

КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ  
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ ЭКОЛОГИИ

Л.Г. АХМЕТЗЯНОВА, Д.Р. ДУБИНА, Н.Р. ГАЙФУТДИНОВА

ЛАБОРАТОРНЫЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Учебно-методическое пособие

КАЗАНЬ

2024

УДК 502.2.08

ББК 20.18

*Принято на заседании учебно-методической комиссии ИЭИП*

*Протокол № 5 от 17 сентября 2024 года*

**Рецензент:**

Кандидат биологических наук,  
доцент кафедры биотехнологии ФГАОУ ВО «КФУ»

**П.А.Курынцева**

**Ахметзянова Л.Г., Дубина Д.Р., Гайфутдинова Н.Р.**

**Основы лабораторного анализа: учебно-методическое пособие /**

Л.Г. Ахметзянова, Д.Р. Дубина, Н.Р. Гайфутдинова – Казань, 2024. – 47 с.

Учебно-методическое пособие предназначено для изучения дисциплин «Лабораторные основы экологических исследований», «Основы лабораторного анализа в экологии». В пособии отражены основные теоретические и практические вопросы, которому посвящена дисциплина. Пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению «Экология и природопользование», «Биотехнология», а также может представлять интерес для обучающихся на смежных специальностях.

© Ахметзянова Л.Г., 2024

© Дубина Д.Р., 2024

© Гайфутдинова Н.Р., 2024

© Казанский (Приволжский)

федеральный университет, 2024

## Содержание

<b>Общие правила поведения в учебной лаборатории</b> .....	4
<b>Техника безопасности при проведении лабораторных работ</b> .....	5
<b>Лабораторная посуда</b> .....	6
<b>Стеклянная посуда</b> .....	11
<b>Фарфоровая посуда</b> .....	15
<b>Мерная посуда и вспомогательные приспособления</b> .....	16
<b>Одноразовая посуда</b> .....	18
<b>Оборудование и комплектующие</b> .....	21
<b>Тема: Расчет приготовления растворов</b> .....	27
<b>Лабораторная работа №1</b> .....	29
<b>Тема: Термометрия в лаборатории</b> .....	29
<b>Лабораторная работа №2</b> .....	32
<b>Тема: Работа с Бюреткой. Метод титрования</b> .....	32
<b>Лабораторная работа №3</b> .....	34
<b>Тема: приготовление растворов, работа с мерной посудой.</b> .....	34
<b>Лабораторная работа №4</b> .....	35
<b>Тема: Применение дезинфицирующих растворов. Дезинфекция помещений</b> .....	35
<b>Лабораторная работа №5</b> .....	36
<b>Тема приготовления питательных сред. Стерилизация, посев, культивирование микроорганизмов.</b> .....	36
<b>Лабораторная работа №6</b> .....	38
<b>Тема: Фитометрия</b> .....	38
<b>Лабораторная работа №7</b> .....	41
<b>Тема: Пробоподготовка почвенных вытяжек</b> .....	41
<b>Лабораторная работа №8</b> .....	44
<b>Тема: Применение фотометрических методов в исследованиях</b> .....	44

## **Общие правила поведения в учебной лаборатории**

✓ К выполнению лабораторных работ студент допускается только при наличии сменной обуви и специализированной одежды- лабораторного халата.

✓ Беспорядок или наличие посторонних предметов на рабочем столе совершенно недопустимы. Кроме необходимых для работы приборов на столе могут находиться только рабочая тетрадь, карандаш/+ручка. После работы необходимо убрать свое рабочее место.

✓ В лаборатории должна поддерживаться чистота. Вход в лабораторию в головных уборах и в верхней одежде запрещается.

✓ Категорически запрещается есть и пить в лаборатории (этот запрет вызван не только необходимостью поддержания чистоты, но прежде всего – вызван опасностью занесения в организм вредных и опасных для жизни веществ).

✓ Работа в лаборатории требует большого внимания, аккуратности, сознательности и вдумчивого отношения ко всем выполняемым операциям.

✓ Подходить во время работы к другим установкам запрещается.

✓ Разговоры между студентами во время работы запрещены. Если необходима консультация нужно обратиться к преподавателю.

✓ Входить в лабораторию и выходить из нее в часы занятий можно только с разрешения преподавателя.

✓ О любой замеченной вами неисправности, а также о любом несчастном случае, происшедшем с вами или вашим одногруппником, нужно немедленно сообщить преподавателю или лаборанту.

## **Техника безопасности при проведении лабораторных работ**

✓ Студент может находиться в лаборатории в присутствии преподавателя или лаборанта, а в часы занятий других групп – должен получить разрешение на присутствие от преподавателя, ведущего занятия.

✓ Студенты допускаются к выполнению лабораторных работ только с разрешения преподавателя, после беседы (коллоквиума), в котором выясняется степень подготовленности студента. До коллоквиума студент может с разрешения преподавателя внешне ознакомиться с приборами, но включать их не разрешается.

✓ Студент обязан строго придерживаться всех указаний о порядке выполнения работы, данных в описании или полученных от преподавателя. Особое внимание должно уделяться указаниям, касающихся техники безопасности при работе с конкретными приборами, а также указаниям о предельных нагрузках, токах, напряжениях.

✓ Студентам запрещается включать на щитах электроснабжения общие выключатели.

✓ Запрещается трогать приборы, не относящиеся к выполняемой на данном занятии работе.

✓ Запрещается брать приборы и лабораторную посуду с других установок. В случае отсутствия нужного прибора обратитесь к преподавателю или лаборанту.

✓ Запрещается поворачивать какие-либо рукоятки, нажимать кнопки, включать выключатели, назначение которых неизвестно или неясно студенту. Попытка «экспериментального» выяснения таких ручек может привести к выходу из строя прибора, а иногда может быть опасной для экспериментатора и окружающих людей.

## Лабораторная посуда

Лабораторная посуда – это различные сосуды и комплектующие для них, которые используются для оснащения медучреждений, диагностических центров, лабораторий, НИИ, фармацевтических компаний, химических, некоторых пищевых и других предприятий.

### Области применения

Лабораторная посуда используется для исследований различных сред, анализов и изучения проб биологических жидкостей, проведения опытов, а также выполнения различных операций: нагревания, выпарки, перегонки, фильтрования, дистилляции, охлаждения, синтеза, соединения компонентов смесей, приготовления растворов и препаратов, отбора веществ, хранения реактивов и других целей.

*По назначению выделяют такие виды лабораторной посуды:*

- мерная;
- немерная (общего назначения);
- специальная.

Мерная лабораторная посуда используется для того, чтобы отделять точные объемы жидкостей и растворов. К этому виду относят градуированные колбы, мензурки, цилиндры, а также пипетки и бюретки.

Основным материалом для их изготовления является силикатное стекло. Реже используют пластик. Некоторые элементы бюреток и пипеток изготавливают из синтетической резины, каучука, силикона.

Лабораторная посуда общего назначения имеет очень широкий спектр применения. Ее используют для нагревания, охлаждения

веществ, смешивания, проведения реакций и т.д. К ней относятся пробирки, воронки, колбы, стаканы, кристаллизаторы.

Стеклянная лабораторная посуда в большинстве случаев относится к группе немерной (общего назначения). Также этот вид приборов изготавливают из термостойкого пластика, фарфора.

В отличие от посуды общего назначения, специальная выполняет лишь одну конкретную функцию. К этому виду относятся дистилляторы, капельницы, чашки Петри, особые холодильники, дефлегматоры, тигли. Их используют для выпаривания, выращивания микроорганизмов, кристаллизации, прокаливания.

### **Изготовление лабораторной посуды**

Изготовлением большей части лабораторной посуды занимаются предприятия силикатной промышленности.

Строгие требования ставятся ко всем этапам производственного процесса: от добычи сырья до упаковки.

Песок для изготовления лабораторной посуды должен быть идеально чистым. Для этого его очищают электромагнитным методом, а также по технологии флотации. Это позволяет удалить из стекла до 99% железистых включений. Для отделения известняка и других веществ с мелким зерном используется просеивание.

На этапе отмера отдельных компонентов стекла используют сверхточное оборудование.

На стадии варки, просветления, закаливания, снятия напряжений за качеством материала следят специальные компьютеры. Благодаря автоматизации чистота, прочность и термостойкость готовой лабораторной посуды значительно повысилась.

При изготовлении тары для хранения химикатов используют затемнители и красители. Это делают для того, чтобы предотвратить воздействие на реагенты солнечного света, что может привести к началу необратимой реакции.

***Материалы для изготовления лабораторной посуды должны:***

- быть инертными к агрессивным жидкостям;
- позволять осуществлять визуальный контроль над протекающими процессами;
- быть пригодными для точных отмеров;
- иметь высокую прочность и низкий коэффициент температурного расширения.

Лабораторная посуда должна быть гладкой (не содержать вмятин и микротрещин), легко мыться, быстро высыхать.

Также большое значение имеет цена – слишком дорогие приборы использовать в таких экстремальных условиях экономически невыгодно.

Пригодными для изготовления лабораторной посуды считают те вещества, которые соответствуют всем или большинству вышеперечисленных требований. К таким материалам относятся кварцевое стекло, пластик, фарфор. Часто лабораторная химическая посуда изготавливается из металлов, в том числе и благородных (платина, серебро, золото).

**Преимущества и недостатки различных материалов для  
производства лабораторной посуды**

Самое большое распространение получила лабораторная посуда из стекла. Это связано с тем, что данный материал отвечает всем требованиям, которые ставят для таких приборов.

Стеклопосуда прозрачна на 99%, обладает высокой теплопроводностью, инертна к большинству активных химикатов. Ее можно нагревать до температуры около 1200°C, при этом форма практически не изменяется. Это возможно благодаря низкому коэффициенту температурного расширения.

При точном соблюдении технологии изготовления стеклянной посуды она получает дополнительную прочность. Достигается это посредством закаливания, а также за счет снятия внутренних напряжений.

Лабораторная посуда из пластика получила большое распространение за рубежом. Европейские научно-исследовательские центры еще в прошлом веке стали постепенно отказываться от стеклянных приборов и инструментов.

Пластиковая лабораторная посуда обладает высокой прочностью и инертностью. Этот материал не взаимодействует даже со щелочами и плавиковой кислотой. Главным недостатком пластика является узкий спектр температур, при которых с ним можно работать.

Самые термостойкие сорта полипропилена можно нагревать всего до 120-130°C. Нижний температурный рубеж находится в районе -35°C, когда пластик становится слишком хрупким для работы с ним.

Лабораторная посуда из полипропилена чаще всего используется для хранения химических реактивов и их растворов.

Главным плюсом пластика называют его цену, которая намного ниже, чем у стекла, а также его высокой безопасностью: он не образует опасных осколков при разрушении.

Фарфоровая лабораторная посуда используется для измельчения твердых веществ, а также проведения реакций, требующих быстрого нагревания. Из этого материала изготавливают ступки, пестики и тигли.

Кроме того, из фарфора делаются ложки для отбора химикатов. Это обусловлено тем, что данный материал обладает высокой инертностью, легко моется и сушится.

Лабораторная посуда из фарфора дешевле своих стеклянных аналогов. При этом она в разы прочнее и более термостойкая.

Единственным недостатком такого материала, как фарфор является его абсолютная светонепроницаемость. По этой причине из него не представляется возможным изготавливать колбы, цилиндры, мерные мензурки и стаканы.

## **Тигли**

Тигли – особая термостойкая лабораторная посуда. Их используют для плавки, прокаливания, золения веществ.

Тигли изготавливают из фарфора, малахита и различных металлов. Наиболее популярным из них является железо, что обусловлено его доступностью и низкой ценой. Тем не менее, рабочий срок железной посуды строго ограничен. Это связано с высокой окисляемостью. Активность взаимодействия с разными реагентами также ограничивает и область применения железных приборов.

Для особых целей может быть изготовлена посуда из платины, золота, серебра, меди. Эти металлы хоть и дорогие, но обладают низкой активностью. Так, плавиковая кислота – одна из самых едких веществ – может храниться в платиновых резервуарах.

Кварцевая лабораторная посуда обладает ценными физико-химическими свойствами. Она стойка к воздействию органическими и неорганическими кислотами, ионизирующим и лазерным излучениям, характеризуется идеальной прозрачностью.

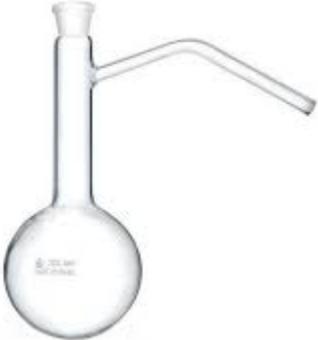
Посуду из кварца используют для проведения опытов при повышенной температуре, давлении, интенсивном радиационном воздействии. Этот материал стоек к нагреванию и резкому охлаждению.

Главным конкурентом кварца при производстве лабораторной посуды является боросиликатное стекло. Оно дешевле, но при этом практически не уступает дорогостоящим материалам.

В ряде характеристик, например проницаемости для молекул водорода, азота, гелия, при нагревании боросиликатному стеклу нет равных.

## Стеклоянная посуда

Изображение	Название
	Пробирки лабораторные

	<p>Химический стакан</p>
	<p>Колба плоскодонная</p>
	<p>Колба коническая</p>
	<p>Колба Вюрца</p>

	Склянка
	Капельница Шустера
	Бюкс
	Воронка

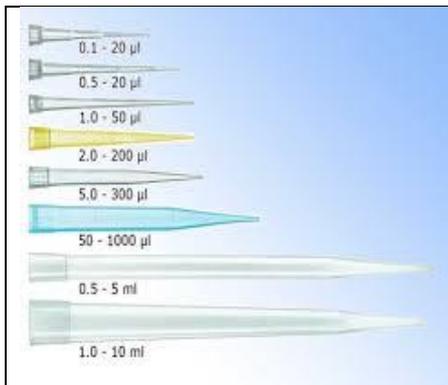
	<p>Воронка Бюхнера</p>
	<p>Колба Бюнзена</p>
	<p>Чашка Петри</p>
	<p>Пипетка Пастера</p>

	Горелка спиртовая
	Эксикатор
<b>Фарфоровая посуда</b>	
	Стакан фарфоровый

	<p>Шпатель</p>
	<p>Чаша фарфоровая</p>
<p><b>Мерная посуда и вспомогательные приспособления</b></p>	
	<p>Мерный цилиндр</p>

	Мензурка
	Бюретка
	Пипетка Мора
	Груша

	Штатив для бюретки
	Мерная колба с пробкой
<b>Одноразовая посуда</b>	
	Пробирки типа «Эппендорф»



Наконечники для дозатора



Штатив для наконечников



Пипетка Пастера одноразовая

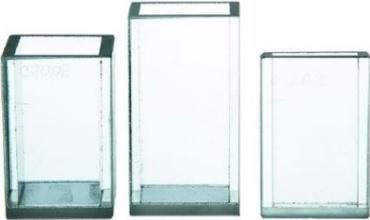


Ванночка для реактивов

 A clear plastic microcentrifuge tube with a green cap and a graduated scale on the side, used for laboratory samples.	<p>Фалькон</p>
 <small>mir-rashikimirov.sau.uz</small>	<p>Контейнер для утилизации отходов</p>

## Оборудование и комплектующие

Изображение	Название	Применение/краткое описание
	Дозатор	Механическое устройство для отбора пробы. используются для точного дозирования жидкостей объемом от 0.1 мкл до 1 литра
	Дозатор многоканальный	Механическое устройство для отбора 8 проб одновременно. используются для точного дозирования жидкостей объемом от 0.1 мкл до 1 литра

	<p>Спектрофотометр</p>	<p>используется для измерения спектров пропускания или спектров отражения</p>
	<p>Кювета для спектрофотометра</p>	<p>используется для измерения спектров пропускания или спектров отражения</p>
	<p>Весы технические</p>	<p>Весы с ценой деления от 100 мг и минимальным набором встроенных функций и приложений</p>

	<p>Весы аналитические</p>	<p>Высокоточное оборудование для определения массы тел, которое применяется в лабораторно- исследовательской деятельности и занимает в ней особое место.</p>
	<p>Термостат</p>	<p>Специальная универсальная регулирующая техника для дискретного управления такими процессами, как нагрев и охлаждение.</p>
	<p>Ламинарный бокс</p>	<p>Лабораторный прибор для работы с биологическим и объектами в стерильных условиях.</p>

	<p>Автоклав</p>	<p>Используют для стерилизации медицинских или лабораторных инструментов, емкостей, биологических образцов, питательных сред и др.</p>
	<p>Центрифуга</p>	<p>предназначена для разделения неоднородных жидкостей плотностью до <math>2 \text{ г/см}^3</math> с помощью центробежных сил.</p>
	<p>Рефрактометр ручной</p>	<p>Инструмент, измеряющий показатель преломления света в среде.</p>

	<p>Биноклярный микроскоп</p>	<p>оптический прибор, микроскоп с двумя наборами линз, позволяющий наблюдать объект одновременно двумя глазами</p>
	<p>Гигрометр</p>	<p>Устройство для измерения влажности воздуха</p>

 <p>A laboratory thermometer with a red bulb at the bottom and a glass tube containing a red liquid. The tube has a scale with markings. A small logo is visible at the bottom right of the image area.</p>	<p>Термометр</p>	<p>Стеклянная колба, заполненная ртутью, применяется для измерения температуры</p>
--	------------------	--

## Тема: Расчет приготовления растворов

### Задача 1

Приготовить 1 л 0,5м раствора NaCl

### Задача 2

Приготовить раствор  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  0,1м в колбе 100мл

### Задача 3

Какую массу соли необходимо взять для приготовления 100 мл 1 % раствора?

### Задача 4

Какой объем исходного раствора концентрацией 200 мг/л нужно взять для приготовления раствора концентрацией 10 мг/л в колбе на 25 мл?

### Задача 5

Какой объем исходного раствора концентрацией 33% нужно взять для приготовления раствора концентрацией 5% в колбе на 1 л. Значение округлить до десятых

### Задача 6

Какая масса хлорида цинка потребуется для приготовления раствора этой соли объемом 500 мл и с концентрацией 1 моль/л?

### Задача 7

Для приготовления рабочего раствора концентрацией 0,5 % объемом 500 мл необходимо приготовить основной раствор концентрацией 10% соли в колбе на 100 мл. Рассчитать массу навески соли и объем основного раствора для приготовления требуемого рабочего раствора.

### Задача 8

Для приготовления рабочего раствора концентрацией 0,1мг/л объемом 500 мл необходимо приготовить основной раствор концентрацией 100 мг/л из соли в колбе на 100 мл. Рассчитать массу

навески соли и объем основного раствора для приготовления требуемого рабочего раствора.

### **Задача 9**

Для приготовления рабочего раствора концентрацией 0,1% объемом 1л необходимо приготовить основной раствор концентрацией 1% из соли в колбе на 100 мл. Рассчитать массу навески соли и объем основного раствора для приготовления требуемого рабочего раствора.

## Лабораторная работа №1

### Тема: Термометрия в лаборатории

<b>Цель</b>	определить температуру и влажность в помещении
<b>Оборудование</b>	✓ ртутный термометр лабораторный ТЛ-2М №4 ✓ гигрометр психрометрический вит-2.
<b>Материалы (реактивы):</b>	-

Ртутные термометры. Представляет собой стеклянную колбу, заполненную ртутью. Принцип работы: при повышении температуры жидкость в сосуде расширяется и поднимается до высоких показателей, соответственно при снижении – ртуть сжимается и опускается вниз. Прибор могут заполнять не только ртутью, но спиртосодержащими веществами.

**Принцип действия гигрометра** основан на том, что чем выше влажность воздуха и ниже температура, тем хуже испаряется вода в резервуаре под влажным термометром, и наоборот. Так как значения зависят от испарения влаги, поэтому этот тип гигрометров называется психрометрический. При влажности в 100% из резервуара вода совсем не будет испаряться, тогда **применение гигрометра невозможно.**

**Сухой термометр** показывает фактическую температуру в помещении. Влажный показывает температуру окружающей среды с учетом испарения. Разность между показаниями двух термометров – относительная влажность.

Мокрый термометр погружен в стеклянную трубку с загибом на конце, куда доливается вода, желательно по качеству не ниже

дистиллированной. От качества воды будет зависеть качество показаний, налет на термометре и долговечность фитиля. Фитиль — длинная полоска ткани (марля, батист, шифон), которая подает капиллярные потоки воды на нижнюю часть «мокрого термометра».

*Алгоритм использования гигрометра ВИТ:*

1. Распечатать коробку, проверить целостность и полноту комплектации. Проверить штамп завода изготовителя о поверке.

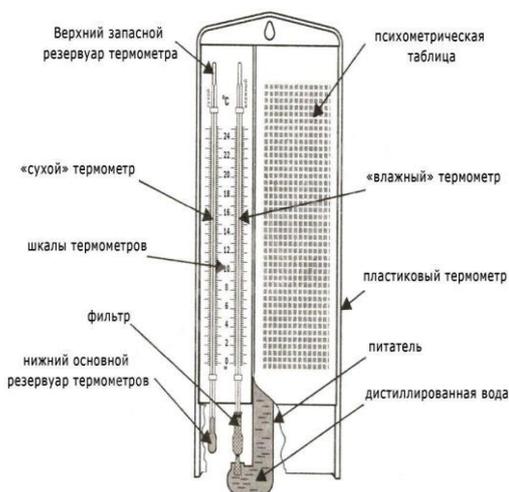
2. Тканевый питатель снять с нижнего резервуара термометра с красноватой жидкостью.

3. Трубку питателя достать из пластикового корпуса, перевернуть и наполнить дистиллированной водой почти доверху.

4. Вставить в корпус, перевернуть в нормальное положение. Часть воды окажется в изгибе питателя, который будет находиться под шариком влажного термометра. Большая часть воды (столб) находится в трубке питателе. Это позволит наполнять **гигрометр комнатный** водой очень редко.

5. Тканевая полоска должна быть на кончике термометра, а ее второй конец в изгибе питателя, в воде. Термометр вставлять в воду нельзя, так тогда будет измеряться температура воды, а не помещения с учетом испарения. От воды до кончика термометра должно быть от 5 мм.

6. Прикрепить гигрометр на стену, чтобы было легко снимать показания (на высоте лица). Стена должна быть прочной, без вибрации, любых источников нагрева или охлаждения.



7. Для тех, кому нужна влажность до десятых или даже сотых, необходимо измерять скорость аэрации (при помощи крыльчатого У5).

8. Прибор оставляется на стене в спокойном состоянии, пока не примет температуру окружающей среды. Теперь можно снять показания, посчитать разницу и по таблице узнать значение влажности в помещении. Если в паспорте была указана погрешность, ее нужно учитывать, прибавляя или отнимая погрешность прибора.

9. Полученное значение необходимо записать в журнал гигрометра.

#### **Ход работы:**

1. Произвести измерение температуры воздуха в 4-х точках помещения на уровне 1,5 м от пола в течение 5 минут

2. Произвести измерение влажности с применением гигрометра психрометрического вит-2

3. Описать принцип работы термометра и гигрометра, заполнить журнал температуры

4. Описать результаты работы, сформулировать выводы.

## Лабораторная работа №2

### Тема: Работа с Бюреткой. Метод титрования

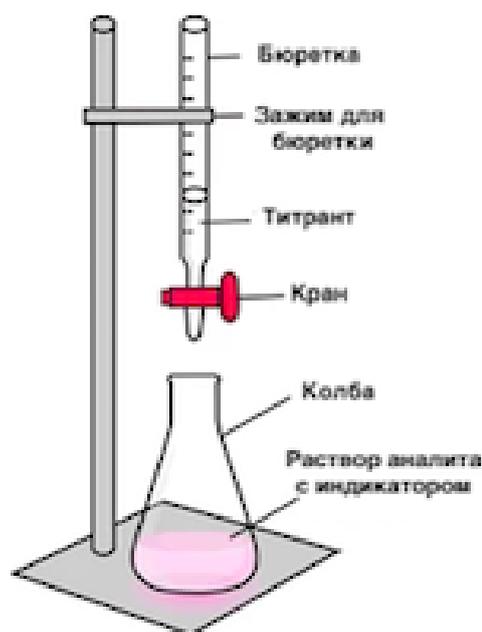
<b>Цель:</b>	освоить навык объемного титрования
Оборудование	✓ бюретка, ✓ штатив, ✓ коническая колба, ✓ капельница с индикатором, ✓ мерный цилиндр, ✓ химический стакан, ✓ фарфоровый стакан для слива.
Материалы (реактивы)	✓ раствор NaOH малярной массой 0,05М, ✓ раствор HCl малярной массой 0,1М, ✓ индикатор фенолфталеин.

Титрование - один из наиболее широко применяемых аналитических методов.

- Суть метода заключается в определении количества реагента известной концентрации (титранта), требуемого для количественной реакции с определяемым веществом. 2

#### Ход работы:

1. 20 мл раствора NaOH перенести в коническую колбу
2. Добавить



фенолфталеин до розового окрашивания

3. Оттитровать раствором HCl до фиксации изменения окраски с розового до бесцветного, Зафиксировать объем
4. Рассчитать точную концентрацию NaOH
5. Описать результаты, сформулировать выводы.

### Лабораторная работа №3

**Тема:** приготовление растворов, работа с мерной посудой.

<b>Цель:</b>	приготовить серию растворов различной концентрации, рассчитать ее.
<b>Оборудование:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ мерная колба 50мл, 100мл,</li><li>✓ химические стаканы,</li><li>✓ пипетки 1мл, 2мл, 5 мл, 10 мл,</li><li>✓ шпатель,</li><li>✓ груша,</li><li>✓ весы аналитические</li></ul>
<b>Материалы</b>	✓ $K_2Cr_2O_7$ в порошке

#### **Ход работы:**

1. Взять навеску 0.1 г  $K_2Cr_2O_7$  для исходного раствора
2. Приготовить основной раствор в мерной колбе на 100 мл с использованием дистиллированной воды
3. Вычислить полученную концентрацию исходного раствора
4. Приготовить серию рабочих растворов разной концентрации по заданным объемам (в мерных колбах 50 мл)
5. Вычислить полученную концентрацию разных растворов
6. Описать результаты работы, сформулировать выводы.

## Лабораторная работа №4

**Тема:** Применение дезинфицирующих растворов. Дезинфекция помещений

<b>Цель:</b>	освоить навыки приготовления дезинфицирующих растворов. Произвести дезинфекцию помещений
<b>Оборудование</b>	✓ мерная колба, ✓ пипетка, ✓ груша
<b>Материалы:</b>	✓ концентрированный раствор $\text{H}_2\text{O}_2$ (30%), ✓ раствор спирта $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (70%)

### **Ход работы**

1. Приготовить рабочий раствор примеси  $\text{H}_2\text{O}_2$  с концентрацией 0,5%
2. Приготовить рабочий раствор спирта  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  (40%)
3. Произвести обработку поверхности
4. Описать результаты работы, сформулировать выводы.

## Лабораторная работа №5

**Тема** приготовление питательных сред. Стерилизация, посев, культивирование микроорганизмов.

<b>Цель</b>	освоить основные навыки работы в микробиологической лаборатории.
<b>Оборудование</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ автоклав,</li><li>✓ сушильный шкаф,</li><li>✓ ламинарный бокс</li><li>✓ чашки Петре (ЧП),</li><li>✓ коническая колба на 1 л,</li><li>✓ спиртовой раствор для обработки рук</li></ul>

Питательная среда для культивирования.

Отбор проб, как и при исследовании любого объекта, является наиболее ответственным. Правильное взятие проб гарантирует точность исследования. В закрытых помещениях точки отбора проб устанавливаются из расчета на каждые 20 м площади - одна проба воздуха, по типу конверта: 4 точки по углам комнаты (на расстоянии 0,5 м от стен) и 5-я точка - в центре. Пробы воздуха забираются на высоте 1,6—1,8 м от пола - на уровне дыхания в жилых помещениях. Пробы необходимо отбирать днем (в период активной деятельности человека), после влажной уборки и проветривания помещения. Атмосферный воздух исследуют в жилой зоне на уровне 0,5—2 м от земли вблизи источников загрязнения, а также в зеленых зонах (парки, сады и т.д.) для оценки их влияния на микрофлору воздуха. Для отбора воздуха на уровне 0,5-2м от земли используют специальные штативы.

Следует обратить внимание на то, что при отборе проб воздуха во многих случаях происходит посев его на питательную среду.

Седиментационный - наиболее старый метод, широко распространен благодаря простоте и доступности, однако является неточным. Метод предложен Р. Кохом и заключается в способности микроорганизмов под действием силы тяжести и под влиянием движения воздуха (вместе с частицами пыли и капельками аэрозоля) оседать на поверхность питательной среды в **открытые чашки Петри**. Чашки устанавливаются в точках отбора на горизонтальной поверхности.

**Седиментационный метод имеет ряд недостатков:** на поверхность среды оседают только грубодисперсные фракции аэрозоля; нередко колонии образуются не из единичной клетки, а из скопления микробов; на применяемых питательных средах вырастает только часть воздушной микрофлоры. К тому же этот метод совершенно непригоден при исследовании бактериальной загрязненности атмосферного воздуха.

### **Ход работы**

1. Произвести расчет и приготовить навеску для питательных сред.
2. Приготовить необходимое количество ЧП для стерилизации, произвести стерилизацию среды в автоклаве.
3. Разлить готовую среду по ЧП
4. Поставит контроль стерильности среды и посуды. Для этого предварительно подготовленную ЧП инкубировать в термостате при температуре 37 °С в течение 24ч. Среду и посуду считать стерильной, если КОЕ не обнаружено.
5. Произвести посев седиментационным методом
6. Культивировать в термостате в течении 24ч при температуре 37°С Через 24ч произвести контроль стерильности.
7. Описать результаты работы, сформулировать выводы

## Лабораторная работа №6

### Тема: Фитометрия

<b>Цель:</b>	измерить показатели роста и развития растений
<b>Оборудование</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ емкости по 250 мл пластиковые,</li><li>✓ шпатель пластиковый,</li><li>✓ аналитические весы,</li><li>✓ весы технические</li></ul>

Количественная оценка роста растений и формообразования получила название морфометрии. Она подробно разработана в трудах И. Квета, Р. Ханта, П. Редфорда, И. В. Карманов и других специалистов. В морфометрических исследованиях за основу берется учета состояния растения и учет показателей в ее основных органах. В первую очередь это размер общей фитомассы или, чаще, всего размер надземной фитомассы ( $W$ , в г), размер листовой поверхности ( $A$ , в  $см^2$ ), высота растения ( $A$ , в см), количество листьев ( $NL$ , в шт. ) и др. Для установления темпов роста эти показатели у особей учитывают несколько раз с интервалами между ними в 7-10 дней.

Один из базовых показателей роста - это абсолютная скорость увеличения фитомассы ( $AGR$ ), вычисляемый по формуле

В ростовых процессах важную роль играют листья - центры фотосинтеза. Поэтому естественно при общей оценке роста включить в расчетную формулу и показатели прироста листовой поверхности. Это позволяет вычислить чистую продуктивность фотосинтеза ( $NAR$ ):

Морфометрический подход дает точную информацию о темпах роста растений в разных условиях и широко используется в экологических исследованиях. Он показывает, какой конкретный вид в зависимости от условий существования имеет большую кривую роста той или иной особи.

Множество работ посвящено изучению морфо-физиологических показателей фотосинтезирующих органов растения и их вклада в формирование урожая одной из важнейших сельскохозяйственных культур – яровой пшеницы. Ее морфологии, а именно: линейные размеры (длина надземной части растений и ширина флагового листа), вес надземной части (сырая масса) и их соотношения у контрольных растений. Для получения надежных средних данных необходимо промерить 100–200 растений. При определении сложных биометрических характеристик (площадь листьев, сырой и сухой вес отдельных органов и др.) срез и промер такого большого количества растений иногда являются затруднительными

### **Ход работы**

1. Приготовить 2 навески почвы по 50г
2. Посеять 5 семян овса в каждый стакан
3. Увлажнить почву
4. Культивировать при температуре 24 °С, естественном освещении, по необходимости поливать.
5. Произвести измерения морфометрических показателей
  - фитомассы
  - длины надземной части
  - длины корневой части
6. Описать результаты работы, внести результаты в таблицу, сделать выводы.

	Стакан 1					Стакан 2				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Длина подземной части (см)										
Длина стебля (см)										
Фитомасса (г)										
Средняя длина корня (см)										
Средняя длина стебля (см)										
Средняя масса (г)										

## Лабораторная работа №7

### Тема: Пробоподготовка почвенных вытяжек

<b>Цель:</b>	освоить навыки пробоподготовки почвенных вытяжек сравнить способы получения элюта из почвенной вытяжки (метод центрифугирования, метод фильтрования через фильтр «Бумажный фильтр синяя лента»)
<b>Оборудование:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ технические весы,</li><li>✓ воронка стеклянная,</li><li>✓ колба коническая 100мл,</li><li>✓ пробирка центрифужная (фалькон),</li><li>✓ химический стакан,</li><li>✓ фильтровальная бумага.</li></ul>
<b>Материалы</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ почва</li></ul>

**Хроматографический метод** — один из важных и распространенных методов фитохимического анализа. Он эффективен и удобен для разделения многокомпонентных смесей, для очистки и идентификации соединений. По механизму разделения

различают три основных вида хроматографии: адсорбционную, распределительную и ионообменную.

**Гравиметрический (весовой) анализ** основан на выделении суммы веществ путем их осаждения из различных растворителей или за счет получения нерастворимых комплексных соединений и последующего установления массы взвешиванием осадка на аналитических весах. Точность метода определяется чувствительностью весов, которая обычно составляет  $\pm 0,0001$  г. Гравиметрический метод количественного химического анализа, основанный на точном измерении массы вещества. Использует закон сохранения массы веществ при химических превращениях.

**Титриметрические (объемные) методы** весьма разнообразны и зависят от химических свойств исследуемых соединений. Для этих целей используются методы прямого и обратного титрования. В основе титриметрических методов могут быть реакции следующих типов: кислотно-основные, окислительно-восстановительные, реакции осаждения и образования комплексных соединений.

К **оптическим методам** относятся фотометрия, флуориметрия, денситометрия с использованием хроматографии на бумаге и в тонком (закрепленном и незакрепленном) слое сорбента, а также поляриметрия. Большинство современных нормативно-технических документов на лекарственное растительное сырье в качестве одного из важнейших числовых показателей включает нормирование содержания основных физиологически активных веществ. Их определение проводится использованием химических и физико-химических методов.

### **Ход работы:**

1. Этап. Пробоподготовка

1.1. Приготовить почвенную суспензию- в коническую колбу: поместить 1г почвы, прилить 50мл дистиллированной воды, перемещать в течении 10 мин с применением ротатора.

1.2. 10 мл почвенной суспензии отлить в центрифужную пробирку, поместить в ротор центрифуги.

1.3. Центрифугирование произвести при 3500-5000 оборотах в течение 10 мин.

1.4. Остаток суспензии отфильтровать

1.5. По 10 мл элюата полученного двумя способами поместить в предварительно доведенные до постоянной массы химические стаканы объемом 50 мл

2. Измерительная часть .

2.1. Доведение до постоянной массы: пустой стакан поместить с сухо-жаровый шкаф и нагреть до температуры 105 °С в течение 8 ч.

2.2. В доведенный до постоянной массы пустые стаканы поместить по 10 мл элюата, нагревать до температуры 105 °С

2.3. Высушить до постоянной массы в течение от 2 до 5 часов. Расчет массы солевого осадка произвести по формуле:

$$M=(m_1-m_2)/10\text{мл}= A\text{мг/мл вытяжки}$$

$$M=(m_2-m_1)*50\text{мл}/10\text{мл}*1\text{г}=N\text{мг/мг почвы}$$

3. Описать результаты, сравнить два способа получения элюата сформулировать выводы.

## Лабораторная работа №8

### Тема: Применение фотометрических методов в исследованиях

<b>Цель</b>	освоить навыки работы с фотоэлектроколориметром
<b>Оборудование</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ мерный цилиндр,</li><li>✓ химический стакан,</li><li>✓ коническая колба.</li></ul>
<b>Материалы:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ водоросли <i>Scentdesmus quadricauda</i>,</li><li>✓ аквариумная вода.</li></ul>

Фотометрические исследования проводят с помощью фотоколориметров и спектрофотометров. Измерение оптической плотности стандартного и исследуемого окрашенных растворов всегда производят по отношению к раствору сравнения (нулевому раствору). В качестве раствора сравнения можно использовать часть исследуемого раствора, содержащего все добавляемые компоненты, кроме реагента, образующего с определенным веществом окрашенное соединение. Если раствор сравнения при этом остается бесцветным и, следовательно, не поглощает лучей в видимой области спектра, то в качестве раствора сравнения можно использовать дистиллированную воду.

Спектрофотометры позволяют разлагать белый свет в непрерывный спектр, выделять из этого спектра узкий интервал длин волн, в пределах которого световой пучок можно считать монохроматическим (ширина выделяемой полосы спектра 1 – 20 нм), пропускать изолированный пучок света через анализируемый раствор и измерять с высокой степенью точности интенсивность этого пучка.

Поглощение света окрашенным веществом в растворе измеряют, сравнивая его с поглощением нулевого раствора. В фотометрическом спектрофотометре сочетаются два основных прибора: монохроматор, служащий для получения монохроматического светового потока, и фотоэлектрический фотометр, предназначенный для измерения интенсивности света.

Монохроматор состоит из трех основных частей: источника света, диспергирующего устройства (устройства, разлагающего белый свет в спектр) и приспособления регулирующего величину интервала длин волн светового пучка, падающего на раствор.

Для разложения света в спектр применяются стеклянные и кварцевые призмы, а также дифракционные решетки. Призмы обладают довольно большой дисперсией и большой светосилой. Кварцевые призмы дают возможность работать в ультрафиолетовой области спектра. Очень важной деталью спектрофотометра является щель, с помощью которой можно регулировать интенсивность светового потока: чем меньше ее раскрытие, тем меньше света проходит через нее и тем уже интервал длин волн светового пучка, пропускаемого щелью.

Фотоэлектрический фотометр состоит из вакуумных фотоэлементов, усилителя постоянного тока и компенсирующего устройства (потенциометра), шкала которого проградуирована в единицах оптической плотности и процентах светопропускания.

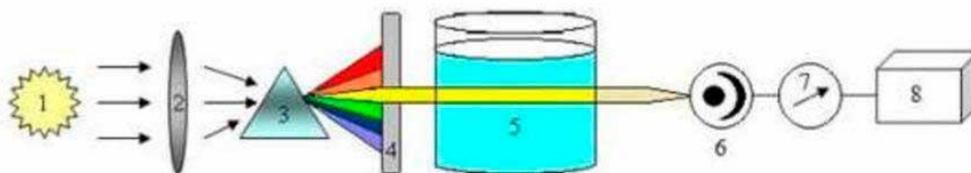
В основу работы спектрофотометра положен принцип измерения отношения двух световых потоков: потока, прошедшего через исследуемый образец, и потока, падающего на исследуемый образец (или прошедшего через контрольный образец).

Световой пучок из осветителя попадает в монохроматор через входную щель и разлагается дифракционной решеткой в спектр. В монохроматический поток излучения, поступающий из выходной щели в кюветное отделение, поочередно вводятся контрольный и

исследуемый образцы. Излучение, прошедшее через образец, попадает на катод фотоэлемента в приемно-усилительном блоке. Электрический ток, проходящий через резистор  $R_H$ , который включен в анодную цепь фотоэлемента, создает на резисторе падение напряжения, пропорциональное потоку излучения, падающему на фотокатод.

Усилитель постоянного тока с коэффициентом усиления близким к единице, обеспечивает передачу сигналов на вход микропроцессорной системы (далее - МПС), МПС по команде оператора поочередно измеряет и запоминает напряжения  $U_T$  и  $U$ , пропорциональные темновому потоку фотоэлемента, потоку, прошедшему через контрольный образец, и потоку, прошедшему через исследуемый образец. После измерения МПС рассчитывает коэффициент пропускания  $T$  исследуемого образца. Значение измеренной величины высвечивается на цифровом фотометрическом табло

## Принципиальная схема спектрофотометра



1) Источник света;

2) Линза;

3) Монохроматор;

4) Дифракционная решетка;

5) Кювета с окрашенным раствором;

6) Фотоэлемент;

7) Детектор;

8) Дисплей показания оптической плотности



## Ход работы:

1. Построить график зависимости оптической плотности от концентрации *Scenedesmus quadricauda*,. Для этого приготовить серию разведений с различной концентрацией (100%, 50%, 25%, 12,5%) в колбе на 25мл
2. Произвести измерения оптической плотности градуировочных растворов на СФ
3. Построить градуировочный график (линию тренда)
4. Произвести измерение концентрации в опытной пробе
5. Описать результаты работы, сформулировать выводы.