

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

*З.Х. Султыгова*

*маг* 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРОБОПОДГОТОВКИ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ  
СРЕДЫ»**

(наименование дисциплины)

**Основной профессиональной образовательной программы**

04.06.01 Химические науки

Профиль 02.00.02 Аналитическая химия

(код и наименование направления специальности)

**Квалификация выпускника**

Исследователь. Преподаватель -исследователь

**Форма обучения**

очная

(очная, заочная)

МАГАС, 2018 г.

Составители рабочей программы

профессор, в.к.н., др. | З.М. Султанова З.Х.  
(должность, уч. степень, звание) (подпись) (Ф. И. О.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры ХИМИИ

Протокол заседания № 6 от «24» апреля 2018 г.

Заведующий кафедрой

З.М. Султанова З.Х.  
(подпись) (Ф. И. О.)

Рабочая программа одобрена учебно-методическим советом  
ХИМИИ - БИОЛОГИЧ. факультета.  
(к которому относится кафедра-составитель)

Протокол заседания № 4 от «28» апреля 2018 г.

Председатель учебно-методического совета  
Пичева А.И.  
(подпись) (Ф. И. О.)

Рабочая программа одобрена учебно-методическим советом  
факультета  
(к которому относится данное направление подготовки/специальность)

Протокол заседания №     от «   »     20    г.

Председатель учебно-методического совета

   /   /  
(подпись) (Ф. И. О.)

Программа рассмотрена на заседании Учебно-методического совета университета

протокол № 5 от «23» мая 2018 г.

Председатель

Учебно-методического совета университета Хашацурьян Ш.В.  
(подпись) (Ф. И. О.)

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Современные методы пробоподготовки объектов окружающей среды» является обучение теоретическим и практическим основам выбора метода количественного анализа и идентификации веществ в объектах окружающей среды.

### Задачи дисциплины:

Задача дисциплины состоит в том, что на основании полученных теоретических знаний и практического овладения методами анализа объектов окружающей среды, а также методами расчета результатов эксперимента, аспиранты могли правильно выбирать методы исследования объектов в соответствии с поставленной перед ними проблемой, разработать схему анализа, практически провести его и интерпретировать полученные результаты.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Современные методы пробоподготовки объектов окружающей среды» относится к дисциплинам по выбору вариативной части; изучается в 5 семестре.

Перечень дисциплин, необходимых для изучения дисциплины: неорганическая химия, квантовая химия, физика, математика.

Таблица 2.1.

Связь дисциплины «Современные методы пробоподготовки объектов окружающей среды» с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения

Код дисциплины	Дисциплины, предшествующие дисциплине «Современные методы пробоподготовки объектов окружающей среды»	Семестр
Б1.В.ОД.1	Аналитическая химия	4
Б1.В.ОД.4	Аналитическая химия органических соединений	3
Б1.В.ДВ.5	Методология научных исследований	3

Таблица 2.2.

Связь дисциплины «Современные методы пробоподготовки объектов окружающей среды» с последующими дисциплинами и сроки их изучения

Код дисциплины	Дисциплины, следующие за дисциплиной «Современные методы пробоподготовки объектов окружающей среды»	Семестр
Б1.В.ОД.6	Актуальные задачи современной аналитической химии	6
Б2.2.	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	6

**В результате изучения дисциплины аспирант должен:**

**знать:** основы аналитической химии, существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии; принципы и области использования основных методов химического анализа (химических, физических, физико-химических), иметь представление об особенностях анализа объектов окружающей среды;

**уметь:** подготавливать объекты исследования для анализа, проводить экспериментальные исследования по заданной методике, работать на аппаратуре, применяемой в аналитических исследованиях, применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, подготовить отчет о выполненной работе.

**владеть:** навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций; навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов; владеть физико-химическими методами анализа различных соединений, иметь представление об особенностях объектов анализа, владеть методологией выбора и применения методов анализа, иметь навыки их применения, владеть метрологическими основами анализа и приемами пробоотбора и пробоподготовки объектов окружающей среды

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

- а) универсальных (УК) – УК-3**
- б) общепрофессиональных (ОПК) – ОПК-2;**
- в) профессиональных (ПК) – ПК-2**

**Таблица 3.1.**

**Матрица связи компетенций, формируемых на основе изучения дисциплины «Современные методы пробоподготовки объектов окружающей среды» с временными этапами освоения ее содержания**

Коды компетенций (ФГОС)	Компетенция	Семестр
УК-3	участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;	5
ОПК-2	Способность организовывать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук	5
ПК-2	Способность к выбору оптимальных методов качественного и количественного определения состава вещества и владение ими	5

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Таблица 4.1.  
Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	3 семестр
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия	16	16
Лекции	8	8
Лабораторные занятия	8	8
Контроль самостоятельной работы (КСР)	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС)	56	56
Контроль	-	-

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Таблица 5.1.

#### Структура и содержание дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины	семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Форма промежуточного контроля
				Лекции	Лаборат. занятия	СРС	
1.	Введение.	4	1-2	1		6	Тест
2.	Пробоотбор и пробоподготовка.	4	3-5	1	2	10	
3.	Концентрирование и разделение как стадии пробоподготовки.	4	6-8	2	2	10	Тест
4.	Анализ вод.	4	9-12	2	2	10	
5.	Анализ воздуха	4	12-14	1	1	10	Тест
6.	Анализ почв и донных отложений.	4	15-18	1	1	10	Устный опрос
	<b>Итого:</b>			8	8	56	

## Конкретизация результатов освоения дисциплины

<b>УК-3: участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач</b>		
<b>Знать:</b> методы критического анализа и оценки современных научных достижений, методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, методы научно-исследовательской деятельности.	<b>Уметь:</b> анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов.	<b>Владеть:</b> навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера возникающих в науке на современном этапе ее развития, владеть технологиями планирования профессиональной деятельности в сфере научных исследований
<b>ОПК-2: способность организовать работу исследовательского коллектива в области профессиональной деятельности</b>		
<b>Знать:</b> цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; основные источники научной информации и требования к представлению информационных материалов	<b>Уметь:</b> составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов, проводить исследования по согласованному с руководителем плану, представлять полученные результаты	<b>Владеть:</b> систематическими знаниями по направлению деятельности; углубленными знаниями по выбранной направленности подготовки, базовыми навыками проведения научно-исследовательских работ по предложенной теме.
<b>ПК-2: способность к выбору оптимальных методов качественного и количественного определения состава веществ и владение ими</b>		
<b>Знать:</b> неорганическую химию, аналитическую химию, инструментальные методы анализа в рамках аспирантуры.	<b>Уметь:</b> понимать основы строения и свойства неорганических и органических соединений.	<b>Владеть:</b> базовыми теоретическими представлениями и методами разделения и концентрирования, химическими методами определения, принципами анализа различных объектов.

## Содержание дисциплины «Современные методы пробоподготовки объектов окружающей среды»

**1. Введение.** Химико-аналитический контроль реальных объектов и его роль в промышленности, геологии, сельском хозяйстве, медицине. Основные объекты анализа. Аналитический цикл и его основные этапы.

**2. Пробоотбор и пробоподготовка.** Представительная проба, способы ее получения. Факторы, определяющие размер пробы. Отбор пробы твердых, газообразных и жидких веществ. Особенности отбора проб сельскохозяйственных продуктов и других биологических материалов. Транспортировка и хранение проб, способы их консервации. Разложение проб. Выбор способа разложения. "Сухое" и "мокрое" разложение. Сплавление и спекание, последующее растворение как способ перевода пробы в растворимое состояние. Интенсификация процессов разложения объектов различной природы. Использование для разложения высоко агрессивных реагентов, повышенных температур и давления. Автоклавы, преимущества их использования. Ускоренное разложение под действием ультразвукового и микроволнового полей. Способы интенсивного разложения органических веществ (катализ, фотолиз, плазменная деструкция). Унификация подготовки проб объектов различной природы.

**3. Концентрирование и разделение как стадии пробоподготовки.** Основные методы концентрирования: сорбция, экстракция, криогенный способ, фильтрационные и мембранные методы, сверхкритическая флюидная экстракция, реакционная газовая экстракция и др. Связь этапа пробоподготовки с последующим методом определения. Основные критерии, определяющие выбор метода определения (точность, чувствительность, избирательность и др.).

Роль химического анализа в решении проблем окружающей среды. Аналитическое обеспечение системы экологического мониторинга. Предельно допустимые концентрации. Приоритетные загрязняющие вещества. Суперэкоотоксиканты.

**4. Анализ вод.** Классификация вод. Основные аналитические проблемы. Пробоотбор и хранение проб. Определение обобщенных физических и химических показателей, определяющих качество воды: прозрачности, мутности, цветности, водородного показателя, окислительно-восстановительного потенциала, щелочности, растворенного кислорода, окисляемости, химического и биохимического потребления кислорода (ХПК и БПК). Биотестирование как способ оценки качества вод. Определение индивидуальных неорганических компонентов вод: хлоридов, фторидов, нитритов, нитратов, фосфатов, серосодержащих анионов, ионов аммония, щелочных и щелочно-земельных металлов.

Определение жесткости воды. Определение свободного хлора.

**5. Анализ воздуха.** Основные проблемы анализа городского воздуха, воздуха рабочей зоны, промышленных и транспортных выбросов. Способы и методы отбора проб воздуха. Артефакты, возникающие в процессе пробоотбора.

Химический состав воздуха. Определение неорганических компонентов воздуха природного и техногенного происхождения: озона, оксидов углерода, азота, серы, аммиака, сероводорода. Определение органических соединений: алифатических и ароматических углеводородов, карбонильных и хлорорганических соединений, фенолов, спиртов, эфиров, металлоорганических соединений, меркаптанов, алифатических аминов. Анализ газовых выбросов автотранспорта. Аэрозоли: образование в атмосфере, роль в переносе нелетучих загрязняющих веществ, особенности пробоотбора и анализа. Автоматизация анализа воздуха. Основные типы газоанализаторов. Дистанционные методы анализа.

**6. Анализ почв и донных отложений.** Особенности почвы как объекта окружающей среды. Пробоотбор. Химический состав почв.

Задачи аналитического контроля. Определение обобщенных показателей: емкости катионного обмена, кислотности, окислительно-восстановительного потенциала, содержания легкорастворимых солей, биологической активности. Определение неорганических компонентов. Элементный и молекулярный анализ.

Пробоподготовка. Анализ водной вытяжки на содержание нитратов, нитритов, хлоридов, сульфатов, щелочных и щелочно-земельных металлов. Определение тяжелых металлов: валового содержания и подвижных форм. Определение органических компонентов. Элементный анализ: определение органического углерода и органического азота. Определение токсичных веществ: пестицидов, нефтепродуктов, полиароматических углеводородов, хлорорганических соединений. Методы извлечения и концентрирования загрязняющих органических веществ.

## **6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

При изучении теоретического курса используются методы ИТ - применение компьютеров для доступа к интернет-ресурсам, использование обучающих программ для расширения информационного поля, обеспечения удобства преобразования и структурирования информации для трансформации её в знание.

Преподнесение теоретического материала осуществляется с помощью электронных средств обучения при непосредственном прочтении данного материала лектором.

Для оценки освоения теоретического материала аспирантами используются традиционные письменные и устные контрольные мероприятия (коллоквиумы, контрольные работы).

При освоении лабораторного практикума аспирантам предлагается индивидуальная работа и каждый получает своё задание.

Лабораторные работы выполняются аспирантами по индивидуальным графикам согласно методическим указаниям к лабораторным работам, составленным по единому плану: перечень вопросов для подготовки к лабораторным работам, сущность методики, методика проведения определения, список литературы.

Теоретические вопросы, касающиеся той или иной лабораторной работы, готовятся аспирантами дома. Дополнительно для домашнего выполнения дается несколько задач для решения из учебника.

В лаборатории перед каждой работой преподавателем проводится допуск к лабораторной работе в виде устного опроса аспирантов аспирантами и проверкой домашнего задания (20-30 мин).

Аспиранты, получившие допуск, выполняют лабораторную работу согласно методике. Все работы заканчиваются анализом раствора с неизвестной концентрацией, выданных лаборантом. Выполняется не менее 3-х параллельных определений. Результаты обрабатываются методом математической статистики. Оформляется отчет по работе. Результаты анализа и допуска к работе оцениваются преподавателем по пятибалльной системе.

Лабораторный практикум курса заканчивается индивидуальной учебно-исследовательской работой по выбору метода и методики анализа вещества "X" в реальном объекте. Здесь используются все изученные методы и знания, полученные в курсе аналитической химии.

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**Самостоятельная работа** аспирантов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе и самостоятельного решения задач с дальнейшим их разбором или обсуждением на аудиторных занятиях. Во время

самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечены доступом к базам данных и библиотечным фондам и доступом к сети Интернет.

### ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН самостоятельной работы

Таблица 7.1.

№	Тема	Кол-во часов
1.	Введение.	6
2.	Пробоотбор и пробоподготовка.	10
3.	Концентрирование и разделение как стадии пробоподготовки.	10
4.	Анализ вод.	10
5.	Анализ воздуха	10
6.	Анализ почв и донных отложений.	10
	Итого:	56

7.2. Перечень-учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

1. Золотов Ю.А. Введение в аналитическую химию. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2016. - 264с.
2. В.Г.Иванов, А.А.Герленко, О.Н.Гева. Органическая химия. М.:Академия, 2009.
3. Лебедев А.Т. Масс-спектрометрия для анализа объектов окружающей среды. М.: Техносфера., 2013 – 632 с.
4. Малышева А.Г., Рахманин Ю.А. Физико-химические исследования и методы контроля веществ в гигиене окружающей среды. – Спб.: НПО «Профессионал», 2012 – 720с.
5. Коваленко Л.А., Макаров А.К., Медведев В.Т., Скибенко В.В. Контроль состояния окружающей среды и защита от антропогенных загрязнений учеб. пособие. – 2-е изд. стер. М.: Издательский дом МЭИ., 2010 – 448с.
6. Другов Ю.С., Родин А.А., Кашмет В.В. Пробоподготовка в экологическом анализе. – Издание второе дополненное и исправленное. М.: Изд-во Лаб. Пресс, 2005 – 756 с.
7. Практикум по физико-химическим методам анализа./Под ред. Петрухина О.М. М.: Химия,1989

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### Вопросы для подготовки к зачету:

1. Рекомендации по отбору проб
2. В чем различие общей щелочности или кислотности воды и pH?
3. Каковы особенности отбора пробы воды для определения в ней кислорода?
4. Что такое стандарты качества воздуха, воды и почвы?
5. Каким образом консервируют пробы воды при определении в ней тяжелых металлов?
6. Каким образом консервируют пробы воды при определении в ней нитратов, нитритов и ионов аммония?
7. Что такое БПК и ХПК? Чем они различаются и что характеризуют?
8. В какие емкости и почему необходимо отбирать пробы воды при определении в ней кремния и фторидов?
9. Перечислите особенности отбора проб для анализа воздуха, почв, воды, силикатов, металлов и сплавов.
10. Что такое ПДК загрязнителей для почв, воздуха и воды? Как их устанавливают?
11. Перечислите требования к сосудам для отбора проб воды, почвы и воздуха.
12. Каковы особенности анализа биологических объектов?
13. Назовите методы разделения и концентрирования определяемых ингредиентов при анализе природных вод и жидкостей организмов.
14. Каким образом можно определить наркотические вещества в крови, моче?
15. Назовите особенности анализа силикатных материалов.
16. Каким образом удаляют кремний при определении примесей в силикатах?
17. Как готовят стандартные газовые смеси для проверки правильности анализа воздуха?
18. Перечислите основные приемы улавливания примесей из воздуха для последующего анализа.
19. Приведите примеры использования хроматографических методов в анализе воздуха.
20. Перечислите методы определения радиоактивных веществ в объектах окружающей среды.
21. Как быстро оценить качество воды и почвы?
22. Назовите виды ПДК загрязняющих веществ в воздухе, воде и почве.
23. Приведите примеры сухого и мокрого разложения проб при анализе конкретных объектов.
24. Назовите неразрушающие методы анализа, их характеристики.
25. Перечислите особенности отбора проб сельскохозяйственных продуктов и других биологических материалов.

- 26 Назовите способы интенсификации разложения органических веществ.
- 27 Приведите схемы анализа основных компонентов сталей, полиметаллических руд, силикатов, рудных полезных ископаемых.
- 28 Какие методы используют для идентификации органических соединений?
- 29 Приведите примеры быстрых методов скрининга проб при анализе органических соединений.
30. Каковы особенности определения органических веществ в воде и воздухе?

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Александрова Э.А., Гайдукова Н.Г. Аналитическая химия. Химические методы анализа: Учебник и практикум. -М.: Юрайт, 2015.
2. Золотов Ю.А. Введение в аналитическую химию. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2016. - 264с.
3. Другов, Юрий Степанович. Пробоподготовка в экологическом анализе: практическое руководство / Ю.С. Другов, А.А. Родин. - 3-е изд., доп. и перераб. - М: Бином. Лаборатория знаний, 2009. - 855 с.: ил. - (Методы в химии).
4. В.Г.Иванов, А.А.Герленко, О.Н.Гева. Органическая химия. М.:Академия, 2009.
5. Лебедев А.Т. Масс-спектрометрия для анализа объектов окружающей среды. М.: Техносфера., 2013 – 632 с.
6. Малышева А.Г., Рахманин Ю.А. Физико-химические исследования и методы контроля веществ в гигиене окружающей среды. – Спб.: НПО «Профессионал», 2012 – 720с.

### **Дополнительная:**

1. Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа. Под редакцией Петрухина. М.:Химия, 2001г.
2. Другов, Юрий Степанович. Анализ загрязненных биосфер и пищевых продуктов: практическое руководство / Ю.С. Другов, А.А. Родин. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2007. - 295 с.: ил. - (Методы в химии).
3. Другов, Юрий Степанович. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов: практическое руководство / Ю.С. Другов, А.А. Родин. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2007. - 424 с.: ил. - (Методы в химии).
4. Коваленко Л.А., Макаров А.К., Медведев В.Т., Скибенко В.В. Контроль состояния

окружающей среды и защита от антропогенных загрязнений учеб. пособие. – 2-е изд. стер.  
М.: Издательский дом МЭИ., 2010 – 448с.

### **Программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

1. [http://c-books.narod.ru/pryanishnikov1\\_2\\_1.html](http://c-books.narod.ru/pryanishnikov1_2_1.html)
2. <http://alhimic.ucoz.ru/load/26>
3. <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/org/html>
4. <http://www.xumik.ru>
5. <http://chemistry.narod.ru>
6. ChemSoft 2004

## **10. МАТЕРИАЛЬНО - ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1. Теоретический курс: лекции: презентации (диск)**

### **2. Практикум**

1. Весы аналитические, технические.
2. Спектрофотометр СФ-46.
3. Спектрофотометр двухлучевой Spekord-210 Plus
4. ИК Фурье-спектрометр «Инфралюм ФТ-08»
5. Фотоколориметры КФК-2, КФК-2МП.
6. Иономеры ИИ30, Эксперт, Аквилон.
7. Атомно-абсорбционный спектрометр «МГА-915»
8. Ртутный порозиметр Паскаль 140
9. Газовый хроматограф «Кристалл» с детекторами по теплопроводности, электронному захвату и капиллярными колонками.
10. Установка дифференциально-термического и термогравиметрического анализа «Термоскан-2»
11. Система капиллярного электрофореза Капель-105
12. Анализатор жидкости «Флюорат-02-3М»
13. Оборудование для тонкослойной хроматографии.
14. Микроскоп Микмед-6
15. Электропечь сопротивления лабораторная Snol 7.2/1100
16. Мерная посуда, ступки для пробоподготовки из агата и яшмы, чашки, тигли из платины, кварца, стеклоуглерода.
17. Центрифуга, мельницы лабораторные
18. СВЧ минерализатор «Минотавр-2»