трилоном Б малодиссоциированное, устойчивое в щелочной среде соединение. Конечная точка титрования определяется по изменению окраски индикатора (мурексида) из розовой в красно-фиолетовую. Магний в условиях анализа осаждается в виде гидроксида и не мешает определению.

Диапазон определения массовой концентрация кальция согласно методики от $1,0$ до 100 мг/дм^3 . Если содержание кальция в растворе выше верхней границы, допускается разбавление пробы дистиллированной водой.

Определению мешают цветность, мутность, железо, никель, алюминий, свинец, кадмий, марганец. Для устранения их мешающего влияния в пробу добавляются гидроксилламин гидрохлорид и диэтилдитиокарбамат натрия.

Реактивы:

- Трилон Б - 0,05 н. по ГОСТ 10652;
- NaOH, 8 % водный раствор по ГОСТ 4328;
- мурексид: 0,2 г сухого индикатора растирают в фарфоровой ступке с 50 г сухого NaCl по ТУ 6-09-1657;
- гидроксилламин гидрохлорида, 5 % водный раствор по ГОСТ 5456;
- диэтилдитиокарбамат натрия, 10 % водный раствор по ГОСТ 8864;
- колба коническая 250 см^3 по ГОСТ 1770-74;
- пипетки Мора – 25 см^3 , 50 см^3 , 100 см^3 по ГОСТ 29169;
- бюретка 25 см^3 с ценой деления $0,1 \text{ см}^3$ по ГОСТ 29251-91;
- стаканы - 50 см^3 по ГОСТ 25336-82;
- воронка для бюретки по ГОСТ 25336-82.

Выполнение измерений.

Объем пробы воды для определения кальция выбирают, исходя из известной величины общей жесткости или по результатам оценочного титрования согласно таблицы 8.

Таблица 8

Параметры оценочного титрования

Общая жесткость °Ж, градусы	<4	4-8	>8
Рекомендуемый объем пробы V, см ³	100	50	25

Для оценочного титрования берут 10 см³ воды, добавляют 0,2 см³ 8-% р-ра NaOH, 10 - 15 мг мурексида и титруют раствором Трилона Б до перехода окраски из розовой в красно-фиолетовую. По величине израсходованного на титрование объема Трилона Б выбирают по таблице 9 соответствующий объем пробы воды.

Таблица 9

Параметры оценочного титрования

Объем израсходованного раствора Трилона Б V _{Тр.Б} , см ³	<2	2-4	4-8	>8
Рекомендуемый объем пробы V, см ³	100	50	25	10

Титрование

В коническую колбу отбирают пипеткой требуемый объем пробы, доводят, если необходимо, до 100 см³ дистиллированной водой, добавляют 2 см³ 8 % раствора NaOH и 0,1-0,2 г мурексида. Пробу перемешивают и титруют раствором Трилона Б до перехода розовой окраски в красно-фиолетовую. Титрование повторяют. Расхождение между параллельными титрованиями не должно превышать значений, приведенных в таблице 10. За результат принимают среднюю величину объема Трилона Б.

Таблица 10

Объем израсходованного раствора Трилона Б V _{Тр.Б} , см ³	<2	2-5	5-10	10-15	>15
Рекомендуемый объем пробы V, см ³	0,04	0,05	0,1	0,2	0,3

Обработка результатов измерений.

Массовую концентрацию кальция (мг/дм³) в анализируемой пробе воды находят по формуле 9:

$$C_x = \frac{20,04 \cdot C_{\text{Тр.Б}} \cdot V_{\text{Тр.Б}} \cdot 1000}{V} \quad (9)$$

где,

C_x – массовая концентрация кальция в воде, мг/дм³;

$C_{\text{Тр.Б}}$ - концентрация раствора Трилона Б (нормальность), моль/дм³ эквивалента;

$V_{\text{Тр.Б}}$ - объем раствора Трилона Б, использованного на титрование, см³;

V - объем титруемой пробы, см³;

20,04 – молярная масса эквивалента Ca^{2+} , г/моль.

Определение содержания магния (расчетный метод) по ПНД Ф 14.1;2.98-97.

Содержание магния в природных водах рассчитывается по разности между результатами определения общей жёсткости и ионов кальция.

$$C_x = (V_1 - V_2) \cdot 12.16 \quad (10)$$

где,

C_x – массовая концентрация магния в исследуемой воде, мг/дм³;

V_1 - объем Трилона Б, использованного на титрование общей жесткости, мг/дм³;

V_2 - объем Трилона Б, использованного на титрование кальция, мг/дм³;

12,16 – молярная масса эквивалента Mg^{2+} , г/моль.

Контрольные вопросы

1. Что такое жесткость воды?
 2. Каковы виды и методы определения жесткости воды?
 3. Каковы способы устранения жесткости воды на станциях водоподготовки?
- Определение содержания магния (расчетный метод) по ПНД Ф 14.1;2.98-97.

Содержание магния в природных водах рассчитывается по разности между результатами определения общей жёсткости и ионов кальция.

Лабораторная работа № 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ГИДРОКАРБОНАТОВ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ ТИРИМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Цель работы: определение содержания гидрокарбонатов в природных водах титриметрическим методом.

Титриметрический метод определения массовой концентрации гидрокарбонатов основан на взаимодействии гидрокарбонатных ионов с сильной кислотой с образованием слабой угольной кислоты, распадающейся в растворе на H_2O и CO_2 .

Вариант 1. При потенциометрическом титровании пробу титруют раствором соляной кислоты до pH 4,5 с индикацией точки эквивалентности при помощи pH-метра. Диапазон определения массовой концентрации гидрокарбонатов от 10 до 500 мг/дм³.

Вариант 2. Обратное титрование предусматривает добавление избытка соляной кислоты, удаление CO_2 и последующее титрование избытка кислоты раствором тетрабората натрия в присутствии индикатора. Диапазон определения массовой концентрации гидрокарбонатов от 10 до 300 мг/дм³.

Реактивы и оборудование:

- соляная кислота - 0,05 н. - (фиксанал) по ТУ 6-09-2540;
- тетраборат натрия $Na_2B_4O_7$ - 0,05 н. (фиксанал) по ГОСТ 4199;
- буферные растворы - pH 1,68 и pH 9,18 по ТУ 6-09-2541;
- pH-метр по ГОСТ 24104-2001;
- магнитная мешалка с числом оборотов в минуту в диапазоне 100-1000 по ГОСТ 14919;
- колбы конические 250 см³ по ГОСТ 1770-74;
- пипетки Мора – 25 см³, 50 см³, 100 см³ по ГОСТ 29169;
- бюретка 25 см³ с ценой деления 0,1 см³ по ГОСТ 29251-91;
- стаканы химические - 50 см³ по ГОСТ 25336-82;
- плитка электрическая с закрытой спиралью и регулируемой мощностью нагрева по ГОСТ 14919.

Выполнение измерений.

Вариант 1.

В стакан емкостью 150-200 см³ отбирают пипеткой 25-100 см³ природной воды. Стакан с пробой помещают на магнитную мешалку, опускают в раствор перемешивающий элемент, электроды pH-метра и титруют при перемешивании раствором соляной кислоты до pH 4,5.

Если pH анализируемой пробы превышает величину 8,3 (что свидетельствует о наличии карбонатов), титрование проводят следующим образом. Медленно, по 1 капле, добавляют раствор соляной кислоты до pH 8,3, записывают объем и продолжают титровать до pH 4,5.

Вариант 2.

Перед определением гидрокарбонатов проводят тест на содержание карбонатов. Для этого к 25 см^3 анализируемой воды добавляют 1 каплю раствора фенолфталеина и перемешивают, если вода не окрасилась в розовый цвет – карбонаты отсутствуют.

Если при добавлении фенолфталеина вода окрасилась в розовый цвет, то в колбу для титрования вносят $50\text{-}100 \text{ см}^3$ анализируемой воды и добавляют 2 капли фенолфталеина. Медленно, по 1 капле приливают из бюретки раствор соляной кислоты до обесцвечивания пробы и записывают добавленный объем. После этого, к пробе добавляют 5-10 капель смешанного индикатора и продолжают определение.

В коническую колбу для титрования вносят пипеткой $25\text{-}100 \text{ см}^3$ анализируемой воды. Добавляют 5 капель смешанного индикатора и приливают из бюретки такое количество раствора соляной кислоты, чтобы раствор в колбе окрасился в малиновый цвет. Затем добавляют еще $4\text{-}5 \text{ см}^3$ соляной кислоты и кипятят раствор на плитке в течение 10 минут для удаления углекислого газа. Пробу охлаждают и титруют раствором тетрабората натрия до появления устойчивой зеленой окраски.

Обработка результатов измерений.

Массовую концентрацию карбонат-ионов $C_{\text{к-и}}$ (мг/дм^3) в анализируемой пробе воды рассчитывают по формуле 11:

$$C_{\text{к-и}} = \frac{2V_{\text{HCl}} \cdot 30 \cdot C_{\text{HCl}} \cdot 1000}{V} \quad (11)$$

где,

V – объем пробы воды, взятый для титрования, см^3 ;

V_{HCl} - объем HCl, добавленный до обесцвечивания пробы, см^3 ;

C_{HCl} – концентрация раствора соляной кислоты, мг/дм^3 ;

30 – молярная масса эквивалента карбонат-иона, г/моль.

Массовую концентрацию гидрокарбонатов в анализируемой пробе воды находят:

при измерении по варианту 1 по формуле 12:

$$C_{\text{x}} = \frac{61,02 \cdot V_{\text{к}} \cdot C_{\text{к}} \cdot 1000}{V} \quad (12)$$

при измерении по варианту 2 по формуле 13:

$$C_x = \frac{61,02 \cdot (V_k \cdot C_k - V_b \cdot C_b) \cdot 1000}{V} \quad (13)$$

где,

C_k – концентрация раствора соляной кислоты, см³;

V_k – объем раствора соляной кислоты, использованный на титрование (вариант 1) или добавленный в пробу (вариант 2), см³;

C_b – концентрация раствора тетрабората натрия (буры), моль/дм³;

V_b – объем раствора буры, использованный на титрование, см³;

V – объем пробы, взятый для титрования, см³;

61,02 – молярная масса эквивалента гидрокарбонат-иона, г/моль.

Результат измерения представляют в виде:

$$C_x \pm \Delta, \quad (14)$$

где,

Δ - погрешность измерения для данной массовой концентрации гидрокарбонатов (таблица 11).

Таблица 11

Метрологические характеристики

Диапазон измеряемых концентраций гидрокарбонатов, мг/дм ³	Погрешность измерения Δ , мг/дм ³
Потенциометрическое титрование	
От 10 до 20	0,39
Св. 20 до 50 вкл.	0,21
Св. 50 до 500 вкл.	0,10
Обратное титрование	
От 10 до 20	0,28
Св. 20 до 50 вкл.	0,15
Св. 50 до 500 вкл.	0,11

Контрольные вопросы

1. Какие существуют способы уменьшения концентрации карбонатов и гидрокарбонатов в пресных водах, использующихся для закачки в систему ПЖД?
2. В чем состоит влияние карбонатов и гидрокарбонатов, содержащихся в попутно-добываемых водах на внутрискважинное оборудование?

Лабораторная работа № 5

ИЗМЕРЕНИЕ pH В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Цель работы: ознакомление студентов с методами измерения pH.

Водородный показатель выражают величиной pH, представляющей собой десятичный логарифм концентрации ионов водорода, взятый с обратным знаком.

Определение pH производится на pH-метре (рис. 12), откалиброванном по буферным растворам.



Рис. 12. pH-метр фирмы Metler Toledo

Метод определения величины pH проб воды основан на измерении ЭДС электродной системы, состоящей из стеклянного электрода, потенциал которого определяется активностью водородных ионов, и вспомогательного электрода сравнения с известным потенциалом.

Диапазон определения от 1 до 14 единиц pH (таблица 12).

В большинстве природных вод pH находится в пределах от 6,5 до 8,5 и зависит от соотношения концентраций свободного диоксида углерода и бикарбонат-иона. Более низкие значения pH могут наблюдаться в кислых болотных водах. На величину pH влияет содержание карбонатов, гидроокисей, солей, подверженных гидролизу, гуминовых веществ и т. п. Данный показа-

тель является индикатором загрязнения открытых водоемов при попадании в них кислых или щелочных сточных вод.

В результате происходящих в воде химических и биологических процессов и потерь углекислоты рН воды может быстро меняться и этот показатель следует определять сразу же после отбора пробы.

Таблица 12

Диапазон определения от 1 до 14 единиц рН

рН	Концентрация ионов, моль/л	Тип раствора/какие ионы преобладают
0	1.0	Кислотный раствор (кислый)/ ионы водорода, H ⁺
1	0.1	
2	0.01	
3	0.001	
4	0.0001	
5	0.00001	
6	0.000001	
7	0.0000001	Нейтральный раствор
8	0.000001	Основной (щелочной) раствор/ гидроксильные ионы, OH ⁻
9	0.00001	
10	0.0001	
11	0.001	
12	0.01	
13	0.1	
14	1.0	

С помощью универсальной индикаторной бумаги можно определить рН с точностью до 0,2–0,3 единицы рН. Потенциометрический метод отличается большой точностью (до 0,02) и позволяет проводить исследование практически в любой воде независимо от ее окраски, мутности, солевого состава.

Проба анализируется в день отбора, не консервируется.

Выполнение измерений.

Анализируемую пробу объемом 30–50см³ помещают в химический стакан вместимостью 50см³. Электроды промывают дистиллированной водой, погружают в стакан с исследуемой пробой. Через 1–2 минуты записывают показания прибора.

За результат измерения принимают среднее арифметическое значение двух параллельных определений.

$$X_{\text{ср.}} \pm \Delta, \quad (15)$$

где, Δ - погрешность определения, $\Delta=0,002$.

Контрольные вопросы

1. Какие существуют требования по параметру рН к закачиваемым в систему ППД водам?
2. Какие существуют требования по параметру рН к питьевым водам?

Лабораторная работа № 6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРИДОВ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ

Цель работы: определение содержания хлоридов.

Высокая растворимость хлоридов объясняет широкое распространение их во всех природных водах. В проточных водоемах их содержание обычно невелико (20-30 мг/дм³). Незагрязненные грунтовые воды в местах с засоленной почвой обычно содержат до 30–50 мг/дм³ хлорид-иона. В водах, фильтрующихся через такую почву, в 1 дм³ могут содержаться сотни и даже тысячи миллиграммов хлоридов.

Содержание хлоридов является показателем загрязнения водных источников и сточных вод.

Меркуриметрический метод определения массовой концентрации хлорид-ионов основан на взаимодействии хлорид-ионов с ионами ртути (II) с образованием малодиссоциированного соединения хлорида ртути.

Избыток ионов ртути (II) образует с индикатором дифенилкарбазоном в кислой среде (рН=2,5) окрашенное в фиолетовый цвет комплексное соединение, при появлении которого прекращают титрование. Точное установление рН предусмотрено в ходе определения использованием смешанного индикатора и азотной кислоты.

Реактивы и оборудование:

- нитрат ртути (II), 10% водный раствор по ГОСТ 4520;
- хлорид натрия - 0,1 н. (фиксанал) по ГОСТ 4233;
- азотная кислота - 10% раствор по ГОСТ 4461;
- раствор смешанного индикатора - 0,5 г дифенилкарбазона и 0,05 г бромфенолового синего растворяют в 10 см³ этилового спирта и доводят до 100 см³ дистиллированной водой;
- колбы конические 250 см³ по ГОСТ 1770-74;
- пипетки Мора - 25 см³, 50 см³, 100 см³ по ГОСТ 29169;

- бюретка 25 см³ с ценой деления 0,1 см³ по ГОСТ 29251-91
- стаканы химические- 50 см³ по ГОСТ 25336-82;
- воронка для бюретки по ГОСТ 25336-82.

Выполнение измерений

Отмеряют пипеткой необходимый объем пробы для титрования и переносят его в колбу для титрования. Если необходимо, доводят объем в колбе до 100см³ дистиллированной водой.

Добавляют 2–4 капли смешанного индикатора. Если анализируемый раствор окрашивается в желтый цвет, то добавляют по каплям раствор NaOH до перехода желтой окраски в синюю, затем вводят по каплям раствор азотной кислоты до желтого окрашивания раствора. Дополнительно приливают 1см³ азотной кислоты и титруют раствором нитрата ртути до фиолетового окрашивания.

Если проба после добавления смешанного индикатора окрашивается в синий цвет, то добавляют по каплям раствор азотной кислоты до желтого окрашивания раствора. Дополнительно приливают 1 см³ азотной кислоты и титруют раствором нитрата ртути до фиолетового окрашивания.

Проводят не менее двух параллельных титрований.

Обработка результатов измерений.

Содержание хлорид-ионов (мг/дм³) рассчитывают по формуле 16:

$$X = \frac{V_{Hg(II)} \cdot C_{Hg(II)} \cdot 35,45 \cdot 1000}{V_{пробы}}, \quad (16)$$

где,

$V_{Hg(II)}$ – объем раствора нитрата ртути, пошедший на титрование пробы, см³;

$C_{Hg(II)}$ – концентрация раствора нитрата ртути, мг-экв/дм³;

$V_{пробы}$ – объем пробы, взятой для титрования, см³;

35,45 – молярная масса эквивалента хлорид-иона.

За результат определения принимается среднее арифметическое значение из двух параллельных определений:

$$X_{ср.} \pm \Delta, \quad (17)$$

где,

Δ - погрешность определения.

В диапазоне определения от 10 до 100 мг/дм³ $\Delta = 9 \%$.

Контрольные вопросы.

1. В чем выражается отрицательное влияние на живые организмы хлорид-иона, содержащегося в попутно-добываемых водах?
2. Какие существуют способы уменьшения концентрации хлорид-иона в скважинной продукции при подготовке нефтяного сырья?

Лабораторная работа № 7

СОСТАВ И СВОЙСТВА ПОЧВ

Цель работы: ознакомление студентов с методами определения состава и свойств почв.

Всякая почва обладает присущими ей внешними признаками, которые отражают ее физические свойства, механический и химический состав.

К внешним признакам относятся окраска почвы, механический состав, структура, включения, строение почвенного профиля.

Окраска (цвет) почвы.

Различают следующую цветовую гамму почв, обусловленную наличием в почве:

- перегнойных веществ:
- темная;
- черная;
- темно-серая;
- серая;
- светло-серая;
- коричневая;
- бурая;
- гидратированных окислов железа:
- желтая;
- оранжевая;
- кирпичная;
- желто-бурая;
- гидратированных окислов алюминия, кальцита, гипса:
- белесая.

Так как окраска почвы зависит от ее влажности (сырые почвы окрашены значительно темнее), то степень окраски определяют на воздушно-сухой почве.

Механический состав почвы

Механический состав почвы – это относительное содержание в ней механических элементов разного диаметра. С изменением величины механических элементов изменяются физические свойства и химический состав почвы. По мере уменьшения размера фракций в них увеличивается содержание железа, алюминия, магния и калия.

Подготовка почвенных образцов к анализу.

Для исследования почвы отбирается смешанный образец – небольшое количество почвы, наиболее близко соответствующее среднему составу во всей его массе. Смешанный образец составляют из 5-10 индивидуальных почвенных проб, взятых равномерно по всей площади участка. Для того чтобы проба лучше отражала средний состав почвы, ее нужно брать в количестве, значительно превышающем то, которое необходимо для анализа.

Образцы почвы перед анализом должны быть соответствующим образом подготовлены. При определении в почве влаги, нитратов и аммиака образцы почвы не доводят до воздушно-сухого состояния, а исследуют сразу же после отбора. В остальных случаях проба должна быть просушена на воздухе.

Пробы, отобранные для анализа, высушивают до воздушно-сухого состояния в сушильном шкафу при температуре, не превышающей 40°C в течение 15-20 мин по ГОСТ Р ИСО 11464-2011. Затем почву рассыпают на бумаге или кальке, пинцетом удаляют включения (камни, растительные остатки) и пропускают через сито.

Если образцы почвы отобраны неправильно, результаты анализов не отразят природных свойств почвы.

Определение гранулометрического состава.

Материалы и оборудование:

- проба почвы;
- электромагнитная лабораторная просеивающая машина «Виброгрохот»;
- набор сит в количестве 5 штук с диаметром 0,1 (0,063) – 10 (5) мм по ГОСТ 12536-79, при необходимости набор сит может быть заменен;
- технические весы с точностью взвешивания до 0,1 г по ГОСТ 19491-74;
- стаканы для взвешивания по ГОСТ 25336-82.

Подготовка образца к анализу.

Образцы почвы доводят до воздушно-сухого состояния в сушильном шкафу при температуре, не превышающей 40°C в течение 15-20 мин по ГОСТ Р ИСО 11464-2011. Масса пробы 100,0 г.

Отобранную пробу взвешивают на технических весах.

Пробу помещают в набор сит (верхнее сито). Встряхивающий аппарат с набором сит включают на 15 минут и по истечении этого времени отдельные фракции почвы с каждого сита высыпают на бумагу и взвешивают каждую фракцию на технических весах.

Результаты определения гранулометрического состава представляют в виде таблицы распределения почвы по размерам и процентному содержанию. При выполнении лабораторных работ 7-9 таблица 13 дополняется полученными результатами.

Таблица 13

Параметры состава и свойств почвы

Объект исследования	Навеска, г	Гранулометрический состав			рН солевой вытяжки	рН водной вытяжки	Присутствие в вытяжках из почвы ионов
		Размер частиц, мм	Кол-во, г	%			
Почва	100 г	> 1 мм					
		1,0 - 0,80					
		0,80 - 0,63					
		0,63 - 0,40					
		0,40 - 0,20					
		< 0,20					

Приготовление почвенных вытяжек.

Водные вытяжки из почв применяются для качественного и количественного определения водорастворимых солей, находящихся в почве.

Из твердой фазы почвы практически полностью переходят в водный раствор ионы Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Cl^- .

Средне- и труднорастворимые соли (фосфаты, силикаты) лучше определять из кислотной почвенной вытяжки, так как в водной вытяжке они присутствуют в очень малых количествах.

Приготовление водной вытяжки.

Для приготовления водной вытяжки берется воздушно-сухая почва. Навеска берется с точностью до 0,1 г. Количество воды берется в соотношении 5 см³ дистиллированной воды на 1 г почвы.

В коническую колбу объемом 250 см³ переносят 20 г воздушно-сухой почвы, заливают 100 см³ дистиллированной воды и встряхивают смесь в течение 5 минут. Затем вытяжку отфильтровывают через плотный складчатый фильтр.

Водную вытяжку фильтруют за один прием и сразу анализируют.

Приготовление солевой вытяжки.

Пробу почвы массой 30 г пересыпают в коническую колбу емкостью 250 см³. К пробе приливают 75 см³ экстрагирующего раствора хлорида калия. Почву с раствором KCl встряхивают в течение 5 минут. Затем раствор фильтруют через плотный складчатый фильтр.

Определение кислотности почв (рН).

Важнейший и, как правило, достаточный для характеристики почв показатель – это значение рН в водных вытяжках.

Кислотность почвы, обусловленная присутствием в ней ионов водорода, оказывает большое влияние на ее свойства. При высокой кислотности почвы угнетается рост и развитие растений.

Для характеристики реакции почвы концентрацию ионов водорода выражают в условных единицах рН. Значение рН представляет собой десятичный логарифм концентрации ионов водорода, взятый с обратным знаком.

По величине рН можно установить степень кислотности почвы и необходимость ее известкования. При рН 3–4 почва сильноокислая, 4–5 кислая, 5–6 слабоокислая, 7 – нейтральная, 7–8 слабощелочная, 8–9 щелочная, 9–11 сильнощелочная.

рН водной вытяжки почвы - величина неустойчивая, сильно изменяющаяся в течение вегетационного периода. Поэтому рН почвы измеряют не только в водной, но и в солевой вытяжке. Если почва обладает обменной кислотностью, то показатель рН солевой вытяжки ниже, чем рН водной.

рН водной вытяжки измеряют с помощью универсальной индикаторной бумаги, опустив ее в стакан или нанеся на нее каплю полученного раствора. Более точно можно измерить рН с помощью рН-метра. Данные занести в таблицу 14.

Таблица 14

Показатели рН в вытяжках почв

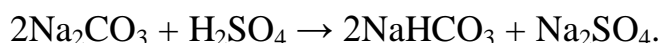
Параметр	рН	
	Универсальная индикаторная бумага	рН-метр
Водная вытяжка		
Солевая вытяжка		

Определение щелочности почв.

Щелочность почвенного раствора зависит от наличия в нем свободных гидроксильных ионов (ОН⁻). Вызывается она, главным образом, находящимися в почвенном растворе карбонатами и гидрокарбонатами щелочных и щелочноземельных металлов, которые при взаимодействии с водой образуют слабые кислоты и сильные основания, определяющие щелочную реакцию.

Определение щелочности, вызванной карбонатами.

Заключается в титровании водной вытяжки серной кислотой в присутствии фенолфталеина. Происходит по схеме реакции представленной ниже.



Появление в результате этой реакции в растворе иона HCO_3^- приводит к снижению рН и обесцвечиванию фенолфталеина.

Реактивы и посуда.

- серная кислота - по ГОСТ 4204-66, 0,02 н. раствор, готовят из фиксанала;
- фенофталеин - 1% спиртовой раствор по ГОСТ 5850-51;
- метилоранж - 0,05% водный раствор по ГОСТ 10816-64;
- бюретка - 25 см³ с ценой деления 0,1 см³ по ГОСТ 1770-64;
- пипетка Мора - 25 см³, 50 см³ по ГОСТ 29169;
- колбы для титрования - 100 см³, 250 см³ по ГОСТ 1770-74;
- стаканы химические- 50 см³ по ГОСТ 25336-82;
- воронка для бюретки по ГОСТ 25336-82.

Ход работы

В колбу для титрования отбирают пипеткой 25–50 см³ водной вытяжки, доводят до 100 см³ дистиллированной водой и добавляют 1–2 капли фенолфталеина.

Появление розовой окраски указывает на присутствие карбонат-ионов в водной вытяжке. Отсутствие розовой окраски говорит об отсутствии карбонат-ионов в вытяжке. Титруют раствором H_2SO_4 до исчезновения окраски. Вычисление результатов анализа.

Расчеты ведут по формуле 11:

$$X = \frac{2 \cdot V \cdot 0.0003 \cdot 1000}{m}, \quad (18)$$

где, X – содержание ионов CO_3^{2-} , % масс.;

V – объем 0,01 н. раствора H_2SO_4 , использованного на титрование, cm^3 ;
0,0003 – количество CO_3^{2-} ;

m – навеска почвы, взятая для титрования, г.

Результаты заносят в таблицу 15.

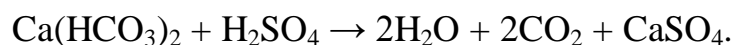
Таблица 15

Показатели щелочности почв

Объект исследования	Щелочность, вызванная карбонатами, %	Общая щелочность, %
Почва		

Определение общей щелочности.

Метод определения общей щелочности заключается в титровании водной вытяжки кислотой в присутствии индикатора – метилоранжа. Схема реакции представлена ниже.



Ход работы.

В колбу для титрования отбирают пипеткой 25–50 cm^3 водной вытяжки, приливают 2 капли индикатора метилоранжа и титруют 0,01 н. H_2SO_4 .

Вычисление результатов анализа.

Определяя общую щелочность, суммируют количество кислоты, израсходованной на титрование с фенолфталеином и метилоранжем.

Расчеты ведут по формуле:

$$X = \frac{(V_1 + V_2) \cdot 0.00061}{m}, \quad (19)$$

где, X – общая щелочность, (в % HCO_3^- к массе почвы);

V_1 – объем раствора H_2SO_4 , использованного на титрование, см^3 ;

V_2 – объем раствора H_2SO_4 , использованного на титрование с фенолфталеином, см^3 ;

0,00061 – количество HCO_3^- , соответствующее 1 см^3 0,01 н. раствора H_2SO_4 , г;

m – навеска почвы, отвечающая объему водной вытяжки, взятой для титрования, г.

Контрольные вопросы

1. Какие существуют особенности пробоподготовки для определения рН почвы?
2. Какие существуют особенности пробоподготовки для определения нитратов и аммиака?
3. Чем обусловлена цветовая гамма почв?

Лабораторная работа № 8

КАЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ В ПОЧВАХ РАСТВОРИМЫХ СОЛЕЙ

Цель работы: ознакомление студентов с методами качественного анализа при определении растворимых солей.

Из солей, находящихся в почвах, существенную роль играют сульфаты, хлориды и карбонаты. В определенных концентрациях они оказывают вредное влияние на растения.

Ионы металлов, такие как Fe^{3+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} , образуют сульфаты, которые присутствуют в почвах в окислительных условиях. Некоторые из них хорошо растворимы - $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, CuSO_4 . Хлориды и нитраты многих металлов также хорошо растворимы и очень часто обнаруживаются в почвах. Напротив, карбонаты и гидрокарбонаты многих металлов плохо растворимы и, как правило, входят в состав грубых фракций почв.

Некоторые металлы накапливаются в грунте осадочных пород, например, алюминий и железо концентрируются в глинах. Кальций и магний накапливаются в известковых почвах.

Реактивы и посуда:

- гексациано-(III) феррат калия $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ кристаллический по ГОСТ 4011-72;
- роданид калия KSCN 10 % водный раствор по ПНД Ф 14.1:2:4.50-96;

- иодид калия KJ 20 % водный раствор по ПНД Ф 14.1:2:4.222-06;
- уксусная кислота CH_3COOH , 10 % водный раствор по ПНД Ф 14.1:2.179-02;
- индикатор «Алюминон» - 0,01 % раствор по ПНД Ф 14.1;2.179-02;
- индикатор «Магнезон» - 0,01 % раствор по ПНД Ф 14.1;2.179-02;
- дифениламин - 1 % раствор в серной кислоте по ПНД Ф 14.1:2:4.4-95;
- азотная кислота HNO_3 - 10 % раствор по ГОСТ 1277-75;
- нитрат серебра AgNO_3 по ГОСТ 26425-85;
- нитрат аммония кристаллический по ГОСТ 1277-75;
- молибдат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$, 10 % водный раствор по ПНД Ф 14.1;2.112-97;
- соляная кислота HCl - 10 % раствор по ПНД Ф 14.1:2.107-97;
- хлорид бария BaCl_2 , 10 % водный раствор по ГОСТ 1277-75;
- калий хлористый по ГОСТ 4234-77, концентрация KCl - 0,1 моль/дм³;
- калий хромовокислый по ГОСТ 4459-75, водный 10 % раствор;
- щавелевокислый аммоний $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ кристаллический по ПНД Ф 14.1:2.95-97;
- пробирки 10 см³, 25 см³ по ГОСТ 25336-82;
- спиртовка на 100 мл по ГОСТ 25336-82;
- держатель для пробирок 10-25 мм, длина 250 мм;
- часовое стекло по ГОСТ 14183-78.

Определение хлорид-иона.

Подготовка к анализу.

Приготовление раствора хлорида концентрации 0,1 моль/дм³

7,456 г хлористого калия помещают в мерную колбу вместимостью 1000 см³ и растворяют в дистиллированной воде, доводя объем раствора до метки. Приготовленный раствор тщательно перемешивают. Раствор хранят в склянке с притертой пробкой не более 1 года. В случае помутнения, образования хлопьев, осадка, раствор заменяют свежеприготовленным. Для приготовления раствора допускается, использовать стандарт-титр хлористого калия.

Приготовление раствора хлорида концентрации 0,01 моль/дм³.

10 см³ раствора хлористого калия помещают в мерную колбу вместимостью 100 см³ и доводят объем до метки дистиллированной водой. Раствор готовят в день применения.

Приготовление раствора азотнокислого серебра.

3,4 г азотнокислого серебра помещают в мерную колбу вместимостью 1000 см³ и растворяют в дистиллированной воде, доводя объем до метки. Точную концентрацию раствора проверяют титрованием. Для этого отбирают 10 см³ раствора хлорида концентрации 0,01 моль/дм³ в коническую колбу,

приливают 1 см³ раствора хромовокислого калия с массовой долей 10 % и титруют раствором азотнокислого серебра до перехода окраски от желтой к красно-бурой. Титрование проводят три раза и для расчета точной концентрации используют среднее арифметическое результатов трех титрований. Точную концентрацию раствора азотнокислого серебра, моль/дм³, вычисляют по формуле:

$$X = \frac{0.01 \cdot V}{V_1}, \quad (20)$$

где

X - концентрация раствора азотнокислого серебра, моль/дм³;

0.01 - концентрация раствора хлорида, взятого для титрования, моль/дм³;

V - объем раствора хлорида, взятый для титрования, см³;

V_1 - объем раствора азотнокислого серебра, пошедший на титрование, см³.

Проведение анализа.

Налить в пробирку 5 см³ водной вытяжки, добавить 1–2 капли 10% раствора HNO₃ для разрушения бикарбонатов, прибавить несколько капель раствора AgNO₃ и перемешать. Появление белого осадка указывает на присутствие в почве хлорид-иона. По характеру осадка судят о содержании хлорид-иона (таблица 16).

Таблица 16

Характеристика осадка хлорид-иона в водной вытяжке из почв

Осадок	Содержание хлорид-иона	
	мг на 100 см ³ водной вытяжки	грамм на 100 г почвы
Большой хлопьевидный	>10	Десятые доли %
Сильная муть	5-10	Сотые доли %
Слабая муть	0,1–1	Тысячные доли %

Определение фосфат-ионов

Доступный для питания растений фосфор находится в почве в форме легкорастворимых фосфатов. В зависимости от состава почв для извлечения таких фосфатов пользуются различными вытяжками.

Налить в пробирку 2–3 см³ солянокислой вытяжки, добавить 3–4 капли азотной кислоты, несколько кристаллов нитрата аммония NH₄NO₃, 5–6 капель раствора молибдата аммония (NH₄)₂MoO₄ и осторожно нагреть смесь не

допуская признаков закипания содержимого пробирки. Появление желтой окраски указывает на присутствие фосфат-ионов в водной вытяжке.

Определение сульфат-ионов

Налить в пробирку 2 см³ водной вытяжки, добавить 1–2 капли концентрированной HCl и 1–2 см³ раствора BaCl₂. Нагреть раствор на спиртовке до кипения. Появление слабой мути или белого мелкокристаллического осадка указывает на присутствие сульфат-ионов в почве (таблица 17).

Таблица 17

Характеристика осадка сульфат-ионов в водной вытяжке из почв

Осадок	Содержание SO ₄ ²⁻	
	мг на 100 см ³ водной вытяжки	грамм на 100 г почвы
Большой, быстро оседающий на дно	>10	Десятые доли %
Муть, появляющаяся сразу	1-10	Сотые доли %
Медленно появляющаяся муть	0,5–1	Тысячные доли %

Определение кальция.

Налить в пробирку 3 см³ водной вытяжки, подкислить 1–2 каплями 10% раствора HCl, затем прибавить 2 см³ насыщенного раствора щавелево-кислого аммония. Появление слабой или сильной мути указывает на присутствие в почве катионов Ca²⁺ (таблица 18).

Таблица 18

Характеристика осадка содержания кальция в водной вытяжке из почв

Осадок	Содержание Ca ²⁺	
	мг на 100 см ³ водной вытяжки	грамм на 100 г почвы
Большой, выпадающий сразу	>10	Десятые доли %
Муть, выделяющаяся при перемешивании	1-10	Сотые доли %
Слабая муть, выделяющаяся при стоянии	0,1–1	Тысячные доли %

Определение магния.

На часовое стекло наносят 2-3 капли водной вытяжки и прибавляют 1-2 капли щелочного раствора магnezона. Окрашивание раствора в синий цвет свидетельствует о присутствии катионов магния в водной вытяжке.

Определение нитратов NO₃⁻.

В пробирку налить 2 см³ водной вытяжки и по каплям добавить раствор дифениламина в серной кислоте. При наличии нитратов раствор окрашивается в синий цвет.

Определение карбонатов CO₃²⁻.

В фарфоровую чашку насыпать 2–3 г почвы. Налить 10% раствор HCl. Присутствие карбонатов определяется по выделению пузырьков CO₂.

Определение железа (II) Fe²⁺.

Налить в пробирку 2 см³ солянокислой вытяжки и добавить несколько кристаллов красной кровяной соли K₃[Fe(CN)₆]. Появление синего окрашивания (турнбулева синь) говорит о наличии закисных соединений железа.

Определение железа (III) Fe³⁺.

Налить в пробирку 2 см³ солянокислой вытяжки и добавить 2–3 капли раствора роданида калия KSCN. Появление красного или розового окрашивания указывает на содержание в почве соединений окисного железа.

Определение свинца Pb²⁺.

Налить в пробирку 2 см³ солянокислой вытяжки и добавить 2–3 капли раствора иодида калия KI. Появление желтого осадка указывает на содержание в почве соединений свинца.

Определение алюминия Al³⁺.

Налить в пробирку 2 см³ солянокислой вытяжки и добавить 3–4 капли 2 н. раствора уксусной кислоты и 1–2 капли алюминона. Окрашивание раствора в красный цвет говорит о наличии в почве соединений алюминия [5,12].

Контрольные вопросы.

- 1.Какая существует качественная реакция на ион Fe²⁺ и Fe³⁺?
- 2.В чем состоит отрицательная роль ионов кальция и сульфат-ионов в водах, использующихся для закачки в систему ППД?

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1 вариант

1. Основную роль в инициировании процессов окисления примесей в тропосфере играют:

- а) кислород воздуха;
- б) озон;
- в) свободные радикалы;
- г) оксиды азота;
- д) жесткое излучение.

2. Концентрация озона в атмосфере по мере удаления от Земли:

а) экспоненциально уменьшается с увеличением расстояния от поверхности Земли;

б) экспоненциально увеличивается с увеличением расстояния от поверхности Земли;

в) достигает максимального значения в термосфере;

г) достигает максимального значения в стратосфере;

д) достигает максимального значения в мезосфере.

3. Явление локальной температурной инверсии в тропосфере обусловлено:

а) изменением солнечной активности;

б) изменением температурного градиента в тропосфере;

в) изменением альбедо поверхности Земли;

г) ростом выбросов углекислого газа;

д) резким изменением атмосферного давления;

е) изменением влажности воздуха.

4. Основной вклад в антропогенное загрязнение атмосферы соединениями серы вносят:

а) выбросы вулканов;

- б) океанические аэрозоли;
- в) выбросы предприятий химической промышленности;
- г) выбросы автомобильного транспорта;
- д) выбросы ТЭС, работающих на угле и мазуте.

5. Необходимым условием для возникновения смога как в Лондоне, так и в Лос-Анджелесе является:

- а) солнечное излучение;
- б) высокое атмосферное давление;
- в) высокая концентрация диоксида серы в тропосфере;
- г) высокая плотность транспортного потока;
- д) температурная инверсия.

6. Какое соединение, присутствующее в атмосфере Земли, улавливает наибольшую долю ее теплового излучения?

- а) NO_2 ;
- б) CO_2 ;
- в) H_2O ;
- г) CCl_xF_4 ;
- д) CH_4 .

7. В результате антропогенной деятельности состав атмосферы за последние 20 лет:

- а) претерпел значительные изменения на уровне макрокомпонентов;
- б) не изменился;
- в) изменился на уровне микрокомпонентов;
- г) изменился в отдельных регионах;
- д) правильными являются несколько из перечисленных выше ответов.

8. Основной причиной возникновения парникового эффекта является:

- а) изменение направления движения и интенсивности океанических течений;
- б) изменение орбиты вращения Земли вокруг Солнца;

в) увеличение в атмосфере концентрации соединений, поглощающих в инфракрасной области;

г) тепловое загрязнение;

д) правильными являются несколько из перечисленных выше ответов.

9. Какой газ в стратосфере поглощает 99% излучения Солнца в опасной для биосферы УФ-области?

а) O_2 ;

б) O_3 ;

в) CCl_xF_4 ;

г) CO_2 ;

д) H_2O .

10. Сегодня ученые полагают, что глобальное уменьшение содержания озона в стратосфере может быть вызвано:

а) увеличением интенсивности УФ-излучения;

б) галогенсодержащими углеводородами антропогенного происхождения;

в) резким увеличением концентрации CO_2 в тропосфере;

г) «зимней воронкой» над Южным полюсом;

д) активизацией вулканической деятельности.

2 вариант

1. Массовая вырубка лесов приводит:

а) к опустыниванию;

б) к изменению альбедо Земли;

в) к нарушению кислородного цикла;

г) к увеличению концентрации диоксида углерода в тропосфере;

д) правильными являются все перечисленные выше ответы.

2. Масштабы и скорость проявления глобального изменения климата:

а) не поддаются регулированию мировым сообществом;

б) могут быть ограничены при быстрых действиях всего мирового общества;

в) могут быть достоверно предсказаны при помощи компьютерной модели;

г) уже вышли из-под контроля;

д) не изменились за последние 1000 лет.

3. Злокачественная меланома и другие раковые заболевания кожи могут быть обусловлены чрезмерным воздействием:

а) фреонов, содержащихся в тропосфере;

б) озона, содержащегося в стратосфере;

в) озона, содержащегося в мезосфере;

г) УФ-излучения Солнца;

д) ИК-излучения Земли.

4. За два столетия, прошедших со времени промышленной революции, концентрация диоксида углерода:

а) увеличилась примерно в два раза;

б) уменьшилась примерно в два раза;

в) осталась неизменной;

г) увеличилась на 25%;

д) уменьшилась на 25%.

5. Антропогенными источниками парниковых газов являются:

а) сжигание ископаемого топлива;

б) использование галогенсодержащих углеводородов;

в) сельское хозяйство;

г) автомобильный транспорт;

д) все перечисленные выше источники.

6. Озон в тропосфере — это:

а) парниковый газ;

б) сильнейший окислитель;

- в) УФ-«экран» планеты;
- г) все перечисленные выше факторы являются правильными;
- д) два из перечисленных выше ответов являются правильными.

7. Парниковый эффект обуславливается прежде всего:

- а) увеличением интенсивности УФ-излучения Солнца в последние 100 лет;
- б) способностью некоторых молекул поглощать излучение в ИК-области;
- в) увеличением концентрации пыли над промышленными зонами;
- г) увеличением ИК-составляющей в потоке солнечной энергии, достигающей поверхности Земли;
- д) ростом населения Земли.

8. Какой вид антропогенной деятельности более всего ответствен за глобальное повышение концентрации диоксида углерода в атмосфере?

- а) автотранспорт;
- б) железнодорожный транспорт;
- в) морской транспорт;
- г) теплоэнергетика;
- д) сжигание бытовых отходов.

9. Излучение какого диапазона имеет наименьшую длину волны?

- а) видимый свет;
- б) ультрафиолетовое излучение;
- в) радиоволны;
- г) инфракрасное излучение.

10. Фотохимический смог образуется при взаимодействии:

- а) химических соединений, выделяемых деревьями, и озоном;
- б) оксидов азота и углеводородов автомобильных и промышленных выбросов под действием солнечного излучения;
- в) диоксида углерода и метана под действием ИК-излучения Земли;

г) квазипостоянных компонентов атмосферы под действием жесткого УФ-излучения;

д) правильными являются несколько из перечисленных выше ответов.

3 вариант

1. Газ, являющийся основной причиной образования кислотных осадков, это:

а) CO_2 ;

б) NO^x ;

в) SO_2 ;

г) N_2 ;

д) Оз.

2. Солнечная энергия является результатом:

а) процесса цепного деления урана;

б) процесса термоядерного синтеза гелия;

в) трансформации энергии «большого взрыва»;

г) межзвездных взаимодействий;

д) процесса термоядерного синтеза тяжелых металлов.

3. Концентрация какого газа сильнее всего варьируется в тропосфере?

а) азота;

б) аргона;

в) кислорода;

г) водяного пара;

д) гелия.

4. Озон в тропосфере:

а) присутствует всегда;

б) образуется в результате фотохимических превращений компонентов антропогенных выбросов;

в) опасен для здоровья людей;

- г) образуется в результате лесных пожаров;
- д) правильными являются несколько из перечисленных выше ответов.

5. Эвтрофикация водоемов приводит:

- а) к уменьшению количества растворенного кислорода в результате связывания его с молекулами загрязняющих веществ;
- б) к прямому угнетению и гибели популяций животных и растений в результате их отравления токсичными загрязняющими веществами;
- в) к росту биомассы сине-зеленых водорослей, приводящему впоследствии к уменьшению концентрации кислорода;
- г) к улучшению гомеостаза экосистемы;
- д) правильными являются несколько из перечисленных выше ответов.

6. Использование химических удобрений сопряжено с некоторым риском, поскольку:

- а) большинство удобрений не обеспечивает растения всеми необходимыми питательными веществами;
- б) удобрения плохо растворимы в дождевой воде;
- в) при смыве с полей удобрения могут вызвать эвтрофикацию водоемов;
- г) удобрения токсичны для деревьев и лесных растений;
- д) удобрения слишком дороги для многих фермеров.

7. Из общей массы гидросферы доля пресных вод составляет:

- а) до 1%;
- б) от 2 до 5%;
- в) до 20%;
- г) от 20 до 30%;
- д) более 30%.

8. К главным ионам, доля которых в любых природных поверхностных водах превышает 95% от общей массы катионов или анионов, относятся следующие группы анионов и катионов (выберите правильный набор):

- а) Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} ;
- б) Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Fe^{3+} ;
- в) Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} ;
- г) SO^{2-} , Cl^- , HCO_3^- , CO^{2-} , NO_3^- ;
- д) SO^{2-} , Cl^- , HCO_3^- , CO^{2-} , H_2PO_4^- .

9. Значение щелочности природных вод определяется суммой концентраций ионов:

- а) анионов и катионов;
- б) анионов;
- в) CO и SO ;
- г) HCO_3^- , OH^- и удвоенной концентрации CO_3^{2-} ;
- д) HCO_3^- , OH^- и удвоенной концентрации SO_4^{2-} .

10. Какое из утверждений правильно характеризует грунтовые воды?

- а) зоны распространения и возможного загрязнения грунтовых вод не совпадают;
- б) грунтовые воды находятся в зоне аэрации и лежат между двумя водоупорными слоями;
- в) грунтовые воды относятся к напорным подземным водам;
- г) основную опасность для загрязнения грунтовых вод соединениями тяжелых металлов представляют выбросы автотранспорта;
- д) грунтовыми называют подземные воды, расположенные на первом от поверхности земли водоупорном слое, имеющем значительную площадь распространения.

4 вариант

1. Выберите правильный набор катионов, определяющий жесткость природной воды:

- а) Na^+ , K^+ , Ca^{2+} ;
- б) Fe^{2+} , Ca^{2+} , Na^+ ;

в) Ca^{2+} , Mg^{2+} ;

г) Na^+ , K^+ ;

д) Ca^{2+} , Na^+ .

2. Сколько мг гидрокарбонат-иона содержится в каждом литре воды, если ее щелочность равна $1,5 \cdot 10^{-3}$ моль/л и $\text{pH} = 7$?

а) 91,5 мг/л;

б) 1,5 мг/л;

в) 1500 мг/л;

г) 105,0 мг/л;

д) необходимы дополнительные сведения о концентрациях ионов щелочных металлов в растворе.

3. Сколько кислорода может содержаться в литре воды, находящейся в равновесии с атмосферным воздухом, при температуре 25°C и давлении 10,1 кПа [константа Генри для кислорода при этих условиях $K_H = 1,2 \cdot 10^{-8}$ моль/(л • Па); концентрация кислорода в воздухе соответствует средним значениям]?

а) 8,3 мг/л;

б) 8,3 г/л;

в) 5,7 мг/л;

г) 5,7 г/л;

д) 0,57 мг/л.

4. Какова общая жесткость воды Мирового океана [воды Мирового океана содержат (в мг/л): Na^+ – 10560; Mg^{2+} – 1270; Ca^{2+} – 400; K^+ — 380; Cl^- – 18980; SO_4^{2-} – 2650; HCO_3^- – 140; Br^- – 65; F^- – 1]?

а) 124,4 мг-экв./л;

б) 12610 мг/л;

в) 1670 мг-экв./л;

г) 10 градусов жесткости;

д) 2,3 моль/л.

5. Каково значение щелочности воды Мирового океана [воды Мирово-

го океана содержат (в мг/л): Na^+ –10560; Mg^{2+} –1270; Ca^{2+} –400; K^+ –380; Cl^- –18980; SO_4^{2-} –2650; HCO_3^- –140; Br^- –65; F^- –1]?

- а) $2,29 \cdot 10^{-3}$ моль/л;
- б) 140 мг/л;
- в) 2,29 моль/л;
- г) 206 мг-экв./л;
- д) 10960 мг/л.

6. Содержание озона в атмосфере над некоторой географической точкой составило 350 е.д. Была ли превышена средняя для этого района концентрация озона, равная 35 мкг/м^3 ?

- а) единицы измерений несопоставимы;
- б) да, в 1,3 раза;
- в) нет, она была в 1,2 раза меньше;
- г) нет, эти значения равны;
- д) да, концентрация была на 10% больше.

Слой озона высотой 10^{-5} метра принимается равным одной единице Добсона (е.Д)

7. Какие изменения связаны с увеличением солнечной активности?

- а) значительно увеличивается поток солнечной энергии;
- б) заметно увеличивается температура в приземном слое атмосферы;
- в) в спектре Солнца значительно возрастает доля видимого излучения;
- г) в спектре Солнца значительно возрастает доля инфракрасного излучения;
- д) в спектре Солнца значительно возрастает доля жесткого излучения.

8. Основную роль в иницировании процессов окисления примесей в тропосфере играют:

- а) кислород воздуха;
- б) озон;
- в) свободные радикалы;

- г) оксиды азота;
- д) жесткое излучение.

9. Концентрация озона в атмосфере по мере удаления от Земли:

- а) экспоненциально уменьшается с увеличением расстояния от поверхности Земли;
- б) экспоненциально увеличивается с увеличением расстояния от поверхности Земли;
- в) достигает максимального значения в термосфере;
- г) достигает максимального значения в стратосфере;
- д) достигает максимального значения в мезосфере.

10. Явление локальной температурной инверсии в тропосфере обусловлено:

- а) изменением солнечной активности;
- б) изменением температурного градиента в тропосфере;
- в) изменением альбедо поверхности Земли;
- г) ростом выбросов углекислого газа;
- д) резким изменением атмосферного давления.

5 вариант

1. Каково среднее время пребывания воды в атмосфере, если по оценкам специалистов в атмосфере находится $12\,900\text{ км}^3$ воды, а на поверхность суши и океана выпадает в виде атмосферных осадков в среднем $577 \cdot 10^{12}\text{ м}^3$ воды в год?

- а) 8,16 дня;
- б) 104 дня;
- в) 0,64 дня;
- г) 44,72 дня;
- д) 6,53 дня.

2. Для типичных почв характерно соотношение объемов твердой, жид-

кой и газообразной фаз:

- а) 2:1:1
- б) 1:1:1
- в) 1:2:2
- г) 1:1:2
- д) 1:2:1

3. К типичным компонентам почвенных растворов, концентрации которых значительно превосходят концентрации других ионов, относятся катионы:

- а) Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , NH_4^+ , Na^+
- б) Al^{3+} , Cu^{2+} , K^+ , NH_4^+ , Na^+
- в) Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Fe^{3+} , Zn^{2+}
- г) Ca^{2+} , Ba^{2+} , K^+ , Al^{3+} , Na^+
- д) Cu^{2+} , K^+ , NH_4^+ , Al^{3+}

4. Кислотность почв может быть снижена внесением в почву:

- а) известняка
- б) гипса
- в) калийной селитры
- г) органических удобрений
- д) всех перечисленных веществ

5. Гидролитическая кислотность почв – это кислотность:

- а) обусловленная взаимодействием почвы с уксуснокислым натрием
- б) проявляющаяся при обработке почвы раствором нейтральной соли
- в) обусловленная поглощенными ионами алюминия и водорода
- г) обусловленная ионами водорода в почвенном растворе
- д) все перечисленные понятия

6. Насыщенность почвы основаниями определяется содержанием в почвенном поглощающем комплексе:

- а) катионов кальция и магния

- б) катионов натрия и калия
- в) катионов алюминия и водорода
- г) катионов натрия и водорода
- д) всех почвенных катионов

7. Подвижность катионогенных элементов в почвах:

- а) возрастает при увеличении кислотности
- б) не зависит от кислотности
- в) увеличивается при уменьшении кислотности
- г) максимальна в нейтральной среде
- д) не зависит от кислотности среды

8. Почвенный воздух обогащен по составу:

- а) оксидом углерода (II)
- б) оксидом азота (II)
- в) оксидом углерода (IV)
- г) кислородом
- д) всеми перечисленными веществами

9. Значение актуальной щелочности почв обусловлено наличием в почвенном растворе:

- а) NaOH, KOH
- б) Na_2CO_3 , NaHCO_3 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
- в) растворимых соединений алюминия
- г) растворимых соединений железа
- д) всех перечисленных веществ

10. Емкость щелочного барьера в почвах определяется:

- а) количеством карбонатов
- б) количеством обменных катионов
- в) содержанием органического вещества
- г) значением окислительно-восстановительного потенциала
- д) всеми перечисленными понятиями

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГН 2.2.5.686-98. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы
2. ГОСТ 3351-74 Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности.
3. ГОСТ Р 52769-2007 Метод фотометрического определения цветности.
4. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
5. ГОСТ Р 52407-2005 Вода питьевая. Методы определения жесткости.
6. ГОСТ Р ИСО 11464-2011 Качество почвы. Предварительная подготовка проб для физико-химического анализа.
7. Логинов Н.Я., Воскресенский А.Г., Солодкин И.С. Аналитическая химия. М. 1999. – 123 с.
8. Никольский Н.Н. Практикум по почвоведению. М. 1990. – 115 с.
9. ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97 Методика выполнения измерений рН в водах потенциометрическим методом.
10. ПНД Ф 14.1:2.98-97 Методика выполнения измерений жесткости в пробах природных и очищенных сточных вод титриметрическим методом.
11. СанПиН 2.1.4.559-96 «Питьевая вода»
12. Радов А.С., Пустовой И.В., Корольков А.В. Практикум по агрохимии. М., 1989. – 97 с.
13. Родзевич Н. Н. Геоэкология и природопользование.– М. Дрофа, 2003. – 256 с.
14. Руководство пользователя газоанализатора Gas Alert Micro Clip. [Электронный ресурс] <http://www.eriskip.ru/disc/pdf/GasAlertMicroClipXT.pdf>.
15. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика. – Т.1. – М., 2001. – 201 с.
16. Федорова А.И., Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды. – М., 1995. – 150 с.

Учебное издание

Красноперова Светлана Анатольевна
Борисова Елена Анатольевна

СБОРНИК ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И ТЕСТОВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Экология»

*Отпечатано в авторской редакции
с оригинал-макета заказчика*

Подписано в печать 00.00.00. Формат 60x84¹/₁₆
Печать офсетная. Усл. печ. л. 0,00. Уч.-изд. л. 0,00.

Тираж 25 экз. Заказ №

Издательство «Удмуртский университет»
426034, г. Ижевск, ул. Университетская, д. 1, корп. 4, каб. 207
Тел./факс: +7 (3412) 500-295 E-mail: editorial@udsu.ru