

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ивановский государственный политехнический университет»

Кафедра химии, экологии и микробиологии

ЭКОЛОГИЯ
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ
ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВСЕХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Иваново 2015

Методические указания разработаны для студентов всех специальностей, изучающих курс экологии.

В них представлены лабораторные работы, которые позволяют студентам ознакомиться со способами анализа состояния всех природных ресурсов и методами очистки соответствующих сред от антропогенных загрязнителей.

Составители: канд. хим. наук, проф. В.В. Васильев
канд. техн. наук, доц. С.А. Никольская
канд. техн. наук, доц. В.Р. Ополовников
канд. хим. наук, доц. Л.В. Красухина
доц. Н.И. Зуева

Научный редактор канд. техн. наук, доц. Г.М. Прияткин
Редактор Т.В. Федорова
Корректор А.В. Николаева
Компьютерная верстка С.Б. Евстигнеевой

Подписано в печать 02.03.2015. Формат 1/16 60x84. Бумага писчая.
Плоская печать. Усл.печ.л. 4,19. Уч.-изд.л. 4,0. Тираж 100 экз. Заказ №

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»
Издательский центр ДИВТ
153000 г. Иваново, Шереметевский пр-т, 21

ВВЕДЕНИЕ

Современная экология занимается изучением взаимоотношений организмов, в том числе и человека, со средой, определением масштабов и допустимых пределов воздействия человеческого общества на среду, возможностей уменьшения этих воздействий или их полной нейтрализации. В стратегическом плане – это наука о выживании человечества и выходе из экологического кризиса, который приобрел глобальные масштабы.

Человек очень мало знает о среде, в которой живет, особенно о механизмах, которые формируют и сохраняют среду. Раскрытие этих механизмов (закономерностей) – одна из важнейших задач современной экологии и экологического образования. Вооружившись этими знаниями, человек получит базу для оптимизации своей деятельности и поведения в окружающем мире с целью поиска путей относительно стабильного, а в дальнейшем и устойчивого развития общества.

Данные методические указания предназначены для лабораторных работ, которые дополняют курс лекций по дисциплине «Экология». Эти работы позволят студентам на практике ознакомиться с методами контроля состояния окружающей среды (гидросферы, атмосферы, литосферы) и способами её защиты от негативных последствий хозяйственной деятельности человека. Новые методические указания дополнены разделом «Экология человека», в котором представлены лабораторные работы по оценке показателей здоровья. В настоящее время человек всё больше внимания уделяет безопасности своей жизнедеятельности. С этим связана и его заинтересованность в экологически чистых текстильных изделиях. А у специалистов швейного производства эта проблема вызывает профессиональный интерес. Поэтому отдельный раздел методических указаний знакомит студентов с различными методами исследования текстильных материалов на соответствие их самому известному в настоящее время международному экологическому сертификату «Экотекс-100».

Работы проводятся в специальной лаборатории, оснащённой необходимым оборудованием, химической посудой и реагентами. По окончании каждой работы студенты составляют отчёт по нижеприведённому плану:

1. Тема лабораторной работы.
2. Цель работы.
3. Краткое изложение методики эксперимента.

4. Рисунок установки.
5. Уравнения протекающих реакций, расчетные уравнения с указанием физического смысла каждого из членов.
6. Таблица экспериментальных данных.
7. Экспериментальные наблюдения.
8. Вывод, в котором из сопоставления полученных результатов с нормативными значениями изучаемых характеристик делается заключение:
 - о степени чистоты исследуемого образца по кратности превышения предельно допустимых концентраций или другим принятым в экологии показателям;
 - о возможных экологических последствиях данного загрязнения.

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ СРЕД ОБИТАНИЯ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ

На нашей планете живые организмы освоили три основные среды обитания. Первой средой, в которой возникла и распространилась жизнь, была водная. Далее живые организмы овладели наземной и воздушной средой, затем создали и населили почву.

Проблема загрязнения среды в полный рост встала в XX веке, когда человек существенно расширил количество используемых им металлов, стал выпускать синтетические волокна, пластмассы и другие вещества, имеющие свойства, не только неизвестные природе, но и вредные для организмов биосферы. Эти вещества, количество и разнообразие которых постоянно растёт, после использования не поступают в природный круговорот, поэтому отходы производственной деятельности всё больше загрязняют гидросферу, атмосферу и литосферу Земли. Адаптационные механизмы биосферы не справляются с нейтрализацией увеличивающегося количества вредных для её нормального функционирования веществ, и естественные системы начинают разрушаться. Проблема охраны окружающей среды стала одной из острейших. Чтобы выработать пути её решения, проводится экологический мониторинг – комплексная система наблюдений, оценка и прогноз состояния окружающей природной среды под влиянием антропогенных воздействий. Первая задача мониторинга – количественная и качественная оценка состояния поверхностных вод, воздуха, почвенного покрова, а также постоянный контроль стоков и выбросов на промышленных предприятиях.

ТЕМА 1. АНАЛИЗ ВОДНОЙ СРЕДЫ И МЕТОДЫ ЕЁ ЗАЩИТЫ

Вода – один из важнейших природных ресурсов. 70% поверхности Земли покрыто водой, но это в основном солёная вода, а для жизнедеятельности человека и других живых организмов необходима пресная, которая составляет всего лишь 2,5% от всей воды на планете. Но и эта вода большей частью недоступна, т.к. она или находится под землёй, или составляет ледники. То, что доступно для использования, является мизерной долей гидросферы Земли. Именно поэтому в настоящее время вопрос сохранения этого ресурса играет первостепенную роль.

Основные источники загрязнения воды – это промышленные и сельскохозяйственные сточные воды; нефть и нефтепродукты, попадающие в воду в основном после аварий при добыче и транспортировке; радиоактивные вещества; сброс горячей воды после охлаждения атомных реакторов.

Недостаток качественной воды в мире увеличивается с каждым днем, ситуация наиболее тяжела в странах Африки (здесь только треть людей имеет доступ к чистой воде) и Азиатско-Тихоокеанского региона. В России за последние годы качество питьевой воды также значительно снизилось. Сегодня мы потребляем вместе с водой большое количество токсичных и потенциально опасных веществ, которые вызывают различные заболевания и сокращают срок нашей жизни. В методических указаниях представлены работы, позволяющие оценить качество питьевой воды по основным показателям и степень загрязнения промышленных сточных вод.

Чтобы оставить потомкам чистую воду, человек должен разрабатывать и повсеместно внедрять водосберегающие технологии и проводить полную очистку сточных вод перед сбросом в природные водоёмы. Сложность и неоднозначность проблемы очистки обусловлены большим разнообразием промышленных технологий. Выбор технологической схемы очистки стоков зависит от многих факторов: типа производства, исходного сырья, требований к качеству и объёмам очищаемых сточных вод. Одним из самых распространённых загрязнений как бытовых, так и промышленных сточных вод являются взвешенные вещества. Данные методические указания знакомят студентов с методами очистки от них. Одна из работ посвящена эффективному электрохимическому способу, который позволяет достичь максимальной степени очистки стоков от таких опасных загрязнений, как тяжёлые металлы или красители.

Лабораторная работа №1

АНАЛИЗ ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЫ

Цель работы: определение некоторых показателей качества водопроводной воды, ознакомление с соответствующими методиками.

Содержание работы:

- оценка водородного показателя воды с помощью иономера И-130;
- определение общей, временной и постоянной жесткости воды титриметрическим методом;
- определение класса и интенсивности запаха воды органолептическим методом.

Ход выполнения работы

1. Определение рН воды

Электрохимический метод определения рН основан на измерении ЭДС электрохимической ячейки, состоящей из пробы воды, стеклянного мембранного электрода и электрода сравнения, как правило, хлорсеребряного. В качестве средства измерения может быть использован иономер И-130.

Для определения рН в стакан объёмом 50 мл налейте до метки исследуемую воду. Electroды тщательно ополосните дистиллированной водой, удалите остатки воды, промокая их фильтровальной бумагой, опустите в анализируемую пробу и через 1-3 мин. (после установления постоянного значения) запишите показания прибора. Измерения повторяют через 1 минуту. За величину рН принимают среднюю величину из двух измерений, отличающихся не более чем на 0,05 ед. рН. Водородный показатель согласно ГОСТу может изменяться в пределах 6 – 9. Отклонение рН от этих значений указывает на снижение качества воды вследствие возможного её загрязнения.

Сделайте вывод о характере среды по табл. 1. Сравните полученные результаты с нормативными показателями (табл. П1) и сделайте вывод о соответствии или несоответствии их предъявляемым требованиям.

Характеристика вод по рН

Тип воды	Значение рН
Сильнокислая	< 3
Кислая	3 – 5
Слабокислая	5 – 6,5
Нейтральная	6,5 – 7,5
Слабощелочная	7,5 – 8,5
Щелочная	8,5 – 9,5
Сильнощелочная	> 9,5

2. Определение общей жесткости воды

К ионам жесткости относятся Ca^{2+} и Mg^{2+} , причем наличие их в составе гидрокарбонатов $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ обуславливает временную жесткость воды, а в виде сульфатов CaSO_4 , MgSO_4 или хлоридов CaCl_2 , MgCl_2 – постоянную. Сумма временной и постоянной жесткости составляет общую жесткость воды, выражаемую в градусах жёсткости: $1^0\text{Ж} = 1$ мг-экв/л (миллиграмм-эквивалент ионов кальция и магния на литр воды). Ниже приведены интервалы жёсткости воды.

вода	мягкая	средняя	жёсткая
интервал жёсткости	менее 2^0Ж	$2 - 10^0\text{Ж}$	свыше 10^0Ж

Методика определения основана на образовании непрочных комплексов Ca^{2+} и Mg^{2+} с индикатором эриохромом черным фиолетово-красного цвета с последующим его вытеснением и образованием более прочных комплексов ионов жесткости с трилоном Б.

В коническую колбу емкостью 250 мл с помощью мерного цилиндра налейте 100 мл воды, добавьте 5 мл аммонийного буфера (для создания $\text{pH}=10$) и 20-30 мг индикатора эриохрома черного. В заключение всё перемешайте и отметьте цвет полученного раствора.

Наполните бюретку 0,05 н раствором трилона Б до нулевой метки (при этом нижний конец бюретки должен быть заполнен раствором).

В колбу с подготовленной к анализу водой по каплям добавьте из бюретки раствор трилона Б (данный процесс называют титрованием) до изменения окраски от фиолетово-красной до голубой. Отметьте по бюретке объем раствора, пошедшего на титрование. Титрование повторите 2-3 раза. Полученные данные занесите в таблицу.

Титрование	Объем пробы воды V_{H_2O} , мл	Объем раствора трилона Б, израсходованного на титрование, мл	Среднее значение объема раствора трилона Б $V_{\text{трилона}}$, мл
1	100		
2			
3			

Вычислите общую жесткость воды по формуле:

$$J_{\text{общ}} = \frac{C_{N(\text{трилона})} \cdot V_{\text{трилона}}}{V_{H_2O}} \cdot 1000, \text{ } ^\circ\text{Ж},$$

где $C_{N(\text{трилона})}$ – нормальная концентрация трилона Б;

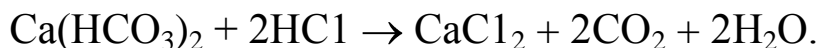
$V_{\text{трилона}}$ – среднее значение раствора трилона Б, пошедшего на титрование;

V_{H_2O} – объем пробы воды.

Оцените степень жесткости воды, сравнивая полученный результат с интервалами жесткости, приведенными в начале описания опыта на с. 7.

3. Определение временной жесткости воды

Методика определения основана на взаимодействии гидрокарбонатов кальция и магния с соляной кислотой:



Наполните бюретку 0,1 н раствором соляной кислоты до нулевой метки (проследите, чтобы нижний конец бюретки не содержал воздушного пузырька).

В коническую колбу объемом 250 мл мерным цилиндром внесите 100 мл воды, добавьте 3-4 капли индикатора метилового оранжевого (метилоранж).

На подставку штатива с бюреткой поместите лист белой бумаги, чтобы удобнее было наблюдать изменение цвета. Постепенно, по каплям, добавляйте в колбу с водой соляную кислоту из бюретки (при этом содержимое колбы постоянно перемешивайте) до перехода окраски из желтой в оранжевую. Отметьте по бюретке объем HCl, пошедший на титрование. Титрование повторите 2-3 раза. Результаты занесите в таблицу.

№ опыта	Объем пробы воды V_{H_2O} , мл	Объем раствора HCl, израсходованного на титрование, мл	Среднее значение объема раствора соляной кислоты V_K , мл
1	100		
2			
3			

Вычислите временную жесткость по формуле:

$$Ж_{\text{врем}} = \frac{C_{H(K)} \cdot V_K \cdot 1000}{V_{H_2O}}, \text{ } ^\circ\text{Ж},$$

где $C_{H(K)}$ – нормальная концентрация кислоты;

V_K – среднее значение объема раствора соляной кислоты, прошедшего на титрование;

V_{H_2O} – объём пробы воды.

4. Определение постоянной жесткости воды

Вычислите постоянную жесткость по формуле:

$$Ж_{\text{пост}} = Ж_{\text{общ}} - Ж_{\text{врем}}.$$

5. Определение класса и интенсивности запаха воды

Запах – показатель качества воды, определяемый органолептическим методом с помощью обоняния. На запах воды оказывают влияние состав растворенных веществ, температура, значения рН и целый ряд прочих факторов. Запах определяют по двум показателям: характеру запаха (класс) и его интенсивности.

По характеру запаха делят на две группы:

- естественного происхождения (живущие и отмершие в воде организмы, загнивающие растительные остатки и др.);
- искусственного происхождения (примеси промышленных и сельскохозяйственных сточных вод).

Запахи первой группы классифицируют согласно табл. 2.

Таблица 2

Определение класса запаха

Класс	Характер запаха	Примерный род запаха
А	Ароматический	Огуречный, цветочный и т.д.
Б	Болотный	Илистый
Г	Гнилостный	Фекальный, сточный
Д	Древесный	Запах мокрой щепы, древесной коры
З	Землистый	Запах прелый, свежевспаханной земли, глинистый
П	Плесневелый	Затхлый запах
Р	Рыбный	Запах рыбьего жира, рыбы
С	Сероводородный	Запах тухлых яиц
Т	Травяной	Запах скошенной травы
Н	Неопределенный	Запах естественного происхождения, не подходящий под представленные определения

Запахи второй группы называют по определяющим запах веществам: хлорный, бензиновый и т.д.

Интенсивность запаха воды определяют экспертным путем и измеряют в баллах согласно табл. 3.

Таблица 3

Определение интенсивности запаха

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

В качестве выводов по работе оформите таблицу с результатами анализа воды.

№ п/п	Показатели	Значение
1	<i>Жёсткость воды, °Ж:</i> общая временная постоянная	
2	<i>pH</i>	
3	<i>Запах:</i> класс интенсивность, баллы	

Лабораторная работа №2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ПРИРОДНЫХ ВОД

Цель работы: освоение метода определения стабильности природных вод.

Содержание работы: определение стабильности воды по величине pH.

Одним из технологических показателей природных вод является стабильность. *Стабильностью воды* называется способность ее при длительном хранении и транспортировке по трубопроводам сохранять постоянный состав. Стабильная вода не выделяет и не растворяет карбонат кальция CaCO_3 .

Количественной характеристикой стабильности воды является показатель стабильности C_T , который может быть рассчитан по формуле:

$$C_T = \frac{pH_{исх}}{pH_{нас}}, \text{ мг/л,}$$

где $pH_{исх}$ – водородный показатель исследуемой воды;

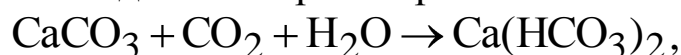
$pH_{нас}$ – водородный показатель исследуемой воды, насыщенной CaCO_3 .

В зависимости от величины стабильности вода называется агрессивной, стабильной или нестабильной.

Таблица 4

Вода	Показатель стабильности C_T
Агрессивная	$C_T < 1$
Стабильная	$C_T = 1$
Нестабильная	$C_T > 1$

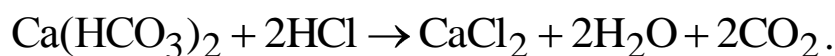
В агрессивной воде может растворяться известняк:



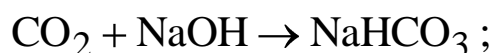
что приводит к возрастанию жёсткости воды. Кроме того, избыточная (агрессивная) уголекислота вызывает коррозию металлических, бетонных и железобетонных сооружений.

В нестабильной воде возможно самопроизвольное выделение карбоната кальция. Отложение карбоната кальция из нестабильной воды вызывает забивание трубопроводов, а впоследствии и уголекислотной коррозии бетонов и электрохимической коррозии стали при неравномерной аэрации.

Стабилизация воды, хотя и не является очисткой, производится с целью улучшения ее качества. Нестабильную воду подкисляют сильными кислотами:



Агрессивную воду обрабатывают едким натром (гидроксидом натрия) или карбонатными солями для удаления избыточной уголекислоты:



Ход выполнения работы

Измерьте pH исследуемой воды с помощью иономера И-130 (правила работы описаны на с. 6).

Налейте в коническую колбу объемом 250 мл 50-100 мл исследуемой воды и всыпьте в нее несколько граммов карбоната кальция. Перемешивайте в течение 25-30 минут, затем отфильтруйте оставшийся осадок. Измерьте pH полученного насыщенного раствора, рассчитайте показатель стабильности по вышеуказанной формуле и сделайте вывод о стабильности воды по табл.4.

Лабораторная работа № 3

АНАЛИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Цель работы: ознакомление с методами анализа сточных вод отделочных предприятий текстильной промышленности.

Содержание работы: анализ сточных вод по следующим показателям:

- цвет (спектрофотометрическим методом);
- запах и степень разбавления (органолептическим методом);
- рН (на иономере И-130);
- концентрация взвешенных веществ (гравитационным методом).

Ход выполнения работы

1. Определение цвета сточной воды

Перед работой мутную воду, содержащую взвешенные вещества, отфильтруйте. Цвет сточной воды определяют измерением ее оптической плотности на фотоколориметре ФЭК-56М (описание прибора дано в конце работы) при различных длинах волн проходящего света (различных светофильтрах). Измерения оптической плотности проводите для каждого из девяти светофильтров. Полученные данные запишите в таблицу, в соответствии с которой постройте спектральную кривую в координатах $A - \lambda$.

Номер светофильтра	Длина волны λ , нм	Оптическая плотность A	Визуальная оценка цвета
1	315		
2	364		
3	400		
4	434		
5	490		
6	540		
7	582		
8	597		
9	630		

Длина волны света, максимально поглощенного исследуемой водой, является характеристикой ее цвета. Величина оптической плотности при этой длине волны является мерой интенсивности ее окраски.

Вместе со спектрофотометрическим определением дайте и визуальную характеристику цвета (например, светло-зеленый, темно-синий и т. д.).

2. Определение степени разбавления воды

По правилам сброса сточных вод в водоемы необходимо, чтобы вода после сброса не имела видимой окраски при толщине слоя 10 см. Поэтому определяют степень разбавления сточной воды, при которой цвет ее при указанной толщине слоя перестает различаться.

Определение степени разбавления проводят следующим образом. На лист белой бумаги поместите три цилиндра. В первый налейте исследуемую сточную воду (высота слоя 10 см), во второй – разбавленную сточную воду, в третий – такое же количество дистиллированной воды. Разбавление проводите до тех пор (1:1, 1:2, 1:3 и т.д.), пока при просматривании сверху через воду во втором и третьем цилиндре бумага не будет выглядеть одинаково белой.

3. Определение запаха воды

Запах определяют органолептическим методом. При этом необходимо указать две его характеристики: класс и интенсивность, пользуясь табл. 2 и 3, приведенными в работе №1 на с. 10.

4. Определение содержания взвешенных веществ

Промышленные сточные воды, как правило, содержат значительное количество малорастворимых и нерастворимых примесей (взвешенных веществ). Их содержание определяют методом фильтрования, например, через беззольные бумажные фильтры. Для этого фильтр средней плотности (белая лента) поместите предварительно в бюкс и высушите с открытой крышкой в сушильном шкафу в течение 2 часов при температуре 105°C. Затем охладите в эксикаторе 0,5 часа и, закрыв крышкой, взвесьте на аналитических весах. Через подготовленный фильтр пропустите 100 мл анализируемой сточной воды. Фильтр снова поместите в бюкс и высушите в течение 2 часов при 105°C, охладите в эксикаторе 0,5 часа и, закрыв бюкс крышкой, снова взвесьте. Содержание взвешенных веществ вычислите по формуле:

$$C = \frac{a - b}{V},$$

где C – концентрация взвешенных веществ, мг/л;

a – масса бюкса с фильтром и осадком, мг;

b – масса бюкса с фильтром без осадка, мг;

V – объем отфильтрованной анализируемой сточной воды, л.

5. Определение рН воды

Измерение проводят на иономере И-130 (правила работы описаны на с. 6). Сделайте вывод о характере среды по табл. 1 на с. 7.

Сравните полученные результаты с нормативными показателями ($pH=6,5-9,0$) и сделайте вывод о соответствии или несоответствии их предъявляемым требованиям.

В качестве выводов по работе оформите таблицу с результатами анализа воды.

№	Показатели	Значение
1.	Цвет: длина волны, нм оптическая плотность визуальная характеристика	
2.	Степень разбавления	
3.	Запах: с указанием класса и интенсивности	
4.	Взвешенные вещества, мг/л	
5.	pH	

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ НА ФОТОЭЛЕКТРОКОЛОРИМЕТРЕ ФЭК-56 М

1. Включите прибор и блок питания.

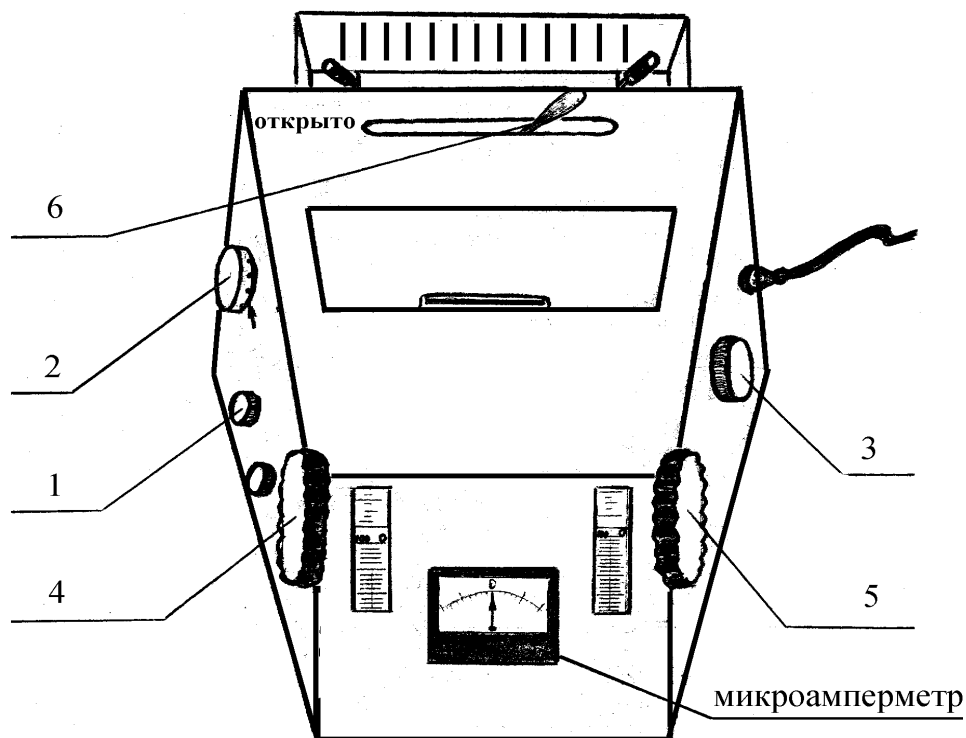


Рис.1. Фотоэлектроколориметр ФЭК-56М

2. Установите "Электрический нуль" прибора при закрытой шторке рукояткой "Нуль" (рукоятка 1 на левой стороне прибора).

3. Установите нужный светофильтр рукояткой 2. При смене светофильтра работу можно начинать не раньше чем через одну минуту.

4. В правую часть поместите кювету с рабочим раствором и кювету с контрольным раствором. В левую часть на все время измерения поместите кювету с контрольным раствором, содержащим те же компоненты, что и рабочий, за исключением определяемого вещества.

5. Поместите кювету с рабочим раствором рукояткой 3 на правой стороне прибора в правый световой пучок.

6. Установите начало отсчета по шкале. Для этого установите показания барабанов отсчетной диафрагмы рукояткой 4 на левой стороне прибора и рукояткой 5 на правой стороне прибора на отметку "0" (красная шкала).

7. Откройте шторку (рукояткой 6 переместить её в положение "Открыто"), при этом стрелка микроамперметра будет отклоняться от нулевого положения. Вращая барабан 4, установите стрелку микроамперметра на "0".

8. Кювету с рабочим раствором в правом плече рукояткой 3 замените такой же кюветой, но с контрольным раствором, при этом происходит смещение стрелки микроамперметра. Вращением измерительного барабана 5 добейтесь первоначального нулевого положения стрелки.

9. Отсчитайте по красной шкале правого барабана величину оптической плотности раствора. Для исключения случайных ошибок, иногда возникающих в процессе измерения, рекомендуется не ограничиваться одним измерением.

Лабораторная работа № 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ В ВОДЕ ИОНОВ МЕТАЛЛОВ И НЕМЕТАЛЛОВ

Цель работы: ознакомление с методами определения содержания примесей в воде различного происхождения.

Содержание работы: оценка содержания хрома (III) и (VI), Fe^{2+} , Fe^{3+} , SO_4^{2-} , Cl^- в сточных водах.

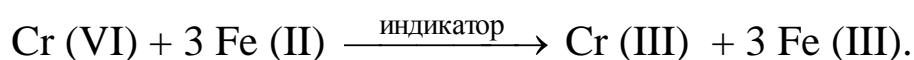
I. Определение содержания хрома (III) и (VI) в сточных водах

В ряде производств образуются сточные воды, содержащие ионы хрома (III) или хрома (VI): в гальванических цехах машиностроительных, автомобильных, авиационных заводов и т.п., а также в

красильных цехах текстильных предприятий и на кожевенных заводах, где проводится хромовое дубление, на химических заводах, выпускающих хромпик, хромовые квасцы и пр.

1. Определение хрома (III) и (VI) при совместном присутствии

Метод пригоден при определении хрома с концентрациями его в воде 0,5 – 1 г/л. Метод основан на предварительном окислении в кислой среде ионов Cr (III) до Cr(VI) персульфатом аммония при нагревании с последующим количественным восстановлением всего хрома (VI) до хрома (III) титрованием раствором соли Мора в присутствии в качестве индикатора N-фенилантраниловой кислоты:



Ход выполнения работы

В коническую колбу ёмкостью 500 мл поместите 5 – 50 мл анализируемой воды (в зависимости от содержания в ней хрома), пробу разбавьте дистиллированной водой до 300 мл, прибавьте 15 мл разбавленной 1:3 серной кислоты, 3 мл разбавленной 1:1 азотной кислоты, 0,2 мл 2,5%-ного раствора нитрата серебра, внесите 0,5 г персульфата аммония, нагрейте смесь до кипения и прокипятите 10 мин.

Весь трехвалентный хром, находящийся в анализируемой воде, переходит в шестивалентный, и раствор принимает желтую окраску. Раствор охладите до комнатной температуры, прилейте к нему 10 капель N-фенилантраниловой кислоты и титруйте раствором соли железа (II) до перехода окраски индикатора с красной до зелёной.

Содержание хрома (X) вычислите по формуле:

$$X = \frac{a \cdot 1,73 \cdot 1000}{V}, \text{ мг/л,}$$

где a – объем 0,1 н раствора соли железа (II), израсходованного на титрование, мл;

V – объем анализируемой сточной воды, мл;

1,73 – число мг хрома, эквивалентное 1 мл 0,1н раствора соли железа (II).

2. Определение содержания Cr(VI)

Определение проводят так же, как и определение общего содержания, но без предварительного окисления хрома персульфатом аммония.

По разности между результатами обоих определений вычислите содержание трехвалентного хрома в исследуемой сточной воде и сравните его со значением ПДК (табл. П1).

II. Определение общего содержания железа в воде

Общее содержание железа определяют фотометрическим методом, основанным на образовании в слабощелочной среде окрашенных в желтый цвет комплексных соединений железа с сульфосалицилатом натрия.

В колбу объемом 50 мл внесите 20 мл анализируемой воды, 10 мл насыщенного раствора сульфосалицилата натрия и 10 мл разбавленного (~10%-ного) раствора аммиака. После тщательного перемешивания смеси измерьте ее оптическую плотность с помощью фотоэлектроколориметра ФЭК-56М в кювете с толщиной слоя 50 мм при $\lambda = 420-430$ нм. Правила работы на фотоэлектроколориметре приведены на с.15.

Содержание железа найдите по калибровочному графику (рис.2), для построения которого используют стандартные растворы железоаммонийных квасцов $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$, подкисленный серной кислотой. Полученный результат сравните со значением ПДК (см. табл. П1).

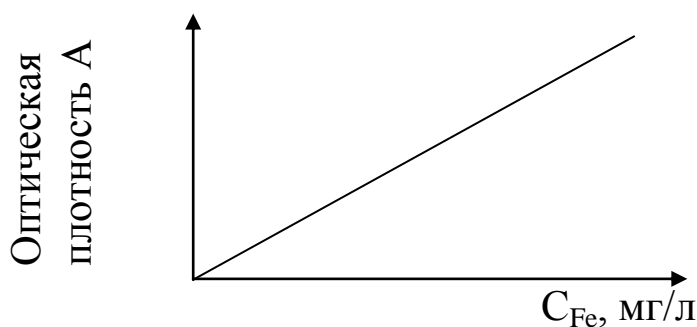


Рис.2. Калибровочный график

III. Определение содержания SO_4^{2-}

1. Полуколичественное определение

В чистую пробирку налейте 2 мл анализируемой воды, прибавьте 8 мл дистиллированной воды, 2 капли HCl (1:1), перемешайте и после этого внесите 10 капель 10%-ного раствора хлорида бария. Снова перемешайте и сравните осадок со шкалой, состоящей из осадков, полученных из растворов с заданной концентрацией.

Для приготовления этой шкалы возьмите три чистые пробирки, в первую прилейте 1 мл эталонного раствора с содержанием SO_4^{2-} 1 мг/мл (K_2SO_4 – 1,814 г/л) и 9 мл воды, в другую – 5 мл этого раствора и 5 мл воды и в третью – 10 мл только эталонного раствора, во все пробирки внесите по 2 капли HCl (1:1), перемешайте и прилейте по 10 капель 10%-ного раствора хлорида бария, снова перемешайте. Содержание сульфат-ионов в пробирках составит соответственно 0,1, 0,5 и 1 мг/мл.

2. Количественное определение весовым методом (для УИРС)

В химический стакан отберите 5-50 мл анализируемой воды, подкислите ее HCl по метиловому красному до явно кислой реакции и нагрейте до кипения.

При нагревании подкисленного раствора может выпадать небольшой хлопьевидный осадок коллоидов, который отфильтровывают через фильтр «синяя лента», промывают горячей дистиллированной водой, подкисленной HCl. Затем приступают к осаждению сульфат-ионов.

Для этого в горячий раствор прибавьте 3-5 капель 1%-ного раствора пикриновой кислоты, после чего при постоянном помешивании прилейте 5-10 мл нагретого до кипения 10%-ного раствора хлорида бария. Прокипятите раствор 3-5 мин, закройте стеклом и оставьте стоять на горячей бане 30-60 минут. Попробуйте полноту осаждения и отфильтруйте осадок, предварительно промытый 2-3 раза кипящей дистиллированной водой, через беззольный фильтр «синяя лента». Затем промойте осадок холодной дистиллированной водой, подкисленной соляной кислотой, подсушите и прокалите.

Вычислите содержание сульфат-ионов в вытяжке по формуле:

$$m_{\text{SO}_4^{2-}} = \frac{0,411 \cdot a \cdot 1000}{V}, \text{ мг/л,}$$

где $m_{\text{SO}_4^{2-}}$ – содержание сульфат-ионов в воде;

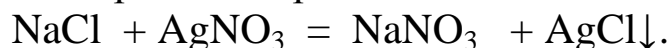
V – объём анализируемой воды, л;

a – вес прокаленного осадка, г;

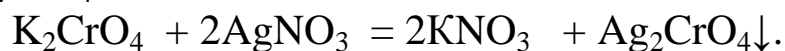
0,411 – коэффициент пересчета массы BaSO₄ на SO₄²⁻-ион.

IV. Определение содержания хлорид-ионов в воде

Определение содержания хлоридов проводят аргентометрическим методом. К 25 мл анализируемой воды прибавьте 1 мл 10%-ного раствора хромата калия и титруйте 0,02 н раствором AgNO₃ до появления оранжево-красной окраски. Реакция идет по уравнению:



Когда весь хлор связывается серебром, последнее вступает в реакцию с K₂CrO₄:



Конец титрования определите по образованию красноватого осадка Ag₂CrO₄.

Содержание хлора вычислите по формуле:

$$C_{\text{Cl}^-} = \frac{V_1 \cdot C_{\text{H}} \cdot 35,5 \cdot 1000}{V_2}, \text{ мг/л,}$$

где V_1 – объем раствора AgNO_3 , затраченного на титрование, мл;
 C_{H} – нормальная концентрация раствора AgNO_3 ;
 V_2 – объем воды, взятой для анализа, мл.

Лабораторная работа №5 ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ КРАСИТЕЛЕЙ

Цель работы:

- ознакомление с возможностями электрохимического метода очистки сточных вод от красителей;
- изучение эффективности очистки данным методом стоков от красителей различных классов.

Содержание работы: экспериментальное определение степени очистки сточных вод от красителя данного класса при заданных режимах обработки.

Перед началом работы ознакомьтесь со схемой экспериментальной установки (рис. 3).

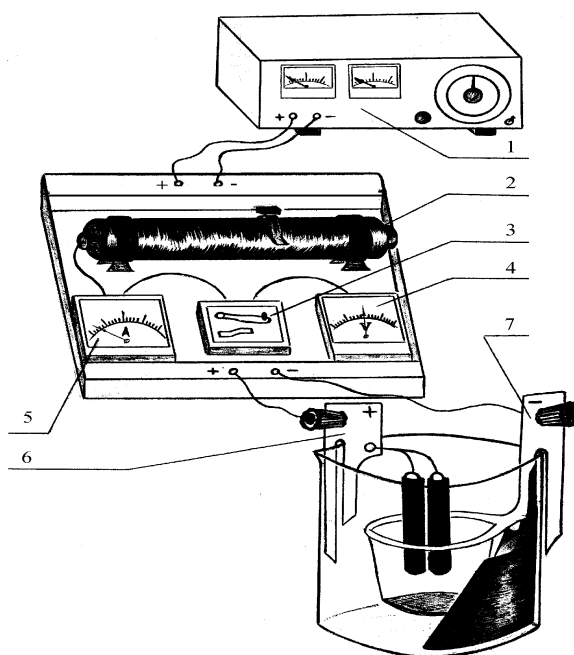


Рис. 3. Установка для электрохимической очистки сточных вод текстильных предприятий: 1 – источник тока; 2 – реостат; 3 – размыкающий цепь ключ; 4 – вольтметр; 5 – амперметр; 6 – анод; 7 – катод

Ячейка с рабочими электродами должна размещаться в вытяжном шкафу, т. к. в процессе работы происходит выделение токсичных и пожароопасных газов хлора, водорода. Собирая схему установки, подключать и отключать электролитическую ячейку следует при выключенном источнике тока.

Ознакомьтесь также и с работой фотоэлектроколориметра КФК-2МП (рис.4), с помощью которого будете оценивать изменение интенсивности окраски воды в процессе её очистки.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ НА КОЛОРИМЕТРЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОМ КОНЦЕНТРАЦИОННОМ КФК-2МП

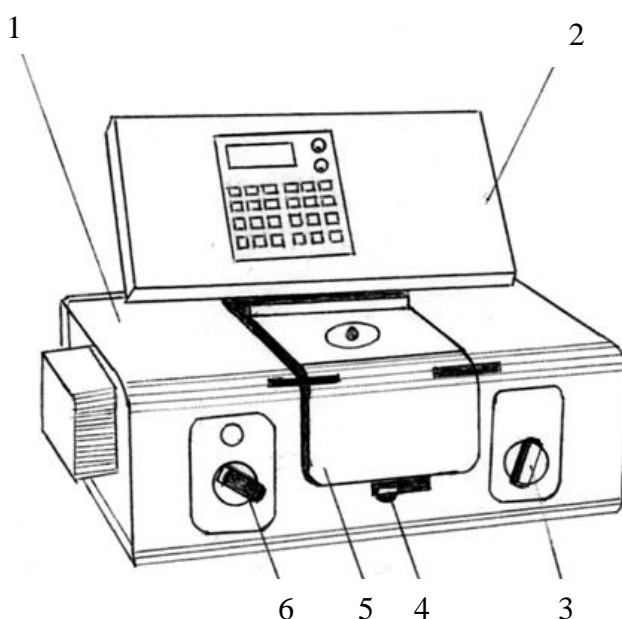


Рис. 4. Колориметр фотоэлектрический концентрационный КФК-2МП

Колориметр состоит из колориметрического блока 1, вычислительного блока 2 и блока питания (см. рис. 4). Переключение фотоприемников осуществляется с помощью ручки 3. Кюветы с растворителем или контрольным раствором устанавливаются в кюветодержатель и помещаются в кюветное отделение. Ввод в световой пучок одной или другой кюветы осуществляется поворотом ручки 4 до упора влево или вправо (до положения «1» или «2»). В положении «1» в световой пучок вводится кювета с растворителем, в положении «2» – кювета с исследуемым раствором. Кюветное отделение закрывается крышкой 5. При открытой крышке кюветного отделения шторка перекрывает световой пучок.

Порядок выполнения измерений

1. Подсоедините колориметр к сети 220 В и включите тумблер «Сеть». При этом должна загореться сигнальная лампа (на цифровом табло могут появиться различные символы).

2. Нажмите клавишу «Пуск» – на цифровом табло появляется мигающая запятая и горит индикатор «Р». Если запятая не появилась, повторно нажмите клавишу «Пуск».

3. Поворотом ручки 6 (см. рис. 4) введите нужный светофильтр.

4. В кюветное отделение установите кюветы с растворителем и исследуемым раствором. Кювета с растворителем устанавливается в дальнее гнездо кюветодержателя, а кювета с исследуемым раствором – в ближайшее. Жидкость наливается в кювету до отметки на ее боковой стенке.

5. Закройте крышку кюветного отделения, нажмите клавишу «К(1)». На цифровом табло слева от мигающей запятой загорается символ «1».

6. Затем ручку 4 установите в положение «2» (в световой пучок вводится кювета с исследуемым раствором).

7. Нажмите клавишу «Д(5)». На цифровом табло слева от мигающей запятой появляется символ «5», означающий, что произошло измерение оптической плотности. Отсчет на цифровом табло справа от мигающей запятой соответствует оптической плотности исследуемого раствора.

Ход выполнения работы

Исследуемый окрашенный раствор залейте в электрохимическую ячейку экспериментальной установки, установите по миллиамперметру заданную величину силы тока и следите визуально за изменением интенсивности окрашивания раствора красителя в ячейке, за скоростью выделения газов (при бурном выделении газа уменьшите силу тока).

По истечении заданного интервала времени отберите из электролизной ячейки небольшое количество раствора (5-10 мл), профильтруйте и проведите измерение его оптической плотности. Продолжайте процесс электролиза в течение заданного времени, периодически повторяя отбор проб и измерения оптической плотности раствора.

Снижение оптической плотности раствора свидетельствует о его обесцвечивании, т.е. об очистке воды. Однако более информативным показателем эффективности очистки является снижение концентрации красителя в растворе. Чтобы перейти от значений оптической плотности раствора к концентрации в нём красителя, по-

стройте калибровочную прямую (рис. 5). Для этого измерьте оптические плотности (А) специально приготовленных растворов с известными концентрациями красителя. Полученные значения А отложите по вертикальной оси, а значения соответствующих концентраций – по горизонтальной оси С, г/л.

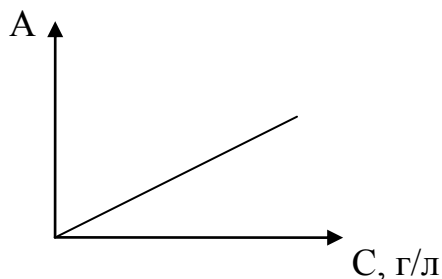


Рис. 5. Пример калибровочной прямой

Постройте график зависимости концентрации красителя (С, г/л) от времени очистки (τ, мин.), пример которого приведён на рис. 6.

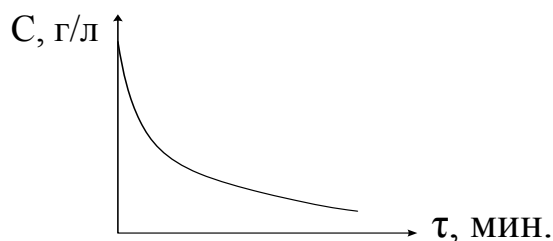


Рис. 6. Пример графика зависимости концентрации красителя от времени очистки

Достигнутую степень очистки (α) рассчитайте по формуле:

$$\alpha = \frac{C_{\text{H}} - C_{\text{K}}}{C_{\text{H}}} \cdot 100, \%$$

где C_{H} – начальная концентрация красителя в растворе (до очистки);
 C_{K} – конечная концентрация красителя в растворе (после очистки).

Результат эксперимента представьте в виде таблицы.

Название красителя с указанием добавок	Сила тока I, А	Продолжительность электролиза τ, мин.	Оптическая плотность А	Концентрация красителя в растворе С, г/л	Степень очистки, %

Лабораторная работа №6

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ ГРАВИТАЦИОННЫМ МЕТОДОМ

Цель работы: освоение метода очистки сточных вод от взвешенных веществ гравитационным методом.

Содержание работы:

- определение концентрации взвешенных веществ в сточной воде;
- определение эффективности гравитационного метода очистки сточных вод.

Ход выполнения работы

Очистка сточных вод от взвешенных веществ основана на их осаждении под действием сил гравитации в специальных сооружениях – отстойниках. Эффективность очистки обычно составляет 40-60%, а время отстаивания 1-1,5 часа. Основными данными для расчета отстойников являются концентрация взвешенных частиц в сточной воде и требуемая степень очистки.

1. Определение концентрации взвешенных веществ в сточной воде

Проведение анализа требует специально подготовленного фильтра. Для этого бумажный фильтр поместите в бюкс и высушите в сушильном шкафу при температуре 105°С в течение 30 минут. Охладите до комнатной температуры и взвесьте на аналитических весах вместе с бюксом.

Полученный образец сточной воды тщательно перемешайте и с помощью мерного цилиндра отберите для анализа 100 мл. Профильтруйте отобранную воду через подготовленный фильтр. Фильтр поместите в бюкс, высушите при температуре 105°С в сушильном шкафу в течение 1 часа, охладите 0,5 часа в эксикаторе и снова взвесьте на аналитических весах.

Концентрацию взвешенных веществ (С) определите по формуле:

$$C = \frac{(a - b) \cdot 1000}{V}, \text{ мг/л,}$$

где а – масса бюкса с фильтром и осадком, мг;

б – масса бюкса с фильтром без осадка, мг;

V – объем отфильтрованной анализируемой сточной воды, мл.

2. Определение эффективности процесса очистки воды от взвешенных веществ гравитационным методом

Образец сточной воды перемешайте, разлейте по мерным цилиндрам (6 шт.) ёмкостью 100 мл и отметьте время начала опыта по секундомеру. Через 10 мин. из первого цилиндра осторожно (не перемешивая) отлейте 60 мл в мерный стакан и определите в нем концентрацию взвешенных веществ по п. 1. Через следующие 10 мин. опыт повторите со вторым цилиндром, затем с третьим и т.д., таким образом будет определена концентрация взвешенных частиц в верхнем слое воды после её отстаивания в течение 10, 20, 30, 40, 50 и 60 мин.

Эффективность осаждения взвешенных частиц (Ξ) в каждом цилиндре определите по формуле:

$$\Xi = \frac{C_0 - C_n}{C_0} \cdot 100, \%$$

где C_0 – концентрация взвешенных частиц в анализируемой воде до отстаивания, мг/л;

C_n – концентрация взвешенных частиц в анализируемой воде после отстаивания (n – номер цилиндра), мг/л.

Полученные данные занесите в таблицу.

№ пробы	Время отстаивания τ_n , мин.	Концентрация взвешенных частиц C_n , мг/л	Эффективность очистки Ξ , %

Постройте график зависимости эффективности очистки от времени отстаивания (рис.7).

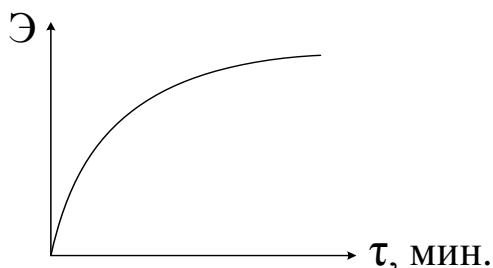


Рис. 7. Зависимость эффективности очистки от времени отстаивания

ТЕМА 2. АНАЛИЗ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

К основным антропогенным источникам загрязнения атмосферы относятся предприятия промышленности, особенно химической, металлургической; тепловые электростанции, выделяющие диоксид углерода – «главный» парниковый газ, а также ядовитые оксиды азота и серы, сажу; автомобильный транспорт, загрязняющий атмосферу угарным газом, свинцом, оксидами азота, летучими органическими веществами и сажей.

Влияние загрязнения атмосферы на человека не ограничивается исключительно прямым воздействием содержащихся в воздухе примесей на работу организма. Хотя, безусловно, это крайне важный аспект. Так, присутствие во вдыхаемом воздухе оксида двухвалентного углерода (угарного газа) препятствует поступлению кислорода в кровь, что приводит к смерти человека. Соли тяжелых металлов, присутствующие в выхлопных газах автомобилей, вызывают умственные расстройства. Мелкодисперсная пыль, частички сажи, образующиеся при неполном сгорании топлива, обладают канцерогенным действием. Однако не менее важен и тот факт, что загрязнение атмосферы грозит изменением климата Земли. За последние 200 лет концентрация диоксида углерода выросла почти на 30%. Тем не менее человечество продолжает активно сжигать ископаемое топливо и уничтожать леса. Процесс настолько масштабен, что приводит к глобальным экологическим проблемам. Накопление парниковых газов препятствует нормальному теплообмену между Землей и космосом, сдерживает тепло, накапливаемое в результате хозяйственной деятельности и природных процессов. Дальнейшее накопление углекислого газа в верхних слоях атмосферы приведет к таянию ледников и подъему уровня Мирового океана. Смещение климатических зон вызовет катастрофические наводнения, засухи и пыльные бури.

Решение проблемы загрязнения воздуха требует согласованных действий на самых разных уровнях. На уровне правительств и международных организаций принимаются различные документы, обязывающие участников экономической деятельности сокращать вредные выбросы. На уровне конкретных источников вредных выбросов должны предприниматься меры по предотвращению или хотя бы снижению загрязнения воздуха. К таким мерам относится очистка воздуха от пыли, аэрозолей и газов. Наиболее действенные методы здесь – это инерционное («циклоны») или механическое (филтра-

ция) пылеулавливание, адсорбция газообразных загрязнений, дожигание продуктов сгорания.

Нижеприведённые лабораторные работы знакомят студентов с методами анализа воздуха, содержащего такие распространённые и опасные загрязнения, как пыль, формальдегид, аммиак, пары уксусной кислоты, аэрозоли щёлочи.

Для отбора проб воздуха в работах используется аспирационный способ, при котором вещества в газо- и парообразном состоянии поглощаются из воздуха в жидкие поглотительные среды или на твердые сорбенты (фильтры). При отборе в поглотительные растворы анализируемые вещества растворяются в них, иногда вступая при этом в химические реакции. В качестве побудителя прохождения газа через поглотители применяют электроаспираторы.

Ниже представлена схема установки для отбора проб воздуха из камеры, имитирующей атмосферу производственного цеха (рис. 8).

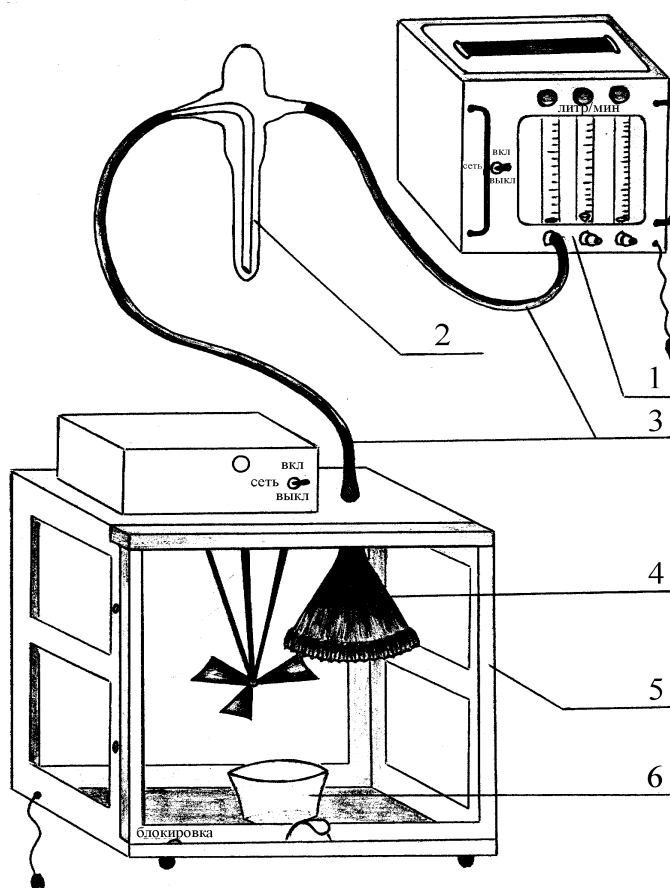


Рис. 8. Установка для отбора проб загрязненного воздуха:
1-аспиратор; 2-поглотительный прибор (сосуд) Зайцева;
3-соединительные шланги; 4-алонж; 5-экспериментальная камера;
6-емкость с легколетучим компонентом

Вращением ручек вентиляей в верхней части передней панели аспиратора установите необходимую скорость прохождения воздуха. Затем зафиксировать время и отобрать пробу, производя отсчет скорости движения воздуха по верхнему краю поплавков на шкалах.

Объем воздуха (V_b), взятый для анализа, приводят к нормальным условиям по формуле:

$$V_b = \frac{V \cdot 273 \cdot B}{(273 + t) \cdot 760}, \text{л},$$

где t – температура газа в месте отбора пробы, °С;

B – атмосферное давление, мм рт. ст.

Лабораторная работа №7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АММИАКА В ВОЗДУХЕ

Цель работы: ознакомление с методикой определения аммиака в воздушной среде.

Содержание работы: отбор пробы воздуха с примесью аммиака и измерение его содержания фотометрическим методом.

Ход выполнения работы

Измерение содержания аммиака основано на образовании окрашенного в желто-бурый цвет иодида оксидимеркураммония при взаимодействии NH_3 с реактивом Несслера. Определению мешают примеси альдегидов и сероводорода.

Исследуемый газ со скоростью 0,5-1,0 л/мин пропустите через поглотительный прибор (см. рис. 8), содержащий 10 мл 0,01н раствора H_2SO_4 .

Содержимое поглотительного сосуда вылейте в чистый сухой стаканчик. С помощью мерных пипеток перенесите пробы объемом 1 и 5 мл в колориметрические пробирки. Пробу 1 мл доведите до 5 мл 0,01н раствором серной кислоты, прибавьте по 0,5 мл реактива Несслера и встряхните. Через 5 минут с помощью фотоэлектроколориметра измерьте оптическую плотность полученных растворов в кювете с толщиной слоя 10 мм при длине волны 480 нм по сравнению с контрольным раствором, содержащим то же количество реактива Несслера в 0,01н растворе H_2SO_4 . Количество аммиака в анализируемой пробе найдите по калибровочному графику, построенному

по результатам измерения оптической плотности растворов стандартной шкалы, обработанных аналогично пробам.

Расчет концентрации аммиака сделайте по формуле:

$$C = \frac{a \cdot b \cdot 1000}{b_1 \cdot V_b}, \text{ мг/м}^3,$$

где a – количество аммиака, найденное по калибровочному графику в анализируемом объеме пробы, мг;

b – объем пробы в поглотительном сосуде, мл;

b_1 – объем пробы, взятый для анализа, мл;

V_b – объем воздуха (л), взятый для анализа, приведенный к нормальным условиям по формуле на с. 28.

Окончательный результат находят как среднее арифметическое значение полученных величин. Пользуясь табл. П2, выразите найденное значение в единицах ПДК и определите класс опасности загрязнителя. Пользуясь табл. П3, выразите содержание аммиака в воздухе экспериментальной камеры в мг/л, % по объему, ppm ($\text{см}^3/\text{м}^3$) и ppb ($\text{мм}^3/\text{м}^3$).

Лабораторная работа №8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ В ВОЗДУХЕ

Цель работы: ознакомление с методикой определения концентрации уксусной кислоты в диапазоне от 1,5 до 130 мг/м³.

Содержание работы: отбор пробы воздуха с примесью паров уксусной кислоты и измерение ее содержания фотометрическим методом.

Ход выполнения работы

Измерение содержания уксусной кислоты в газоздушных смесях основано на ее взаимодействии с ванадатом аммония NH_4VO_3 с образованием соединения, окрашивающего раствор в желто-зеленый цвет. Определению мешают другие органические и минеральные кислоты.

Исследуемый воздух аспирируйте со скоростью 0,4-0,5 л/мин. через поглотительный сосуд с пористой пластинкой с 5 мл дважды дистиллированной воды. Описание установки для воздухоотбора (см. рис.8) и порядок работы на ней изложены на с. 28.

Содержимое поглотительного сосуда в количестве 4 мл перенесите в пробирку. Добавьте 1 мл 1%-ного раствора ванадата аммония,

перемешайте и через 10 минут измерьте оптическую плотность полученного рабочего раствора в кювете с толщиной слоя 1 см при $\lambda=434$ нм по сравнению с контрольным раствором. Контрольный раствор содержит те же компоненты, что и рабочий, но вместо исследуемого раствора в него вносят равный объем дважды дистиллированной воды. Во избежание случайных ошибок измерения повторяют.

Содержание уксусной кислоты в анализируемой пробе найдите по калибровочному графику, построенному по результатам измерения оптической плотности растворов стандартной шкалы, обработанных аналогично пробам.

Расчет концентрации уксусной кислоты в воздухе экспериментальной камеры сделайте по формуле:

$$C = \frac{a \cdot b}{b_1 \cdot V_b}, \text{ мг/л,}$$

где a – количество уксусной кислоты, найденное по калибровочному графику в анализируемом объеме пробы, мкг;

b – объем пробы в поглотительном сосуде, мл;

b_1 – объем пробы, взятый для анализа, мл;

V_b – объем воздуха (л), взятый для анализа, приведенный к нормальным условиям по формуле на с.28.

Пользуясь табл. ПЗ, выразите содержание уксусной кислоты в воздухе экспериментальной камеры в различных единицах: мг/л, % по объему, ррт и ррб.

Полученный результат сравните с допустимым (см. табл. П2) и сделайте вывод.

Лабораторная работа №9

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АЭРОЗОЛЕЙ ЩЕЛОЧЕЙ В ВОЗДУХЕ

Цель работы: освоение методики определения концентрации щелочи в воздушной среде в диапазоне от 0,5 до 15 мг/м³.

Содержание работы: отбор пробы воздуха, содержащего аэрозоль NaOH, и определение его концентрации фотометрическим методом.

Ход выполнения работы

Определение основано на цветной реакции гидроксид-ионов со смешанным кислотно-основным индикатором*. Анализ мешают аммиак и кислоты.

Ознакомьтесь с устройством установки для воздухоотбора (см. рис. 8). В данной работе вместо поглотительного прибора используется твердый сорбент – фильтр.

Возьмите упаковочный лист с фильтрами АФА-ВП, аккуратно по внутреннему периметру сварного шва надрежьте верхнюю пленку на ячейках с фильтрующими элементами и защитными кольцами. С помощью пинцета выньте из ячейки пачку фильтрующих элементов, отделите от нее два фильтра с бумажными прокладками. Оставшуюся пачку вложите обратно в ячейку. Действуя аналогично, выньте из ячейки упаковочного листа один комплект защитных колец. Отделите пинцетом бумажные прокладки и вложите освобожденные от них фильтры в раскрытые защитные кольца. Вставьте собранный комплект в фильтродержатель (алонж) установки для отбора проб.

Включите электроаспиратор и прокачайте через фильтры воздух экспериментальной камеры с объемным расходом 5 л/мин в течение 4-5 мин.

Выньте пинцетом фильтрующий комплект из алонжа за выступы защитных колец и осторожно, не встряхивая, перенесите в стеклянный стакан на 50 мл. Добавьте 2 капли этилового спирта для смачивания фильтра и дважды обработайте по 5 мл горячей свежевскипяченной (не содержащей CO_2) дистиллированной водой. При необходимости раствор пробы отфильтруйте через беззольный фильтр и дайте раствору остыть.

Охлажденный раствор пробы доведите водой до объема 10 мл и с помощью мерных пипеток отберите в отдельные пробирки 1 мл и 5 мл раствора. Доведите водой общий объем рабочего раствора с пробой 1 мл до 5 мл, добавьте в каждую из пробирок по 0,2 мл смешанного индикатора, тщательно перемешайте и выдержите 20 минут. Измерьте оптическую плотность каждого из рабочих растворов в кювете с толщиной слоя 1 см при длине волны 580 нм, сравнивая с

* Кислотно-основной индикатор готовится путем растворения в 70 мл 96%-ного этилового спирта 0,08 г метилового красного, 0,4 г бромтимолового синего, 0,5 г фенолфталеина, 0,1 г ализаринового желтого и доведения объема полученного раствора до 100 мл свежевскипяченной и охлажденной дистиллированной водой.

контрольным раствором, приготовленным аналогично рабочему, с заменой щелочной пробы на 5 мл дистиллированной воды.

Оцените содержание гидроксида натрия в рабочих растворах по калибровочному графику. Рассчитайте концентрацию щелочных аэрозолей в воздухе экспериментальной камеры по формуле:

$$C = \frac{a \cdot b \cdot 1000}{b_1 \cdot V_b}, \text{ мг/м}^3,$$

где a – содержание щелочи в анализируемом растворе пробы, найденное по калибровочному графику, мг;

b – общий объем раствора пробы (10 мл);

b_1 – объем раствора пробы, взятый для анализа (соответственно 1 и 5 мл);

V_b – объем воздуха (л), взятый для анализа, приведенный к нормальным условиям по формуле на с.28.

Окончательный результат находят как среднее арифметическое значение двух полученных величин.

Пользуясь табл. П2, выразите полученный результат в единицах ПДК и определите класс опасности загрязнителя. Пользуясь табл. П3, выразите содержание аэрозолей едких щелочей в воздухе экспериментальной камеры в различных единицах: мг/л, % по объему, ppm и ppb.

Лабораторная работа №10

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАПЫЛЕННОСТИ ВОЗДУХА В ЦЕХАХ

Цель работы: освоение методики количественного измерения содержания пыли в производственных помещениях.

Содержание работы: отбор проб запыленного воздуха и определение содержания пыли гравиметрическим методом.

Ход выполнения работы

Ознакомьтесь с установкой для отбора проб загрязненного воздуха из экспериментальной камеры (см. рис. 8). В настоящей работе роль поглотителя пыли выполняет фильтр АФА-ВП, заменяющий прибор с поглотительным раствором.

Выньте из аккуратно надрезанной ячейки упаковочного листа один фильтрующий элемент и взвесьте его на аналитических весах. При взвешивании необходимо следить, чтобы фильтрующий элемент находился в центре чашки весов. Вложите взвешенный элемент в предварительно раскрытые защитные кольца и вставьте подготов-

ленный фильтр в алонж (фильтродержатель), находящийся в верхней части экспериментальной камеры.

Поместите в нижнюю часть емкости образец пыли и включите вентилятор на 1 минуту. Затем включите электроаспиратор и прокачайте через фильтр воздух со скоростью 5 л/мин. в течение 2-10 минут. Выньте из алонжа фильтр, аккуратно сложите его вчетверо так, чтобы поверхность, обращенная внутрь камеры, с уловленным слоем пыли оказалась защищенной. Поместите фильтр в бюкс и перенесите к аналитическим весам. Взвесьте фильтр, предварительно освободив его от защитных колец.

Вычислите содержание пыли в воздухе экспериментальной камеры по формуле:

$$C = \frac{a - b}{V_b}, \text{ мг/л,}$$

где a – масса фильтра после взятия пробы, мг;

b – масса чистого фильтра, мг;

V_b – объем воздуха (л), приведенный к нормальным условиям по формуле на с.27.

Пользуясь табл. П2, выразите результат в единицах ПДК и определите класс опасности исследуемого вида пыли.

Лабораторная работа №11

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ФОРМАЛЬДЕГИДА В ВОЗДУХЕ

Цель работы: освоить методику измерения содержания примеси формальдегида в атмосфере.

Содержание работы: отбор проб загрязненного воздуха и определение содержания формальдегида фотометрическим методом.

Ход выполнения работы

Методика определения основана на реакции взаимодействия формальдегида с ацетилацетоном в присутствии ацетата аммония с образованием окрашенного в желтый цвет продукта конденсации.

Диапазон измеряемых концентраций формальдегида в воздухе $0,125 \div 3,0$ мг/м³.

Установка для воздухоотбора (см. рис. 8) описана на с. 28. Воздух экспериментальной камеры с примесью формальдегида аспирируйте

через поглотительный сосуд, содержащий 5 мл поглотительного раствора*. Скорость аспирирования 0,6-0,8 л/мин., время – 10 мин.

Пробу из поглотительного прибора перенесите в чистую сухую пробирку, плотно закройте пробкой и выдержите 10 минут в кипящей водяной бане. Охладите и измерьте оптическую плотность (А) рабочего раствора на фотоэлектроколориметре в области длин волн 400-450 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм по отношению к раствору, приготовленному аналогично рабочему, но не содержащим формальдегида.

Содержание формальдегида в анализируемой пробе найдите по калибровочному графику.

Концентрацию формальдегида в воздухе вычислите по формуле:

$$C = \frac{a \cdot b}{V_b}, \text{ мг/м}^3,$$

где а – концентрация формальдегида в растворе пробы, найденная по калибровочному графику, мкг/мл;

б – объем поглотительного раствора, мл;

V_b – объем воздуха, отобранный для анализа и приведенный к нормальным условиям по формуле на с. 28.

Полученный результат выразите в единицах ПДК (см. табл. П2) и определите класс опасности загрязнителя. По табл. П3 выразите содержание формальдегида в воздухе в мг/л, % по объему, ppm, ppb.

ТЕМА 3. АНАЛИЗ ПОЧВЫ

Почва – колоссальное природное богатство, она обеспечивает человека продуктами питания, животных кормами, а промышленность сырьем.

Почва – это природное образование, которое обладает целым набором специфических свойств. Структура почвы, её состав и плодородный слой формируются в результате сложных биологических процессов на протяжении многих столетий. Её главной характеристикой является плодородие, уровень которого определяет, способна ли почва обеспечить полноценный рост и развитие растений, на ней произрастающих. Существует такое понятие, как естественное плодородие почвы, под которым подразумевается уровень содержания питательных веществ, рыхлость структуры и наличие живых орга-

* Поглотительный раствор готовят следующим образом: равные объемы 0,4%-ного по объему раствора ацетилацетона и 20%-ного раствора ацетата аммония после перемешивания разбавляют водой в соотношении 1:1.

низмов во всех слоях почвы. При правильной эксплуатации почва не только не теряет своих свойств, но и улучшает их, становится более плодородной. Однако ценность почвы определяется не только ее хозяйственной значимостью для сельского, лесного хозяйств и других отраслей экономики, но и незаменимой экологической ролью почвы как важнейшего компонента всех наземных биоценозов и биосферы Земли в целом. Через почвенный покров идут многочисленные экологические связи всех живущих на земле организмов (в том числе и человека) с литосферой, гидросферой и атмосферой. Поэтому охрана почв и их рациональное использование является одной из важнейших задач всего человечества.

Лабораторные работы посвящены изучению структуры почвы, определению её состава и содержания гумуса.

Лабораторная работа №12

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВЫ

Цель работы: ознакомление с классификацией элементов почвы; с классификацией почв по гранулометрическому составу; освоение методики определения гранулометрического состава почвы.

Содержание работы: определение гранулометрического состава почвы одним из следующих методов:

- полевой метод;
- метод отмучивания;
- метод Филатова.

Гранулометрический состав почвы – относительное содержание в почве частиц различного диаметра. Классификация элементов почвы по размеру представлена в табл. 5.

Минералогический, химический состав, физические свойства различных фракций почвы неодинаковы. Камни и гравий – это обломки пород (реже минералы). В группе песка и пыли преобладают первичные минералы – кварц, полевые шпаты, слюда и др. Ил наряду с первичными содержит значительное количество вторичных минералов и гумус. Эта фракция является носителем поглотительной способности почв, в ней сосредоточен основной запас минеральной пищи растений. Коллоидная часть илистой фракции, благодаря агрегирующей способности, является главным цементом почвенной структуры, т.е. эта

фракция имеет большое значение в создании почвенного плодородия. Пылеватые и песчаные фракции поверхностно пассивны.

Таблица 5

Название элементов почвы		Диаметр, мм	
Камни		Более 3	
Гравий		3 – 1	
Песок	Крупный	1 – 0,5	«Физический» песок
	Средний	0,5 – 0,25	
	Мелкий	0,25 – 0,05	
Пыль	Крупная	0,05 – 0,01	«Физическая» глина
	Средняя	0,01 – 0,005	
	Мелкая	0,005 – 0,001	
Ил		Меньше 0,001	

Сумму всех фракций больше 0,01 мм называют «физическим» песком, а меньше 0,01 мм – «физической» глиной. Термин «физический» означает наличие в той или иной фракции свойств песка или глины. Современная классификация почв по гранулометрическому составу основана на соотношении в почве «физического» песка и «физической» глины (табл. 6).

Таблица 6

Название почвы по гранулометрическому составу	Содержание, %	
	«физической» глины	«физического» песка
Песок рыхлый (песчаная)	0 – 5	100 – 95
Песок связный (песчаная)	5 – 10	95 – 90
Супесь (супесчаная)	10 – 20	90 – 80
Суглинок легкий	20 – 30	80 – 70
Суглинок средний	30 – 40	70 – 60
Суглинок тяжелый	40 – 50	60 – 50
Глина легкая (глинистая)	50 – 60	50 – 40
Глина средняя	60 – 80	40 – 20
Глина тяжелая	80 – 100	20 – 0

Определение гранулометрического состава почвы имеет большое значение, т.к. это один из основных агрономических показате-

лей, влияющих на инфильтрацию, аэрацию, водоудерживающую способность почвы и её плодородие.

Ход выполнения работы

Гранулометрический состав можно определить приведенными ниже методами.

Лабораторно-полевой метод

Этот метод основан на различной пластичности почв в зависимости от содержания в них физической глины. Пластичность определяют по способности почвы скатываться в шнур, шар и т. д.

Возьмите небольшое количество почвы, смочите водой и разомните пальцами до консистенции теста. Раскатайте почву ладонями в шнур толщиной до 3 мм и попробуйте свернуть его в колечко диаметром до 3 см. Вид этого шнура (рис.9) и будет показателем гранулометрического состава почвы (песок, супесь, легкий, средний и тяжелый суглинок, глина).







Характер скатывания и гранулометрический состав	Вид образца после раскатывания
Шнур не образуется – <i>песок</i>	
Зачатки шнура – <i>супесь</i>	
Шнур крошится при раскатывании – <i>лёгкий суглинок</i>	
Шнур сплошной, кольцо при свертывании распадается – <i>средний суглинок</i>	
Шнур сплошной, кольцо с трещинами – <i>тяжелый суглинок</i>	
Шнур сплошной, кольцо цельное – <i>глина</i>	

Рис. 9. Определение гранулометрического состава почв полевым методом

Метод отмучивания

Метод основан на различной скорости оседания в воде механических элементов почвы в зависимости от их величины. Крупные частицы опускаются на дно быстрее, чем мелкие. Происходит разделение песка и глины.

Взвесьте на технических весах 10 г воздушно-сухой почвы. Перенесите навеску в стакан (почва должна занять не более 1/4 его объема). Долейте в стакан воды (вода с почвой должна занять 3/4 его объема) и хорошо взболтайте содержимое. Дайте суспензии отстояться в течение 3 мин. При этом крупные частицы (песок) осядут на дно, а мелкие останутся во взвешенном состоянии. Слейте воду со взвешенными в ней глинистыми частицами. Вторично долейте в стакан воду, взболтайте, дайте отстояться в течение 3 мин и слейте глинистую взвесь. Этот прием повторяйте до тех пор, пока вода в стакане не станет прозрачной.

Взвесьте фарфоровую чашку, перенесите в нее из стакана песчаную фракцию (с помощью воды) и дайте отстояться в течение 3 мин. Слейте осторожно из чашки отстоявшуюся воду, а остаток ее удалите высушиванием в сушильном шкафу при температуре 60...80 °С в течение 10...15 мин. Охладите чашку с песком в эксикаторе.

Определите массу песка в пробе по массе чашки с сухим песком и массе пустой чашки. Определите массу глины по массе навески (10 г) и песка. Рассчитайте процентное содержание физической глины и физического песка в почвенном образце.

Пользуясь табл.б, определите название почвы по механическому составу. Результаты работы представьте в виде таблицы.

Масса, г					Глина, %	Песок, %	Гранулометрический состав почвы
навески	фарфоровой чашки без песка	фарфоровой чашки с песком после высушивания	песка в пробе	глины в пробе			

Метод М.М. Филатова

Этот метод основан на определении содержания глины или песка в почве. Определение глины целесообразно проводить для глинистых и суглинистых почв, а песка – для песчаных и супесчаных.

Определение содержания глины в почве

Просейте почву через сито с отверстиями 1 мм и насыпьте в мерный цилиндр вместимостью 50 мл так, чтобы при легком уплотнении путем постукивания цилиндра о стол она заняла объем 10 см³ (т. е. 10 мл). В цилиндр прилейте 30 мл воды и 5 мл 1 н раствора CaCl₂ для коагуляции частиц почвы. Содержимое цилиндра хорошо перемешайте стеклянной палочкой, долейте воды до отметки 50 мл и дайте жидкости отстояться в течение 30 мин. Определите увеличение объема почвы. Процентное содержание глинистых частиц в почве найдите по табл.7.

Таблица 7

Увеличение объема почвы, см ³	Глина, %	Увеличение объема почвы	Глина, %
4,00	90,70	1,75	39,63
3,75	85,08	1,50	34,00
3,50	79,36	1,25	29,34
3,25	73,67	1,00	22,67
3,00	67,01	0,75	17,00
2,75	62,86	0,50	11,33
2,50	56,67	0,25	5,66
2,00	45,35	0,05	1,13

Пользуясь табл. 6, дайте название почвы по гранулометрическому составу.

Результаты работы оформите в виде таблицы.

Объем почвы, см ³		Прирост объема почвы	Содержание глины, %	Название почвы по гранулометрическому составу
взятой для определения глины	в цилиндре через 30 мин.			

Определение содержания песка в почве

Насыпьте предварительно просеянную почву в мерный цилиндр вместимостью 100 мл и уплотните ее до объема 10 см³ (т. е. 10 мл). Добавьте в цилиндр воды до отметки 100 мл, размешайте стеклянной палочкой. Дайте жидкости отстояться в течение 90 с. При этом частицы песка осядут на дно цилиндра, а частицы пыли и ила останутся во взвешенном состоянии. Слейте осторожно мутную воду, а оставшийся

осадок долейте водой до 100 мл, размешайте, дайте отстояться 90 с и снова слейте мутную воду. Все это повторяйте до тех пор, пока вода после отстаивания не будет прозрачной.

Измерьте объем оставшегося в цилиндре песка, при этом каждый миллилитр (см³) осевшей почвы принимают за 10 % песка. Название почвы по гранулометрическому составу определите, учитывая содержание песка в почве и пользуясь табл.б.

Результаты работы оформите в виде таблицы.

Объем почвы, см ³		Содержание песка, %	Название почвы по грануломет- рическому составу
взятой для определения песка	после отмывания		

Лабораторная работа №13

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ГУМУСА ПО МЕТОДУ ТЮРИНА (В МОДИФИКАЦИИ В.К. СИМАКОВА)

Цель работы: освоение методики определения количества гумуса в почве.

Содержание работы: определение количества гумуса в почве по методу Тюрина.

Содержание гумуса в почве определяет ее плодородие. В состав гумуса входят три группы органических соединений: вещества исходных органических остатков (белки, углеводороды, лигнин, жиры и т.д.); промежуточные продукты их превращения (аминокислоты, оксикислоты, фенолы, моносахариды и т.д.); гумусовые вещества. Последние составляют главную и специфическую часть гумуса. Присутствие в почве достаточного количества гумуса способствует формированию прочной структуры почвы и обеспечивает, таким образом, благоприятный водно-воздушный режим. Гумусовые вещества придают почве буферность в отношении элементов питания, особенно азота. Высокий уровень микробиологической активности почв также поддерживается высоким содержанием гумуса. Гумусовые вещества предотвращают или снижают поступление в растения различных загрязняющих веществ (тяжелых металлов, пестицидов и т.д.).

В табл. 8 приведена градация почв по содержанию гумуса.

Таблица 8

Показатели гумусного состояния почв
(по Д.С.Орлову, Л.А.Гришиной)

Содержание гумуса	очень высокое	высокое	среднее	низкое	очень низкое
Количественное содержание гумуса, %	> 10	6-10	4-6	2-4	< 2

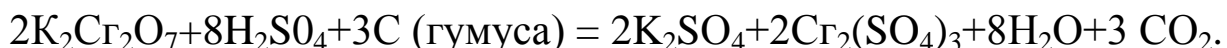
Большая часть территории Ивановской области (80%) занята бедными дерново-подзолистыми почвами со средним содержанием гумуса 1,9%.

Ход выполнения работы

Почву разровняйте тонким слоем на листе пергаментной бумаги и отберите из нее корешки. Затем почву разотрите в фарфоровой ступке и просейте через сито с отверстиями 0,25 мм.

Из подготовленной таким образом почвы сделайте навеску 0,1-0,5 г сначала на технических, а затем на аналитических весах. Размер навески зависит от содержания гумуса в анализируемой почве: чем больше в ней гумуса, тем меньше навеска.

Навеску перенесите в коническую колбу объемом 100 мл, куда прилейте с помощью бюретки (точно!) 10 мл 0,4 н раствора $K_2Cr_2O_7$ в серной кислоте. Далее колбу поставьте в шкаф с температурой $150^\circ C$ на 20 минут. При нагревании начинается окисление гумуса, заметное по мелким пузырькам выделяющегося CO_2 . Часть дихромата калия при этом затрачивается на окисление гумуса по схеме:



Затем колбу выньте и дайте ей остыть. Перелейте содержимое колбы в пробирку, поместите в штатив и оставьте на несколько часов. За это время взвешенные частицы осядут, исследуемый раствор станет прозрачным, и можно будет сравнить его окраску с образцовой шкалой. Окраска раствора в каждой пробирке шкалы соответствует определенному количеству углерода.

№ пробирки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Содержание углерода, мг	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0

Содержание гумуса в почве рассчитайте по формуле:

$$A = \frac{a \cdot K \cdot 100}{m \cdot 1000}, \%$$

где a – содержание углерода, найденное по шкале, мг;

m – масса почвы, г;

$K=1,724$ – коэффициент перевода углерода в гумус.

Результаты эксперимента представьте в виде таблицы.

Масса почвы, г	Объём 0,4н $K_2Cr_2O_7$, мл	№ пробирки образцовой шкалы	Содержание углерода, мг	Содержание гумуса, %
m			a	A

Лабораторная работа №14 АНАЛИЗ ВОДНОЙ ВЫТЯЖКИ

Цель работы: освоение методики приготовления водной вытяжки и методики ее анализа; ознакомление с составом водной вытяжки.

Содержание работы: освоить следующие методики:

- приготовление водной вытяжки;
- качественное определение содержания ионов Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} ;
- количественное определение Cl^- ;
- определение сухого остатка.

Водная вытяжка дает представление о содержании в почве водорастворимых веществ. Действие воды на почву состоит в растворении простых солей и частично гумусовых и кремнекислых соединений, а также в разложении сложных алюмосиликатов.

Соли, растворимые в воде, могут быть вредны для растений. В.А. Ковда располагает легкорастворимые соли засоленных почв по степени их вредности в таком порядке:



Приведенный ряд показывает, что наиболее вредной из всех встречающихся солей является сода Na_2CO_3 , содержание которой даже в количестве 0,005 % вызывает гибель растений, затем хлориды

и менее токсичные сульфаты натрия и магния. В заболоченных и торфяно-болотных почвах вредно для растений избыточное количество растворимых соединений Fe^{2+} , Mn^{2+} , Al^{3+} .

Анализ водной вытяжки из почв позволяет очень быстро и точно определить степень засоленности почв, необходимость промывок, возможность использования воды для орошения. Этот вид анализа обязателен для всех щелочных почв.

При полном анализе засоленности почв в водной вытяжке определяют: 1) сухой остаток (т. е. общую сумму водорастворимых веществ), дающий косвенное представление о концентрации почвенного раствора; 2) прокаленный остаток (т. е. общую сумму минеральных водорастворимых веществ); 3) щелочность и кислотность; 4) катионы (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) и анионы (CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-}).

При сокращенном анализе водной вытяжки ограничиваются определением сухого остатка, катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} , анионов HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , причем количественное определение катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} и анионов Cl^- и SO_4^{2-} важно только при анализе засоленных почв, где их содержание значительно. В незасоленных почвах можно ограничиться определением сухого остатка и качественными реакциями на Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} .

Ход выполнения работы

1. Приготовление водной вытяжки

На технических весах взвесьте 100 г воздушно-сухой почвы, поместите в литровую колбу и прилейте 500 мл дистиллированной воды. Навеску почвы можно взять меньшую, сохранив соотношение почвы и воды 1:5. Закройте колбу пробкой, взбалтывайте содержимое 3 мин, затем профильтруйте вытяжку через плотный фильтр в чистую колбу. Если первые порции фильтрата мутные, снова вылейте их на фильтр. По окончании фильтрования колбу закройте пробкой, чтобы исключить возможность загрязнения и испарения фильтрата.

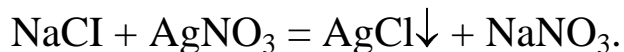
Анализ водной вытяжки необходимо производить тотчас после окончания фильтрации, так как водная вытяжка быстро портится и изменяет состав.

2. Определение рН

Измерение проводят на иономере И-130 (правила работы описаны на с. 6).

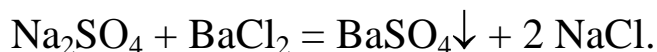
3. Качественное определение содержания ионов

Проба на Cl⁻. Поместите в пробирку 5 мл водной вытяжки и подкислите ее двумя каплями 10%-ного раствора HNO₃. Прибавьте несколько капель 5 %-ного раствора AgNO₃ и перемешайте содержимое. О присутствии иона Cl⁻ судят по образовавшемуся осадку или мути AgCl. Реакция осаждения протекает по уравнению:

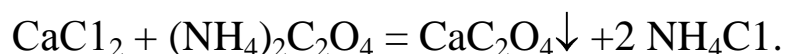


Отметьте количество выпавшего осадка (мало, много, очень много) и на основании этого определите объем вытяжки для количественного обнаружения хлоридов.

Проба на SO₄²⁻. Возьмите пипеткой 10 мл водной вытяжки и перенесите в пробирку. Прилейте в пробирку 1 мл 10%-ного раствора BaCl₂ и кипятите жидкость в течение 1 мин. Если в водной вытяжке находятся сульфаты, образуется белая муть или осадок сульфата бария. Реакция протекает по уравнению:

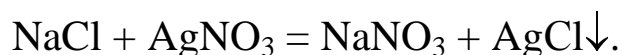


Проба на Ca²⁺. Поместите в пробирку 5 мл водной вытяжки и прилейте 5 мл 4%-ного оксалата аммония. Доведите содержимое в пробирке до кипения. По образовавшейся белой мути или осадку в виде оксалата кальция судят о присутствии кальция. Реакция осаждения кальция протекает по уравнению:

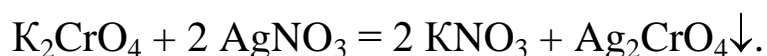


4. Количественное определение Cl⁻

К 25 мл водной вытяжки прибавьте 1 мл 10%-ного раствора K₂CrO₄ и титруйте раствором 0,02М AgNO₃ до появления оранжево-красной окраски. Для точного определения конца титрования рядом поместите второй стакан, содержащий такое же количество водной вытяжки и K₂CrO₄. Реакция идёт по уравнению:



При этом выпадает осадок AgCl белого цвета. Когда весь хлор будет связан серебром, последнее вступает в реакцию с K₂CrO₄:



Дихромат серебра даёт осадок красноватого цвета, появление которого и служит моментом, определяющим конец титрования.

Количество хлорид-иона (x) в миллимолях на 100 г почвы вычислите по формуле:

$$x = \frac{a \cdot c \cdot V \cdot 100}{\delta \cdot m},$$

где a – количество раствора AgNO₃, затраченное на титрование, мл;
 c – молярная концентрация раствора AgNO₃;
 V – общее количество воды, взятое для приготовления водной вытяжки, мл;
 δ – объём вытяжки, взятый для определения хлорид-иона, мл;
 100 – коэффициент для пересчёта на 100 г почвы;
 m – масса почвы, г.

Для вычисления количества ионов хлора (ω) в процентах число миллимолей Cl⁻ (x) умножьте на 0,0355 (относительная молекулярная масса Cl⁻ равна 35,5, а миллимоль 35,5 : 1000 = 0,0355):

$$\omega = 0,0355 \cdot x, \%$$

5. Определение сухого остатка

Возьмите пипеткой 50 мл водной вытяжки, перенесите в заранее просушенную и взвешенную на аналитических весах небольшую фарфоровую чашку и выпарьте досуха на водяной бане. После выпаривания чашку снаружи протрите, а затем просушите в сушильном шкафу при 105 °С в течение 3 ч. Охлажденную в эксикаторе чашку с остатком взвесьте на аналитических весах с точностью до 0,001 г.

Вычислите сухой остаток по формуле:

$$A = \frac{a \cdot V_0 \cdot 100}{V_{II} \cdot m_0}, \%$$

где V₀ – общий объём воды, взятый для приготовления водной вытяжки;
 V_{II} – объём воды, взятый для выпаривания (50 мл);
 m₀ – масса почвы, взятая для приготовления водной вытяжки;
 a – масса сухого остатка после выпаривания, г.

Результаты работы сведите в таблицу.

Содержание в водной вытяжке					рН водной вытяжки
Cl ⁻		SO ₄ ²⁻ качеств.	Ca ²⁺ качеств.	сухого остатка, %	
качеств.	колич., %				

Лабораторная работа №15

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВЫ

Цель работы: ознакомление с различными формами кислотности почвы, с методами её определения.

Содержание работы:

- определение актуальной кислотности почвы;
- определение гидролитической кислотности по Каппену.

Важная особенность почвенного раствора – реакция его среды. *Актуальная* кислотность обусловлена содержанием в растворе свободных ионов водорода H^+ и гидроксила OH^- , концентрация которых зависит от находящихся в растворе органических и минеральных кислот, оснований, солей, а также степени диссоциации этих соединений. Щелочная реакция вызывается присутствием в почвенном растворе гидролитически щелочных солей натрия и кальция, кислая – ионов H^+ , нейтральная – наличием одинакового количества ионов H^+ и OH^- . Сильнокислые и сильнощелочные почвенные растворы очень неблагоприятны для растений, а иногда губительны. Большинство древесно-кустарниковых растений лучше всего развивается при слабокислой или слабощелочной реакции в пределах рН 5,0...7,5.

Изучение почвенного раствора позволяет выяснить состав и количество полезных и вредных для растений веществ. Существует много методов извлечения почвенного раствора, но наиболее широкое применение получил *метод водных вытяжек*. Состав и концентрация веществ в водной вытяжке несколько отличаются от почвенного раствора, однако данные анализа водной вытяжки могут служить достаточным основанием для суждения о характере почвенного раствора и качестве самих почв.

Определенную реакцию среды имеет не только почвенный раствор, но и твердая фаза почвы. *Потенциальная* (скрытая) кислотность твердой фазы обусловлена наличием поглощенных ионов водорода и алюминия. При взаимодействии почвенного поглощающего комплекса (ППК) с катионами почвенного раствора или с растворами солей ионы водорода и алюминия выделяются в раствор и определяют величину потенциальной кислотности.

Потенциальную кислотность измеряют в солевых вытяжках почвы. В зависимости от того, какой солью вытесняются поглощенные почвой ионы, различают две ее формы: обменную и гидролитическую. *Обменную* кислотность устанавливают, воздействуя на почву раствором

нейтральной соли KCl, а *гидролитическую* – щелочным раствором соли сильного основания и слабой кислоты (CH₃COONa, рН 8,2) и выражают в миллиэквивалентах на 100 г почвы. Вследствие того, что раствор CH₃COONa щелочной, он вытесняет из поглощенного состояния больше ионов водорода, чем нейтральный раствор KCl. Поэтому гидролитическая кислотность обычно больше обменной. За счет обменной кислотности может происходить увеличение актуальной кислотности.

Для правильного суждения о кислотности почвы необходимо определить также рН водного и солевого растворов. Показатель кислотности почвы имеет важное значение при решении вопроса о необходимости известкования почвы и применения минеральных удобрений. В почвах показатель рН колеблется от 3 до 9. Почвы с рН = 7 характеризуются нейтральной реакцией, с рН < 7 – кислой и с рН > 7 – щелочной реакцией.

Ход выполнения работы

1. Определение актуальной кислотности

Если водная вытяжка имеет кислую реакцию, т.е. окрашивается от метилоранжа в розовый цвет, в ней определяют актуальную кислотность.

К 50 мл водной вытяжки (см. приготовление на с.43) прибавляют 2 капли фенолфталеина и титруют 0,02М раствором NaOH (или KOH) до появления розовой окраски. Актуальная кислотность выражается в миллиэквивалентах Н⁺ на 100 г воздушно-сухой почвы. Вычисляют ее по формуле:

$$H_A = \frac{a \cdot c \cdot V \cdot 100}{\delta \cdot m}, \text{ мЭКВ,}$$

где а – объём раствора NaOH, затраченный на титрование, мл;

с – молярная концентрация раствора NaOH;

V – общее количество воды, взятое для приготовления водной вытяжки, мл;

δ – объём вытяжки, взятый для титрования, мл;

100 – коэффициент для пересчёта на 100 г почвы;

m – масса почвы, г.

2. Определение гидролитической кислотности почвы по Каппену

Гидролитической называют кислотность, обусловленную взаимодействием почвы с ацетатом натрия:



Образовавшуюся уксусную кислоту титруют раствором NaOH и определяют количество ионов водорода, соответствующее гидро-

литической (т.е. потенциальной) кислотности почвы. Так как при однократной обработке почвы не вытесняется весь водород, вводят условный коэффициент 1,75 для поправки на неполноту вытеснения.

Иногда почвы, не имеющие обменной кислотности, обнаруживают гидролитическую кислотность, которая менее вредна для растений, так как ионы водорода гидролитической кислотности отличаются малой подвижностью и не вызывают сильного подкисления почвенного раствора.

Взвесьте на технических весах 20 г воздушно-сухой почвы и поместите ее в колбу объемом 200 или 250 мл. Прилейте к почве 50 мл 1,0 н раствора CH_3COONa , взбалтывайте содержимое колбы на приборе в течение 1 часа, после чего отфильтруйте суспензию в чистую колбу. Если фильтрат окажется мутным, его следует снова профильтровать через тот же фильтр.

Отберите пипеткой 25 мл прозрачного фильтрата и перенесите в коническую колбу вместимостью 100 мл. Прилейте 1-2 капли фенолфталеина и оттитруйте фильтрат 0,1 н раствором NaOH до светло-розовой окраски, не исчезающей в течение 1 мин.

Гидролитическую кислотность (H_Γ) на 100 г почвы вычисляют по формуле:

$$\text{H}_\Gamma = \frac{a \cdot C \cdot 1,75 \cdot V_0 \cdot 100}{V_{\text{п}} \cdot m}, \text{ мЭкв,}$$

где a – объем раствора NaOH , пошедший на титрование фильтрата, мл;

C – нормальная концентрация раствора NaOH (0,1н);

1,75 – поправка на полноту вытеснения ионов водорода;

V_0 – общий объем раствора ацетата натрия, мл (50 мл);

$V_{\text{п}}$ – объем раствора ацетата натрия, взятого для титрования, мл (25 мл);

m – масса почвы, г (20 г).

Лабораторная работа №16

ОПРЕДЕЛЕНИЕ В ПОЧВЕ ОБМЕННОЙ КИСЛОТНОСТИ И ПОДВИЖНОГО АЛЮМИНИЯ ПО МЕТОДУ А.В. СОКОЛОВА

Цель работы: ознакомиться с методиками определения обменной кислотности почвы.

Содержание работы:

- определение обменной кислотности почвы;
- определение подвижного алюминия методом А.В. Соколова.

На кислых почвах растения страдают не только от повышенной концентрации ионов водорода, но и от подвижного алюминия, который обнаруживается при обработке почвы раствором нейтральной соли (KCl). Установлено, что растения угнетаются, если в почве содержится более 3-4 мг подвижного алюминия на 100 г почвы, а при 7-8 мг его растения погибают.

Ход выполнения работы

Взвесьте на технохимических весах 40 г воздушно-сухой почвы, прилейте 100 мл 1н раствора хлористого калия (рН=5,6–6,0), взболтайте на ротаторе в течение 1 часа и отфильтруйте солевую вытяжку.

При работе с торфяными почвами соотношение торф:раствор равно 1:50, а не 1:2,5, как для минеральных горизонтов почвы.

Отберите пипеткой две пробы прозрачного фильтрата по 25 мл каждая и поместите в конические колбочки емкостью 250 мл. Прокипятите содержимое обеих колб для удаления CO₂ в течение 2 мин. Содержимое одной колбочки в горячем состоянии оттитруйте 0,02н раствором NaOH в присутствии 2-3 капель фенолфталеина до светло-розового окрашивания. Количество щелочи, израсходованное на титрование, будет соответствовать суммарному содержанию во взятом объеме вытяжки H⁺ и Al³⁺. В другую колбу после кипячения прилейте 1 мл 3,5%-ного раствора NaF, охладите до комнатной температуры и оттитруйте 0,02 н NaOH в присутствии 2-3 капель фенолфталеина до светло-розовой окраски. Во втором титровании ионы алюминия связываются фторидом натрия в комплексную соль:



Расчеты проведите по формулам:

$$X_{\text{общ}} = \frac{a_1 \cdot C \cdot V_0 \cdot 100}{V_{\text{П}} \cdot m},$$

$$X_{\text{H}} = \frac{a_2 \cdot C \cdot V_0 \cdot 100}{V_{\text{П}} \cdot m},$$

$$X_{\text{Al}} = X_{\text{общ.}} - X_{\text{H}},$$

где $X_{\text{общ.}}$ – обменная кислотность, мэкв на 100г почвы;

X_{H} – кислотность, обусловленная обменным водородом, мэкв на 100г почвы;

X_{Al} – содержание алюминия, мэкв на 100г почвы;
 a_1, a_2 – объём NaOH при горячем и холодном титровании, мл;
 C – нормальность щелочи;
 V_0 – общий объём раствора хлорида калия, мл (100 мл);
 V_{II} – объём раствора, взятый для титрования, мл (25 мл);
 m – масса почвы, г.

Результаты расчетов занесите в таблицу.

Масса почвы, г	Объём 1н KCl, мл	Объём вытяжки для титрования, мл	Объём раствора NaOH, израсходованный на титрование, мл		В мэкв на 100 г почвы		
			без добавления NaF	с добавлением NaF	общая обменная кислотность	H	Al
m	V_0	V_{II}	a_1	a_2	$X_{общ.}$	X_H	X_{Al}

Лабораторная работа №17

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИТРАТОВ В ПОЧВЕ С ПОМОЩЬЮ ИОНОСЕЛЕКТИВНОГО ЭЛЕКТРОДА

Цель работы: ознакомление с методикой определения нитратов в почве.

Содержание работы: определение нитратов в почве с помощью ионоселективного электрода.

Азоту принадлежит ведущая роль в повышении урожая сельскохозяйственных культур. Основным источником азота для растений являются соли азотной кислоты (нитраты) и соли аммония. В естественных условиях питание растений азотом происходит путем потребления ими аниона NO_3^- и катиона NH_4^+ , находящихся в почвенном растворе и в обменно-поглощенном почвенными коллоидами состоянии. Поступившие в растения минеральные формы азота проходят сложный цикл превращения, в конечном итоге включаясь в состав органических азотистых соединений – аминокислот, амидов и, наконец, белка.

Оптимальное содержание нитратного азота в почве 7-15 мг/кг, избыточное его содержание замедляет созревание урожая. Среднее содержание аммонийного азота в почве 6-8 мг/кг.

Ход выполнения работы

Возьмите 20 г почвы, поместите в стакан на 100 мл и прилейте 50 мл 1%-ного раствора алюмокалиевых квасцов. Перемешайте в течение 3 мин., в полученной суспензии проведите на иономере измерение активности нитрат-иона (pNO_3).

Значение pNO_3 переводят в массу азота в виде NO_3 ионов $m_{(N-NO_3)}$ в одном килограмме почвы по табл. 9 или рассчитывают по формуле:

$$m_{(N-NO_3)} = 10^{-pNO_3} \cdot 14 \cdot \frac{V}{m} \cdot 10^3, \text{ мг/кг,}$$

где $m_{(N-NO_3)}$ – содержание азота в одном килограмме почвы, мг/кг;

V – объем экстрагирующего раствора, мл;

m – масса почвы, г;

pNO_3 – отрицательный логарифм концентрации нитрат-ионов.

Таблица 9

Расчет содержания нитратов по величине pNO_3
при соотношении почва:раствор 1:2,5

pNO_3	$m_{(N-NO_3)}$, мг/кг	pNO_3	$m_{(N-NO_3)}$, мг/кг	pNO_3	$m_{(N-NO_3)}$, мг/кг	pNO_3	$m_{(N-NO_3)}$, мг/кг
2,55	97,7	3,00	34,7	3,45	12,2	3,90	4,4
2,60	87,1	3,05	30,9	3,50	11,0	3,95	3,9
2,65	77,6	3,10	27,5	3,55	9,8	4,00	3,5
2,70	69,2	3,15	24,6	3,60	8,7	4,05	3,1
2,75	61,7	3,20	21,9	3,65	7,8	4,10	2,8
2,80	55,0	3,25	19,5	3,70	6,9	4,15	2,5
2,85	49,0	3,30	17,4	3,75	6,2	4,20	2,2
2,90	43,6	3,35	15,5	3,80	5,5	4,25	1,9
2,95	38,9	3,40	13,8	3,85	4,9	4,30	1,7

Результаты работы сведите в таблицу.

Масса почвы, г	Объем раствора $KAl(SO_4)_2$, мл	Показания прибора	Содержание нитратного азота, мг/кг
m	V	pNO_3	$m_{(N-NO_3)}$

Лабораторная работа №18

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ФОСФОРА И КАЛИЯ ПО МЕТОДУ А.Т. КИРСАНОВА (ГОСТ 26207-91)

Цель работы: изучение методик определения ионов калия и фосфора в почве.

Содержание работы: определение ионов фосфора и калия.

Фосфор и калий наряду с азотом являются основными элементами питания растений. В растительной клетке фосфор играет исключительно важную роль в энергетическом обмене, участвует в разнообразных процессах обмена веществ, деления и размножения. Особенно велика роль этого элемента в углеводном обмене, в процессах фотосинтеза, дыхания и брожения. Поступивший в растения фосфор включается в состав различных органических соединений.

В отличие от азота и фосфора калий не входит в состав органических соединений, а находится в клетках растений в ионной форме в виде растворимых солей в клеточном соке и частично в виде непрочных комплексов с коллоидами цитоплазмы. Физиологические функции калия в растительном организме разнообразны. Он нормализует обмен веществ в клетках, а также повышает их устойчивость к засухе. Калий положительно влияет на интенсивность фотосинтеза. При недостатке калия в растении тормозится синтез белка, в результате нарушается весь азотный обмен.

Ход выполнения работы

Возьмите в колбу навеску почвы 5 г, прилейте 25 мл 0,2 н HCl. Колбу сначала встряхивайте в течение 1 мин., а затем оставьте на 15 мин., после этого содержимое отфильтруйте. Содержание фосфора найдите колориметрическим методом, а калия – пламенно-фотометрическим.

Для определения фосфора отберите 5 мл фильтрата в мерную колбу на 100 мл и добавьте до метки реактив Б*. Через 10 мин. после окрашивания в синий цвет приступите к измерению оптической плотности раствора на ФЭК в кювете с толщиной 5-10 мм относительно раствора сравнения, используя красный светофильтр.

* Реактив Б содержит аскорбиновую кислоту, молибдат аммония, сурьмяновиннокислый калий, серную кислоту и дистиллированную воду.

Содержание фосфора в почве в мг/кг найдите по калибровочному графику. Полученный результат сравните с данными приведённой ниже градации почв по содержанию фосфора и сделайте вывод.

№ группы	Содержание подвижного фосфора	$m_{P_2O_5}$, мг/кг почвы
1	Очень низкое	Менее 25
2	Низкое	26-50
3	Среднее	51-100
4	Повышенное	101-150
5	Высокое	151-250
6	Очень высокое	Более 250

Калий определяют непосредственно из приготовленной вытяжки. Для этого налейте в стакан 5-7 мл раствора и фотометрируйте на пламенном фотометре.

Содержание калия в мг/кг найдите непосредственно по калибровочному графику шкалы растворов сравнения. Полученный результат сравните с данными приведённой ниже градации почв по содержанию калия и сделайте вывод.

№ группы	Содержание обменного калия	m_{K_2O} , мг/кг почвы
1	Очень низкое	Менее 40
2	Низкое	41-80
3	Среднее	81-120
4	Повышенное	121-170
5	Высокое	171-250
6	Очень высокое	Более 250

ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

Экология человека изучает закономерности взаимодействия человека как биосоциального существа со сложным многокомпонентным окружающим миром, с динамичной, постоянно усложняющейся средой обитания, а также проблемы сохранения и укрепления здоровья.

Главным понятием экологии человека является здоровье. По определению Всемирной организации здравоохранения здоровье – это состояние полного физического, психического и социального благополучия. По данным ВОЗ, до 25% патологий человека формируют экологические факторы окружающей среды. Экологическая обстановка напрямую влияет на продолжительность жизни и на состояние здоровья.

Анализ состояния здоровья в основном очень сложен, требует специальной подготовки и, как правило, специального оборудования. В методических указаниях приводятся сравнительно простые методы диагностики состояния сердечно-сосудистой системы и системы дыхания человека.

Лабораторная работа №19

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ С ПОМОЩЬЮ ПРОБЫ МАРИНЭ

Цель работы: оценка состояния сердечно-сосудистой системы организма с помощью проб артериального давления и частоты пульса, выявление уровня физического развития и физической работоспособности.

Содержание работы: определение артериального давления и частоты пульса в состоянии покоя и после нагрузки.

Ход выполнения работы

Измерьте величину артериального давления и подсчитайте частоту сердечных сокращений (ЧСС) за минуту в состоянии покоя. Выполните 20 низких приседаний (ноги на ширине плеч, руки вытянуты вперёд) в течение 30 с. Непосредственно после нагрузки и вплоть до полного восстановления повторите измерения артериального давления и частоты пульса.

По результатам исследований постройте график зависимости ЧСС от времени (рис. 10). Определите, на сколько участился пульс по сравнению с исходным (в процентах). Сделайте вывод о состоянии своей сердечно-сосудистой системы с учётом следующих положений:

- состояние сердечно-сосудистой системы человека оценивается как удовлетворительное при учащении пульса не более чем на 50-75% и как неудовлетворительное при его учащении более чем на 75%;

– при здоровой реакции на нагрузку (в нашем случае на приседания) систолическое (верхнее) артериальное давление возрастает на 25-40 мм рт. ст., а диастолическое (нижнее) остаётся на прежнем уровне или незначительно снижается (на 5-10 мм рт. ст.). Восстановление пульса длится 1-3 мин., а артериального давления – 3-4 мин.

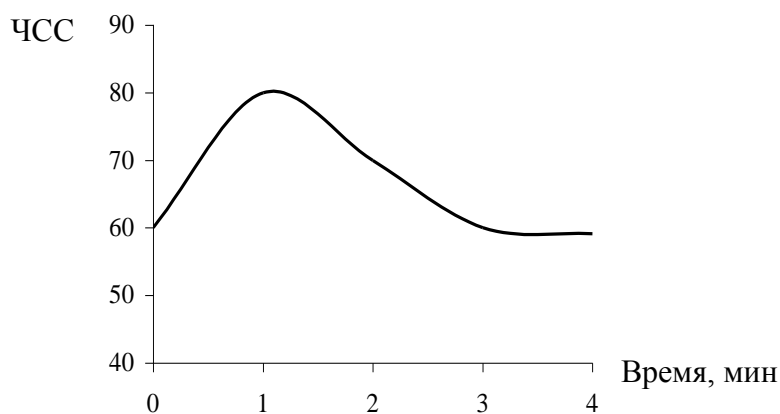


Рис. 10. График зависимости ЧСС от времени

Лабораторная работа №20

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ДЫХАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПРОБЫ ШТАНГЕ

Цель работы: оценка состояния системы дыхания организма помощью проб частоты пульса и измерения времени задержки дыхания, выявление уровня физической тренированности организма.

Содержание работы: определение времени задержки дыхания и частоты пульса в состоянии покоя и после задержки дыхания.

Ход выполнения работы

Подсчитайте частоту пульса и дыхания за минуту в состоянии покоя. В положении сидя после глубокого вдоха и выдоха сделайте вдох глубиной 80% от максимального. Включите секундомер и задержите дыхание на возможно долгий срок, закрыв рот и зажав нос пальцами. Сразу же после окончания задержки дыхания выключите секундомер и подсчитайте частоту пульса и частоту дыхания.

По результатам исследований сделайте вывод о состоянии своей системы дыхания с учётом следующих среднестатистических данных:

- здоровые нетренированные люди способны задерживать дыхание на 30-55 с, тренированные – на 60-90 с, при утомлении, перетренированности время задержки дыхания сокращается;
- у хорошо тренированных людей дыхание не должно учащаться, т.к. возникшая кислородная задолженность у них погашается за счёт углубления, а не учащения дыхания.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЧИСТОТА ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

В настоящее время человек, заботящийся о своём здоровье, предпочитает экологически безопасные текстильные изделия. Одежные ткани, непосредственно контактирующие с кожей человека, не должны содержать вредных пестицидов, используемых при выращивании натуральных волокон, а также зафиксированных в процессах химической отделки текстильных материалов красителей и других реагентов. Ткани, используемые в отделке интерьера, – мебельные, обивочные, портьерные – также не должны выделять в окружающее пространство вредных веществ.

Сегодня наиболее известным текстильно-экологическим сертификатом в мире признан знак «Экотекс» с надписью: «Текстиль, которому можно доверять». Стандартом «Экотекс-100» установлены следующие классы текстильной продукции в соответствии с их назначением:

- Класс I. Изделия для детей: текстиль, основные продукты и аксессуары, которые используются в производстве изделий для младенцев и маленьких детей до 2 лет, за исключением кожаной одежды.
- Класс II. Материалы, имеющие прямой контакт с кожей, большая часть поверхности которых при использовании находится в непосредственном контакте с кожей человека (например, блузки, рубашки, белье и др.).
- Класс III. Материалы, не имеющие прямого контакта с кожей, только малая часть поверхности которых контактирует с кожей человека (например, подкладка, утеплитель и др.).
- Класс IV. Декоративные материалы: основные материалы и аксессуары, используемые для декорирования: скатерти, шторы, занавеси, обивочные материалы, текстильные обои, чехлы матрасов и др.

Для каждого из этих классов предъявляются требования к допустимым значениям следующих 10 параметров (табл. П7): 1) рН; 2) свободного формальдегида; 3) тяжелых металлов; 4) пестицидов; 5) пентахлорфенола; 6) потенциально канцерогенных азокрасителей;

7) хлорорганических переносчиков; 8) устойчивости окраски; 9) запаха; 10) аллергенных красящих веществ.

ТЕМА 1. СОДЕРЖАНИЕ ФОРМАЛЬДЕГИДА В ТЕКСТИЛЬНОМ ИЗДЕЛИИ

Наиболее проблемным и часто проверяемым показателем экологической чистоты текстильных изделий является содержание формальдегида в ткани. Формальдегид относится ко II классу опасности, обладает общетоксическим, раздражающим, аллергенным, мутагенным, канцерогенным действием, вызывает поражение центральной нервной системы, легких, печени, почек, органов зрения.

Особенно велика концентрация свободного формальдегида в тканях, подвергшихся дополнительным заключительным отделкам препаратами на основе предконденсатов термореактивных смол. К таким отделкам относят придание формоустойчивости, несминаемости, малоусадочности, которые, в свою очередь, повышают качество готового швейного изделия и обеспечивают сохранение его товарного вида в процессе эксплуатации.

Во многих странах приняты законодательные меры, ограничивающие содержание данного токсиканта в текстильных изделиях, в связи с широким применением в отделочном производстве высокотоксичных формальдегидсодержащих текстильно-вспомогательных веществ.

Лабораторная работа №21

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОБОДНОГО ФОРМАЛЬДЕГИДА В ТКАНИ

Цель работы: освоение методики оценки содержания свободного формальдегида в тканях и в швейных изделиях.

Содержание работы: подготовка образца текстильного материала и определение содержания в нем свободного формальдегида.

Ход выполнения работы

Методика определения содержания свободного формальдегида на ткани основана на реакции взаимодействия формальдегида с ацетилацетоном в присутствии ацетата аммония с образованием окрашенного в желтый цвет продукта конденсации ($\lambda = 412$ нм).

Точно взвесьте 1-1,5 г измельченного текстильного материала и поместите его в коническую колбу на 200 мл с притертой пробкой, куда предварительно залейте 50 мл дистиллированной воды, охлажденной до 0-5°C. Плотнo закройте колбу пробкой и выдержите в течение 7 минут на ледяной бане при частом перемешивании (встряхивании). Полученный экстракт отфильтруйте в чистую сухую колбу (лучше через стеклянный фильтр) и используйте для анализа.

В чистую сухую колбу перенесите 5 мл фильтрата, добавьте 5 мл поглотительного раствора*, плотно закройте пробкой, перемешайте и выдержите 10 минут на кипящей водяной бане. После охлаждения измерьте оптическую плотность раствора на приборе ФЭК-56 в области длин волн 400-450 нм (светофильтр №3) по сравнению с поглотительным раствором.

Содержание формальдегида в анализируемой пробе (а, мкг/мл) определите по калибровочному графику. Результаты эксперимента сведите в таблицу.

Оптическая плотность рабочего раствора А	Содержание формальдегида в анализируемой пробе а, мкг/мл	Масса образца текстильного материала $m_{\text{ТК}}$, г

Содержание формальдегида на ткани ($C_{\text{ф}}$) вычислите по формуле:

$$C_{\text{ф}} = \frac{V_0 \cdot a}{m_{\text{ТК}}}, \text{ мкг/г,}$$

где V_0 – объем залитой воды, мл (50мл);

а – концентрация формальдегида в анализируемом растворе, мкг/мл;

$m_{\text{ТК}}$ – масса ткани, г.

Полученный результат сравните с предельно допустимыми концентрациями свободного формальдегида в текстильных материалах согласно стандарту «Экотекс-100» (табл. П4) и российскому стандарту (табл. П5). Сделайте вывод о возможности использования исследуемой ткани для конкретных групп текстильных материалов.

* Поглотительный раствор содержит равные объемы 0,4%-ного раствора ацетилацетона и 20%-ного раствора ацетата аммония.

ТЕМА 2. ИСПЫТАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ОКРАСКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Под прочностью окраски тканей понимают способность окраски противостоять различным физико-механическим и химическим воздействиям. Определяют стойкость окраски к действию воды, пота, стирки, света, сухого и мокрого трения, глажения и др. По устойчивости окраски ткани выпускаются обыкновенной, прочной и особо прочной устойчивости. Устойчивость окраски к любому виду воздействия определяют по изменению первоначальной окраски образца и по степени закрашивания образца белой ткани, подвергнутой обработке совместно с исследуемым образцом ткани. Степень изменения первоначальной окраски и степень закрашивания оценивают баллами при помощи шкал серых эталонов и шкалы синих эталонов.

Шкалы серых эталонов служат: одна шкала – для определения степени изменения первоначальной окраски образца ткани, другая – для определения степени закрашивания образцов белых материалов. Шкалы серых эталонов оценивают устойчивость окраски в пределах от 1 до 5 баллов, из которых балл 1 означает низшую, а балл 5 – высшую степень устойчивости окраски.

Шкала синих эталонов служит для определения степени изменения первоначальной окраски от воздействия света и светопогоды и оценивает устойчивость окраски в пределах от 1 до 8 баллов, из которых балл 1 означает низшую, а балл 8 – высшую степень устойчивости окраски.

Допускается устойчивость окраски оценивать двумя смежными баллами, например 3-4. Эта оценка означает, что окраска имеет устойчивость меньшую, чем эталон балла 4, но большую, чем эталон балла 3.

Лабораторная работа №22

ИСПЫТАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ОКРАСКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ К СТИРКАМ

Цель работы: освоение методики оценки устойчивости окраски текстильных материалов к стиркам в различных условиях.

Содержание работы: подготовка образцов текстильных материалов, обработка их различными моющими составами при определённых температурных и временных режимах.

Ход выполнения работы

Сшейте лицом к лицу со всех четырех сторон два образца ткани размером 10x4 см (первый – исследуемый, второй – согласно табл. 10), обработайте их моющим составом при температуре и времени, указанных в табл. 11.

Таблица 10

Состав волокна второго образца в зависимости от состава первого и типа стирки

Первая ткань	Вторая ткань		
	для 1,2,3 стирок	для 4 стирок	для 5 стирок
Хлопок	Вискоза	Вискоза	Вискоза
Шерсть	Хлопок	–	–
Шёлк натуральный	Хлопок	Хлопок	–
Лён	Хлопок	Хлопок или вискоза	Хлопок или вискоза
Вискоза	Хлопок	Хлопок	Хлопок
Ацетат	Вискоза	Вискоза	–
Триацетат	Вискоза	Вискоза	–
Полиамид	Шерсть или вискоза	Хлопок или вискоза	Хлопок или вискоза
Полиэфир	Шерсть или хлопок	Хлопок или вискоза	Хлопок или вискоза
Полиакрил	Шерсть или хлопок	Хлопок или вискоза	Хлопок или вискоза

Таблица 11

Состав растворов для стирок и условия проведения испытаний

Номер стирки	Состав стирального раствора, г/л	Температура, °С	Время, мин.	Модуль
1	Мыло – 5	40±2	30	50:1
2	Мыло – 5	50±2	45	50:1
3	Мыло – 5 Сода кальцинированная – 2	60±2	30	50:1
4	Мыло – 5 Сода кальцинированная – 2	95±2	30	50:1
5	Мыло – 5 Сода кальцинированная – 2	95±2	240	50:1

После стирки образцы прополоскайте холодной водой, отожмите, расшейте, оставляя шов с одной короткой стороны, и высушите под утюгом через фильтровальную бумагу.

С помощью шкал серых эталонов оцените устойчивость окраски исследуемого образца по изменению первоначальной окраски и закрашиванию смежного образца. Сравните полученный результат с данными табл. Пб и в выводах укажите, к какой группе тканей по степени устойчивости окраски относится испытуемый образец.

Лабораторная работа №23

ИСПЫТАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ОКРАСКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ К ТРЕНИЮ

Цель работы: освоение методики оценки устойчивости окраски текстильных материалов к сухому и мокрому трению.

Содержание работы: подготовка образцов текстильных материалов, испытание их на приборе ПТ-4 для определения устойчивости окраски к трению.

Ход выполнения работы

1. Определение устойчивости окраски текстильного материала к сухому трению

Ознакомьтесь с работой прибора ПТ-4 для определения устойчивости окраски к трению (рис.11).

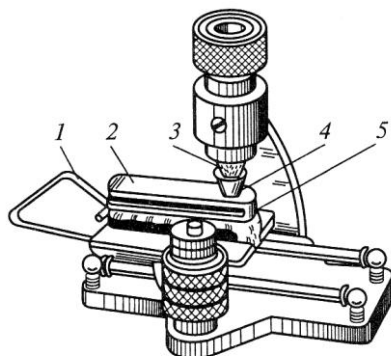


Рис. 11. Прибор ПТ-4 для определения устойчивости окраски к трению: 1 – рукоятка; 2 – столик; 3 – стержень; 4 – пружинное кольцо; 5 – кольцо

Образец белой хлопчатобумажной ткани размером 5x5 см натяните на конец стержня прибора ПТ-4 и закрепите прижимным кольцом. Испытуемый цветной образец размером 18x3 см наложите лицевой стороной вверх на столик и закрепите специальным кольцом. Трение неокрашенной хлопчатобумажной ткани о поверхность исследуемого образца производите движением столика взад и вперед в течение 10 с.

С помощью шкал серых эталонов оцените устойчивость окраски исследуемого образца по закрашиванию смежного белого образца. Сравните полученный результат с данными табл. Пб и в выводах укажите, к какой группе тканей по степени устойчивости окраски относится испытуемый образец.

2. Определение устойчивости окраски текстильного материала к мокрому трению

Условия проведения испытания и методика оценки результата те же, что и при сухом трении, только образец белой хлопчатобумажной ткани размером 5x5 см берите не сухим, а предварительно пропитанным водой и отжатым до 100%-ного привеса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лурье, Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод / Ю.Ю. Лурье.– М.: Химия, 1984.
2. ГОСТ 3351-74. Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности.
3. Санитарно-гигиенический контроль воздуха промышленных предприятий / под ред. С.И. Муравьевой.– М.: Медицина, 1982.
4. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.– М.: Гос. ком. СССР по стандартам.
5. Механикова, Н.А. Метод определения формальдегида в воздухе рабочей зоны: информ. листок № 178-91 / Н.А. Механикова.– Иваново: ИвЦНТИ, 1991.
6. Волкова, Г.В. Практикум по почвоведению с основами агрохимии / Г.В. Волкова.– М.: Агропромиздат, 1987.
7. Александрова, Л. Н. Лабораторно-практические занятия по почвоведению / Л.Н. Александрова, О.А. Найденова. – Л.: Агропромиздат, 1986.
8. Ягодин, Б.А. Практикум по агрохимии / Б.А. Ягодин [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1987.
9. Минеев, В.Г. Практикум по агрохимии / В.Г.Минеев. –М.: МГУ, 2001.
10. Мазиров, М.А. Практикум по агроэкологии / М.А. Мазиров, Т.А. Трифонова. – Владимир: ВГУ, 2001.
11. Новицкий, М.В. Лабораторно-практические занятия по почвоведению / М.В. Новицкий [и др.]. – М.: Проспект науки, 2009.
12. Губарева, Л.И. Экология человека: практикум для вузов / Л.И. Губарева [и др.]. – М.: Владос, 2003.
13. Око-Тех Standart 100, Zurich, 1997.
14. ГОСТ 9733.4-83. Материалы текстильные. Метод испытания устойчивости окраски к стиркам.
15. ГОСТ 9733.27-83. Материалы текстильные. Метод испытания устойчивости окраски к трению.
16. ГОСТ 30386-95. Материалы текстильные. Предельно допустимые концентрации свободного формальдегида.
17. ГОСТ 25617-83. Ткани и изделия льняные, полульняные, хлопчатобумажные и смешанные. Методы химических испытаний. Метод определения количества свободного формальдегида в тканях и изделиях из них с отделками на основе формальдегидсодержащих смол.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица П1

Требования к составу и свойствам воды водных объектов в пунктах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования

Показатели состава и свойств воды водного объекта	Категория водопользования	
	для централизованного или нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также для водоснабжения пищевых предприятий	для купания, спорта и отдыха населения, а также водоемы в черте населенных мест
1	2	3
Взвешенные вещества	Содержание взвешенных веществ не должно увеличиваться больше чем на: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> $0,25 \text{ мг/дм}^3$ $0,75 \text{ мг/дм}^3$ </div> Для водоемов, содержащих в межень более 30 мг/дм^3 природных минеральных веществ, допускается увеличение содержания взвешенных веществ в воде в пределах 5%. Взвеси со скоростью выпадения более $0,4 \text{ мм/с}$ для проточных водоемов и более $0,2 \text{ мм/с}$ для водохранилищ к спуску запрещаются	
Плавающие примеси (вещества)	На поверхности водоема не должны обнаруживаться плавающие пленки, пятна минеральных масел и скопление других примесей	
Запахи	Вода не должна приобретать несвойственных ей запахов интенсивностью более 1 балла, обнаруживаемых: непосредственно, или при последующем хлорировании, или других способах обработки	непосредственно
Окраска	Не должна обнаруживаться в столбике 10 см	
Температура	Летняя температура воды в результате спуска сточных вод не должна повышаться более чем на 3°C по сравнению со среднемесячной температурой самого жаркого месяца года за последние 10 лет	

Окончание табл.П2

1	2	3	4	5	6
5	Пыль: – лубяная, х/б, хлопковая, льняная, шерстяная, пуховая – хлопковая мука – углеродных волокнистых материалов на основе гид- ратцеллюлозных или по- лиакрилонитрильных воло- кон	2 0,5 4/2	a a a	IV III IV	A, Ф _a A

В таблице вещества разделены на четыре класса опасности: I – чрезвычайно опасные; II – высоко опасные; III – опасные; IV – умеренно опасные.

Сокращенные обозначения:

п – пары и/или газы; а – аэрозоль; + – требуется специальная защита кожи и глаз; О – вещества с остронаправленным механизмом действия, требующие автоматического контроля за их содержанием в воздухе; А – вещества, способные вызывать аллергические заболевания в производственных условиях; Ф_a – аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (воздействия мельчайших частиц волокнистого материала).

Таблица П3

Факторы пересчета концентраций паров и газов
(M – молярная масса вещества, г/моль)

		b					
		Концентрация	мг/л	мг/м ³	% по объему	ppm	ppb
a	мг/л	1	10 ³	$\frac{2,24}{M}$	$\frac{2,24}{M} \cdot 10^4$	$\frac{2,24}{M} \cdot 10^7$	
	мг/м ³	10 ⁻³	1	$\frac{2,24}{M} \cdot 10^{-3}$	$\frac{2,24}{M} \cdot 10$	$\frac{2,24}{M} \cdot 10^4$	
	% по объему	$4,46M \cdot 10^{-1}$	$4,46 M \cdot 10^2$	1	10 ⁴	10 ⁷	
	ppm (см ³ /м ³)	$4,46M \cdot 10^{-5}$	$4,46M \cdot 10^{-2}$	10 ⁻⁴	1	10 ³	

	ppb ($\text{мм}^3/\text{м}^3$)	$4,46\text{М} \cdot 10^{-8}$	$4,46\text{М} \cdot 10^{-5}$	10^{-7}	10^{-4}	1
--	----------------------------------	------------------------------	------------------------------	-----------	-----------	---

Пересчет концентраций производят по уравнению $b = a \cdot F$,
где a – численное значение концентрации в исходной размерности;
 b – то же в искомой размерности;
 F – фактор пересчета, который находят по месту пересечения строки исходной размерности с графой искомой размерности.

Таблица П4

Предельно допустимые нормы содержания формальдегида
в текстильных материалах («Экотекс-100»), ppm мкг/г

Виды материалов	Содержание формальдегида в материале
ТМ для одежды, одежда	300/75*
Напольные покрытия	300
Мебельные ткани, драпировка	300
Одеяла, подушки	75
Постельное белье, подкладка, покрывала	75/20*
Матрасы	75
ТМ для дома	300/75/20**
ТМ для детской одежды	20
Кожа и изделия из нее	300/75*

* В числителе – материалы, не контактирующие с кожей человека; в знаменателе – контактирующие.

** Детский ассортимент.

Таблица П5

Предельно допустимые концентрации свободного формальдегида
в текстильных материалах (стандарт Р 50729-95 РФ)

Группа I до 1000 мкг/г (ppm)	Группа II до 300 мкг/г (ppm)	Группа III до 75 мкг/г (ppm)	Группа IV без содержания формальдегида
Для изделий пальтово-костюмного ассортимента	Для изделий платьевоблузочного ассортимента	Для нательного и постельного белья, в том числе для детей всех возрастных групп старше года	Для детей в возрасте до 1 года

--	--	--	--

Нормы устойчивости окраски текстильных изделий (ГОСТ 7913-76)

Тип окраски	Степень устойчивости окраски	Минимальные показатели устойчивости окраски, баллы, к воздействию														
		света по вось- мибалльной шкале эталонов	по пятибалльной шкале эталонов													
			стирки 1		стирки 1 с содой		стирки 4		пота		дистил- лирован- ной воды		сухого тре- ния	органического растворителя	глажения с запариванием	
изменение окраски	изменение окраски	закрашивание белого материала	изменение окраски	закрашивание белого материала	изменение окраски	закрашивание белого материала	изменение окраски	закрашивание белого материала	изменение окраски	закрашивание белого материала	изменение окраски	закрашивание белого материала	закрашивание белого материала	изменение окраски	изменение окраски	
Светлый	Особо прочная	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4
	Прочная	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4
	Обыкновенная	3	3	3	3	3	—	—	3	3	3	3	3	3	4	4
Средний	Особо прочная	6	4	5	4	5	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4
	Прочная	5	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4
	Обыкновенная	4	3	3	3	3	—	—	3	3	3	3	3	3	4	4
Тёмный	Особо прочная	7	5	4	5	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4
	Прочная	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4
	Обыкновенная	4	3	3	3	3	—	—	3	3	3	3	3	3	4	4

Таблица П7

Допустимые значения экологических показателей текстильных материалов согласно международному стандарту «Экотекс-100»

Показатели	Класс продукции			
	I детский ассор- тимент	II прямой контакт с кожей	III без пря- мого кон- такта с кожей	IV отде- лочные матери- алы
1	2	3	4	5
<i>Величина pH¹</i>	4,0-7,5	4,0-7,5	4,0-9,0	4,0-9,0
<i>Формальдегид, ppm</i>	n.d. ²	75	300	300
<i>Экстрагируемые тяжё- лые металлы, ppm:</i>				
As (мышьяк) ³	0,2	1,0	1,0 ⁴	1,0 ⁴
Pb (свинец)	0,2	1,0	1,0 ⁴	1,0 ⁴
Cd (кадмий)	0,1	0,1	0,1 ⁴	0,1 ⁴
Cr (хром)	1,0	2,0	2,0	2,0
Cr (VI)	н.п.о ⁵	н.п.о ⁵	н.п.о ⁵	н.п.о ⁵
Cu (медь)	25,0 ⁴	50,4 ⁴	50,4 ⁴	50,4 ⁴
Hg (ртуть) ⁶	0,02	0,02	0,02	0,02
<i>Пестициды, ppm⁶, в сумме (включая PCP/TeCP)⁷</i>	0,5	1,0	1,0	1,0
<i>Хлорированные фенолы, ppm:</i>				
пентахлорфенол (PCP)	0,05	0,5	0,5	0,5
2,3,5,6-тетрахлорфенол (TeCP)	0,05	0,5	0,5	0,5
<i>Красители: расщепляю- щиеся ариламины,⁷ кан- церогены,⁷ аллергены⁷</i>	68	не используются		
<i>Хлорированные бензолы и толуолы, ppm⁷</i>	1,0	1,0	1,0	1,0
<i>Антипирены⁷: общего применения PBV, TRIS, TERA</i>	нет ⁸ не используются			

1	2	3	4	5
<i>Устойчивость окраски:</i>				
к воде	3	3	3	3
к кислому поту	3-4	3-4	3-4	3-4
к щелочному поту	3-4	3-4	3-4	3-4
к сухому трению ^{9,10}	4	4	4	4
к слюне и поту	устойч.	устойч.	устойч.	устойч.
<i>Выделение летучих веществ¹¹, мг/м³:</i>				
формальдегид	0,1	0,1	0,1	0,1
ароматич. углеводороды	0,3	0,3	0,3	0,3
<i>Определение запахов:</i>				
общее	отсутствие ненормального запаха			
SNV195651 ¹² (модифиц.)	4			4

¹ Материалы, подлежащие мокрой обработке, могут иметь рН 4,0 – 10,5; для кожаных материалов с нанесенным покрытием или ламинированных рН может составлять 3,5 – 9,0.

² n.d. соответствует методу тестирования, описанному в «Японском законе 112», с ячейкой менее чем 0,05 соотв. < 20 ppm.

³ Только для природных материалов (включая дерево) и металлических аксессуаров.

⁴ Нет требований к аксессуарам из неорганических материалов.

⁵ Пределы: для Cr(VI) 0,5 ppm, для ариламинов 20 ppm, для алергенных красителей 0,006%.

⁶ Только для природных волокон.

⁷ Индивидуальные вещества приводятся в отдельном списке.

⁸ За исключением обработок, допускаемых «Экотекс» (см. список на сайте www.oeko-tex.com).

⁹ Не ограничено для товаров с эффектом «вынашивания».

¹⁰ Для пигментов, кубовых и сернистых красителей допускается устойчивость к трению, равная 3 баллам.

¹¹ Для ковров, матрасов и материалов с покрытием, не используемых для одежды.

¹² Отсутствие запаха плесени, нефтепродуктов, отдушек и парфюмерии.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Анализ основных сред обитания живых организмов	4
Тема 1. Анализ водной среды и методы её защиты	5
Лабораторная работа №1. <i>Анализ водопроводной воды</i>	6
Лабораторная работа №2. <i>Определение стабильности природных вод</i>	11
Лабораторная работа №3. <i>Анализ промышленных сточных вод</i>	13
Лабораторная работа №4. <i>Определение содержания в воде ионов металлов и неметаллов</i>	16
Лабораторная работа № 5. <i>Электрохимическая очистка сточных вод от красителей</i>	20
Лабораторная работа № 6. <i>Очистка сточных вод от взвешенных веществ гравитационным методом</i>	24
Тема 2. Анализ воздушной среды	26
Лабораторная работа №7. <i>Определение содержания аммиака в воздухе</i>	28
Лабораторная работа № 8. <i>Определение содержания уксусной кислоты в воздухе</i>	29
Лабораторная работа №9. <i>Определение содержания аэрозолей щелочей в воздухе</i>	30
Лабораторная работа №10. <i>Определение запыленности воздуха в цехах</i>	32
Лабораторная работа №11. <i>Определение содержания формальдегида в воздухе</i>	33
Тема 3. Анализ почвы	34
Лабораторная работа №12. <i>Гранулометрический состав почвы</i>	35
Лабораторная работа №13. <i>Определение количества гумуса по методу Тюринга (в модификации В.К. Симакова)</i>	40
Лабораторная работа №14. <i>Анализ водной вытяжки</i>	42
Лабораторная работа №15. <i>Определение кислотности почвы</i>	46
Лабораторная работа №16. <i>Определение в почве обменной кислотности и подвижного алюминия по методу А.В. Соколова</i>	48
Лабораторная работа №17. <i>Определение нитратов в почве с помощью ионоселективного электрода</i>	50

Лабораторная работа №18. <i>Определение подвижных форм фосфора и калия по методу А.Т. Кирсанова (ГОСТ 26207-91)</i>	52
Экология человека	53
Лабораторная работа № 19. <i>Определение функционального состояния сердечно-сосудистой системы с помощью пробы Маринэ</i>	54
Лабораторная работа № 20. <i>Определение функционального состояния системы дыхания с помощью пробы Штанге</i>	55
Экологическая чистота текстильных изделий	56
Тема 1. Содержание формальдегида в текстильном изделии	57
Лабораторная работа №21. <i>Определение свободного формальдегида в ткани</i>	57
Тема 2. Испытание устойчивости окраски текстильных материалов	59
Лабораторная работа № 22. <i>Испытание устойчивости окраски текстильных материалов к стиркам</i>	59
Лабораторная работа № 23. <i>Испытание устойчивости окраски текстильных материалов к трению</i>	61
Библиографический список	63
Приложение	64