

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Химический факультет

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Метрологические основы химического анализа

Кафедра аналитической и фармацевтической химии  
Химического факультета

Образовательная программа

04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия

Профиль подготовки  
Аналитическая химия  
Уровень высшего образования  
Специалитет

Форма обучения  
Очная

Статус дисциплины: вариативная

Махачкала, 2017 год

Рабочая программа дисциплины «Метрологические основы химического анализа» составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 04.05.01 – «Фундаментальная и прикладная химия» (специалитет) от «12» сентября 2016 г. № 1174.

Разработчик(и): Кафедра аналитической и фармацевтической химии

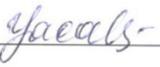
Зейналов Р.З. - к.х.н.

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры аналитической и фармацевтической химии от «26» января 2017 г., протокол № 6.

Зав. кафедрой  Рамазанов А.Ш.

на заседании Методической комиссии химического факультета от «17» февраля 2017 г., протокол № 6.

Председатель  Гасангаджиева У.Г.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением « 25 » 04 2017 г. 

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Метрологические основы химического анализа» входит в вариативную часть образовательной программы по специальности 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия и является обязательной дисциплиной.

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой аналитической и фармацевтической химии.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных со статистической обработкой результатов экспериментов, выполняемых при разработке методик количественного химического анализа, а также с обеспечением единства измерений химического состава вещества.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: профессиональных – 4.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме контрольная работа, коллоквиум, промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 2 зачетные единицы, в том числе 72 академических часа по видам учебных занятий

Се- местр	Учебные занятия						СРС, в том числе экза- мен	Форма промежу- точной аттеста- ции (зачет, диф- ференцированный зачет, экзамен)
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Все- го	из них						
Лек- ции		Лаборатор- ные заня- тия	Практи- ческие занятия	КСР	консуль- тации			
7	72	14	14	-	-	-	44	зачет

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Метрологические основы химического анализа» являются формирование и развитие у студентов профессиональных и специальных компетенций, позволяющих им на базе освоенных теоретических и практических основ спектроскопических методов анализа различных объектов осуществлять профессиональную деятельность.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП специалитета

Дисциплина «Метрологические основы химического анализа» входит в вариативную часть образовательной программы по специальности 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия и является обязательной для изучения.

Вопросы, связанные со статистической обработкой результатов экспериментов, выполняемых при разработке методик количественного химического анализа, а также с обеспечением единства измерений химического состава вещества. Предложены алгоритмы для определения метрологических характеристик методик анализа и оценки качества работы аналитической лаборатории

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Компе- тенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
<b>ПК-4</b>	Способность применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	Знать: стандартные методы обработки результатов эксперимента. Уметь: обрабатывать результаты эксперимента. Владеть: навыками планирования, анализа и обобщения результатов эксперимента.

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

№ п / п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоя- тельную работу сту- дентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего кон- троля успеваемости ( <i>по неделям семестра</i> ) Форма промежуточной аттестации ( <i>по семест- рам</i> )
				Лекции	Практические	Лаборатор- ные занятия	Контроль самост. раб.		
<b>Модуль 1. Причины возникновения погрешностей</b>									
1	Аналитический сигнал	7	1-2	2		2			устный опрос
2	Стандартные образцы	7	3-4	2		2			устный опрос, контрольная работа
3	Погрешности и неопре- деленности измерений	7	5-6	3		3			коллоквиум
	<i>Итого по модулю 1:</i>	7	1-6	7		7		22	коллоквиум
<b>Модуль 2. Оценка погрешностей</b>									
1	Случайные и система- тические погрешности.	7	7-8	2		2			устный опрос
2	Тесты Стьюдента и Фишера	7	9-10	2		2			устный опрос, контрольная работа
3	Чувствительность и се- лективность.	7	11-12	3		3			коллоквиум
	<i>Итого по модулю 2:</i>	7	7-12	7		7		22	зачет
	<b>ИТОГО:</b>	7	7-12	14		14		44	зачет

#### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

##### *Модуль 1. Причины возникновения погрешностей*

##### Тема 1. Аналитический сигнал

Аналитический сигнал, градуировочная функция. Химические величины, способы их выражения и измерения.

##### Тема 2. Стандартные образцы

Абсолютные и относительные методы анализа. Градуировка. Образцы сравнения и стандартные образцы. Способ внешних стандартов

##### Тема 3. Погрешности и неопределенности измерений

Погрешности и неопределенности измерений. Точность и ее составляющие. Случайная погрешность: численные характеристики воспроизводимости. Условия анализа и воспроизводимость результатов. Сравнение результатов анализов. Значимое и незначимое различие случайных величин.

##### *Модуль 2. Оценка погрешностей*

##### Тема 4. Случайные и систематические погрешности.

Случайная погрешность: интервальная оценка. Систематическая погрешность: общие подходы к оценке. Сравнение результатов анализов. Значимое и незначимое различие случайных величин.

##### Тема 5. Тесты Стьюдента и Фишера

Сравнение среднего и константы: простой тест Стьюдента. Сравнение двух средних. Модифицированный и приближенный простой тест Стьюдента. Сравнение воспроизводимостей двух серий данных. Тест Фишера. Выявление промахов. Q-тест. Специальные приемы проверки и повышения правильности.

##### Тема 6. Чувствительность и селективность.

Оценка неопределенности результатов косвенных измерений. Закон распространения неопределенностей. Чувствительность, селективность и их характеристики.

### Лабораторные работы

Темы занятий	Цель и содержание лаб. работы
<b>Модуль 1. Причины возникновения погрешностей</b>	
Лаб. работа №1. Приготовление стандартных образцов	Ознакомление с техникой приготовления стандартных образцов
Лаб. работа №2. Построение градуировочных зависимостей для различных методов анализа	Сравнение и оценка градуировочных зависимостей для различных методов анализа
<b>Модуль 2. Оценка погрешностей</b>	
Лаб. работа №3. Сравнение воспроизводимости двух методов анализа	Освоить методику оценки воспроизводимости двух методов анализа
Лаб. работа №4. Чувствительность и пределы обнаружения различных методов анализа	Освоить способы оценки чувствительности, пределов обнаружения и определения различных методов анализа

### 5. Образовательные технологии

В ходе освоения дисциплины предусматривается применение следующих активных методов обучения:

Выполнение лабораторных работ проводят с применением элементов исследования.

Отчетные занятия по разделам потенциометрия, вольтамперометрия, кулонометрия и кондуктометрия.

Индивидуальная исследовательская работа студентов по статобработке результатов потенциометрического и полярографического определения меди, свинца, кадмия, нитратов, сульфатов.

Расчеты (задание исходной информации и анализ результатов в текстовом и графическом виде) могут выполняться с любого компьютера, подключенного к Интернету через веббраузер MSInternetExplorer, MozillaFirefox, NetScapereets. и не требуют установки специального программного обеспечения.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 22% (12 час) аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляет 44% аудиторных занятий.

### 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

#### Виды и порядок выполнения самостоятельной работы:

№ п/п	Вид самостоятельной работы	Вид контроля	Учебно-метод. обеспечение
1	Подготовка к сдаче лабораторных работ.	Проверка конспекта лабораторной работы, алгоритм выполнения, оформление, построение графиков, расчет.	См. разделы 4.3, 7.3, 9 и 8 данного документа.
2	Подготовка к текущим контрольным работам.	Проверка тетрадей для самостоятельной работы, оценка.	См. разделы 4.3, 7.3, 9 и 8 данного документа.
3	Решение задач, составление обзоров по тематике дисциплин из научно - периодической литературы.	Проработка конспектов по дисциплине, подготовка лит. обзора, проработка алгоритма решения задач.	См. разделы 4.3, 7.3, 9 и 8 данного документа.
4	Подготовка к коллоквиумам.	Подготовка к промежуточной аттестации в виде контрольной работы: решение расчетных задач, составление конспектов по вопросам коллоквиума.	См. разделы 4.3, 7.3, 9 и 8 данного документа.
5	Подготовка к тестированию.	Промежуточная аттестация в форме тестов.	См. разделы 4.3, 7.3, 9 и 8 данного документа.
6	Подготовка к зачету.	Итоговая аттестация в форме зачета.	См. разделы 4.3, 7.3, 9 и 8 данного документа.

7	Подготовка к экзамену.	Итоговая аттестация в форме экзамена.	См. разделы 4.3, 7.3, 9 и 8 данного документа.
---	------------------------	---------------------------------------	--

### 7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ПК-4	Знать: стандартные методы обработки результатов эксперимента.	Устный опрос, письменный опрос
	Уметь: обрабатывать результаты эксперимента.	Письменный опрос
	Владеть: навыками планирования, анализа и обобщения результатов эксперимента.	Круглый стол

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

#### ПК-4

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способность применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Базовый	Знать: стандартные методы обработки результатов эксперимента.	Имеет общее представление о метрологических основах химического анализа, правилах представления результатов	Знает стандартные методы вычисления ошибок измерений и способы оценки правильности и воспроизводимости результатов измерений	Знает стандартные методы вычисления ошибок измерений и способы оценки правильности и воспроизводимости результатов измерений, способы устранения погрешностей измерений.
	Уметь: обрабатывать результаты эксперимента.	Умеет рассчитывать относительное стандартное отклонение	Умеет рассчитывать относительное стандартное отклонение и доверительный интервал	Умеет рассчитывать относительное стандартное отклонение и доверительный интервал, сравнивать результаты двух измерений полученных разными методами
	Владеть: навыками планирования, анализа и обобщения результатов эксперимента.	Владеет рассчитывать относительное стандартное отклонение	Владеет рассчитывать относительное стандартное отклонение и доверительный интервал	Владеет навыками рассчитывать относительное стандартное отклонение и доверительный интервал, сравнивать результаты двух измерений полученных разными методами

7.3. Типовые контрольные задания

Метрологические основы аналитической химии	
81	<p>Абсолютную погрешность <math>D_a</math> определяют по формуле:</p> <p>1) <math>D_a = \bar{x} - \mu</math>      3) <math>D_a = x_i - \bar{x}</math></p>

	2) $D_a = \frac{ \bar{x} - \mu }{\mu}$ 4) $D_a = \frac{ x_i - \bar{x} }{\mu}$
82	Относительную погрешность $D_0$ определяют по формуле: 1) $D_0 = \frac{ x_i - \mu }{\mu} \cdot 100\%$ 2) $D_0 = x_i - \bar{x}$ 3) $D_0 = \frac{ x_i - \bar{x} }{\mu} \cdot 100\%$ 4) $D_0 = \frac{\bar{x} - \mu}{x} \cdot 100\%$
83	Коэффициент Стьюдента при заданном числе степени свободы зависит от 1) средней выборки 2) доверительной вероятности 3) стандартного отклонения 4) размаха варьирования
84	Воспроизводимость результатов анализа – это 1) правильность результатов анализа 2) доверительный интервал 3) близость единичных измерений, полученных в одном и том же объекте, одной методикой, но в различных условиях 4) сходимость результатов анализа.
85	Правильность результатов определения – это 1) близость к нулю систематической погрешности 2) мера рассеяния результатов относительно среднего 3) число степеней свободы выборочной совокупности 4) значение относительного стандартного отклонения
86	Доверительный интервал ( $\Delta V$ ) вычисляется по формуле 1) $\delta = \sum \frac{(x_i - \bar{x})}{n}$ 2) $\delta = \pm \frac{\bar{x} - \mu}{S\sqrt{n}}$ 3) $\delta = \pm \frac{t_p S}{\sqrt{n}}$ 4) $\delta = \sum \frac{(x - \bar{x})^2}{n-1}$
87	Размах варьирования – это 1) разность между ближайшими значениями выборки 2) разность между наибольшим и наименьшим значениями выборки 3) отношение минимального значения к среднему выборки 4) отношение максимального значения к среднему выборки
88	Стандартное отклонение выборки ( $S$ ) рассчитывается по формуле 1) $S = \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})}{n}$ 2) $S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$ 3) $S = \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n-1}$ 4) $S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})}{n}}$
89	Относительное стандартное отклонение ( $S_r$ ) рассчитывается по формуле: 1) $S_r = \frac{S}{x}$ 2) $S_r = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n}$ 3) $S_r = \frac{\sum_{i=1}^n S}{n}$ 4) $S_r = \sqrt{\frac{S^2}{n}}$
90	Промех (грубая ошибка) для малого числа измерений при данной $P$ оценивается по критерию: 1) $Q$ 2) $t$ (Стьюдента) 3) $F$ (Фишера)                      4) по всем указанным
91	Формула для расчета $Q$ – критерия 1) $\frac{ x_{\text{сомн}} - x_{\text{ближ}} }{x_{\text{max}} - x_{\text{min}}}$ 2) $\frac{ x_1 - x_2 }{\bar{x}}$ 3) $\frac{x_{\text{max}} - x_{\text{min}}}{n}$ 4) $\frac{\bar{x} - x_{\text{сомн}}}{x_{\text{max}} - x_{\text{min}}}$
92	Исключение промаха проводят по

	1) $Q_{табл.} > Q_{расч.}$ 2) $F_{расч.} > F_{табл.}$ 3) $Q_{расч.} > Q_{табл.}$ 4) $t_{расч.} > t_{табл.}$
93	Коэффициент Стьюдента при заданном числе степени свободы зависит от 1) доверительной вероятности 2) среднего выборки 3) доверительного интервала 4) границы доверительного интервала
94	Выборочная совокупность приближается к генеральной совокупности с достаточной степенью надежности при числе параллельных измерений ( $n$ ) 1) 5      2) 10      3) 3      4) 30
95	Число степеней свободы ( $f$ ) рассчитывают по формуле 1) $f = 1 - n$ 2) $f = n$ 3) $f = n - 1$ 4) $f = n^2 - 1$
96	Для обработки малого числа измерений выборочной совокупности применяют распределение 1) Стьюдента 2) Лапласа 3) Гаусса 4) все перечисленные
97	Дисперсию выборочной совокупности рассчитывают по формуле 1) $V = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}$ 2) $V = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$ 3) $V = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$ 4) $V = \pm \frac{t_p S}{\sqrt{n}}$
98	Объединение дисперсий двух выборочных совокупностей по критерию Фишера ( $F_{V(I)/V(II)} = V_I/V_{II}$ ) возможно при 1) $F_{экср} = F_{табл}$ 2) $F_{экср} < F_{табл}$ 3) $F_{экср} > F_{табл}$ 4) ни один из них
99	Границы доверительного интервала определяют по формуле 1) $\bar{x} - \mu$ 2) $\bar{x} + \mu$ 3) $\bar{x} \pm \frac{t_{p,f} \cdot S}{\sqrt{n}}$ 4) $\bar{x} \pm t_{p,s} \cdot \sqrt{n}$
100	Процесс нивелирования систематической погрешности – это 1) релятивизация 2) рандомизация 3) оба приема 4) ни один из них

**7.4.** Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 70% и промежуточного контроля - 30%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий – 10 баллов,
- выполнение домашнего задания и допуск к лабораторным работам – 25 баллов,
- выполнение и сдача лабораторных работ – 25 баллов,
- письменные контрольные работы – 20 баллов,
- тестирование – 20 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

Коллоквиум – 30 баллов

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) основная литература:

1. Основы аналитической химии. В двух книгах. Под ред. акад. РАН Ю.А. Золотова. М.: Высшая школа. 2012, 2010, 2004 - 383,[1].
2. Серов Ю.М. Хроматографические методы анализа. Учебное пособие / Ю. М. Серов; Серов Ю. М. - М.: Российский университет дружбы народов, 2011. – 220 с.

б) дополнительная литература:

1. Айвазов Б. В. Практическое руководство по хроматографии: для ст-тов хим. и хим.-технол. специальностей вузов / Айвазов, Борис Викторович. - М: Высш. школа, 1968. - 279 с.

2. Байер Э. Хроматография газов. М.: Иностранная литература, 1961.
3. Айвазов Б.В. Основы газовой хроматографии. М.: Высшая школа, 1977.
4. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Аналитическая химия (физико-химические методы анализа). М.: Высшая школа, 1991.
5. Стыскин Е.Л. и др. Практическая высокоэффективная жидкостная хроматография. М.: Химия, 1986.
6. Шпигун А.О., Золотов Ю.А. Ионная хроматография. М.: МГУ, 1990.
7. Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии (Хроматографические методы). Воронеж, ВГТА, 2000.

#### **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

1. Электронные образовательные ресурсы образовательного сервера ДГУ [edu.dgu.ru](http://edu.dgu.ru)
2. <http://e-library.ru>
3. <http://chemistry-chemists.com/forum/viewtopic.php?f=53&t=1473>
4. <http://www.complexdoc.ru/>
5. [http://www.fptl.ru/Chem%20block\\_Biblioteka.html](http://www.fptl.ru/Chem%20block_Biblioteka.html)
6. <http://chemistry-chemists.com/Uchebniki.html>
7. <http://chemistry-chemists.com/Libraries.html>

#### **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Методические указания студентам должны раскрывать рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса (или его раздела/части), практических и/или семинарских занятий, лабораторных работ (практикумов), и практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы, по использованию информационных технологий и т.д. Методические указания должны мотивировать студента к самостоятельной работе и не подменять учебную литературу. Указывается перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям и выполнения самостоятельной работы, а также методические материалы на бумажных и/или электронных носителях, выпущенные кафедрой своими силами и предоставляемые студентам во время занятий: -рабочие тетради студентов; -наглядные пособия;

-гlossарий (словарь терминов по тематике дисциплины); -тезисы лекций, -раздаточный материал и др.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом в объеме не Задания для самостоятельной работы составляются по разделам и темам, по которым не предусмотрены аудиторские занятия, либо требуется дополнительно проработать и проанализировать рассматриваемый преподавателем материал в объеме запланированных часов.

Задания по самостоятельной работе могут быть оформлены в виде таблицы с указанием конкретного вида самостоятельной работы:

- конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературы) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях и деловых играх;
- работа с нормативными документами и законодательной базой; -поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;
- выполнение контрольных работ, творческих (проектных) заданий, курсовых работ;
- решение задач, упражнений;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- выполнение переводов на иностранные языки/с иностранных языков;
- моделирование и/или анализ конкретных проблемных ситуаций ситуации;
- обработка статистических данных, нормативных материалов;
- анализ статистических и фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа и т.д.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет, экзамен). При этом проводятся: тестирование, экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т. д.

#### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образова-**

**тельного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Введение в хроматографические методы анализа» используются следующие информационные технологии:

- Занятия компьютерного тестирования.
- Демонстрационный материал применением проектора и интерактивной доски.
- Компьютерные программы для статистической обработки результатов анализа.
- Программы пакета Microsoft Office

**12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО кафедра имеет специально оборудованную учебную аудиторию для проведения лекционных занятий по потокам студентов, помещения для лабораторных работ на группу студентов из 12-14 человек, вспомогательное помещение для хранения химических реактивов и профилактического обслуживания учебного и учебно-научного оборудования.

Помещение для лекционных занятий укомплектовано комплектом электропитания, специализированной мебелью и оргсредствами (доска аудиторная для написания мелом и фломастером, стойка-кафедра, стол лектора, стул-кресло, столы аудиторные двухместные (1 на каждого студента), стул аудиторный (1 на каждого студента), а также техническими средствами обучения (экран настенный с электроприводом и дистанционным управлением, мультимедиа проектор с ноутбуком).

Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения (лабораторного оборудования, образцов, нормативных и технических документов и т.п.). Помещения лабораторных практикумов укомплектованы специальной учебно-лабораторной мебелью (в том числе столами с химически стойкими покрытиями), учебно-научным лабораторным оборудованием, измерительными приборами и химической посудой, в полной мере обеспечивающими выполнение требований программы по аналитической химии.

1. Весы аналитические Leki B1604, Pioneer.
2. Весы теххимические Leki B5002.
3. Магнитные мешалки LS-220.
4. Дистиллятор А-10.
5. Центрифуги.
6. Набор лабораторной посуды.
7. Необходимые реактивы.