

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Химический факультет
Кафедра аналитической и фармацевтической химии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Метрологические основы химического анализа

Кафедра аналитической и фармацевтической химии

Образовательная программа
04.04.01 – Химия

Профиль подготовки
Аналитическая химия

Уровень высшего образования
Магистратура

Форма обучения
очная

Статус дисциплины: входит в часть ОПОП, формируемую
участниками образовательных отношений

Махачкала 2022

Рабочая программа дисциплины «Метрологические основы химического анализа» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО магистратура по направлению подготовки 04.04.01 – Химия от «13» июля 2017 г. № 655.

Разработчики: кафедра аналитической и фармацевтической химии,
Зейналов Р.З., к.х.н.

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры аналитической и фармацевтической химии
от «25» февраля 2022 г., протокол № 6.

Зав. кафедрой  Рамазанов А.Ш.

на заседании Методической комиссии химического факультета
от «18 » марта 2022 г., протокол № 7.

Председатель  Гасангаджиева У.Г.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим
управлением «31» марта 2022 г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Метрологические основы химического анализа» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений ОПОП магистратуры по направлению подготовки 04.04.01- Химия.

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: универсальных - УК-1; общепрофессиональных ОПК-2; профессиональных – ПК-1, ПК-2, ПК-5, ПК-6.

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 и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 3 зачетные единицы, в том числе 108 академических часа по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия							Форма промежуточной аттестации
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем						СРС, в том числе экзамен	
	Всего	из них						
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации		
2	108	14	16				78	зачет

1. Цели и задачи изучения дисциплины

Целью дисциплины является ознакомление с состоянием и актуальными задачами развития метрологии и исследования как основного элемента современной аналитической химии. Научить подходить к выбору наиболее эффективных методов обработки результатов измерений в соответствии с поставленной задачей, грамотному применению выбранных методов и методик на практике.

Основными задачами решаемыми в процессе изучения курса являются раскрытие теоретической и методологической основы дисциплины. Расширение знания магистрантов в области современных методов обработки данных и, в частности, методы математической статистики и формирование профессиональных компетенций. Сформировать представления о математических методах обработки данных в различных вариантах аналитических методов исследования. Овладеть практическими навыками обработки результатов измерений.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Метрологические основы химического анализа» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений ОПОП магистратуры по направлению подготовки 04.04.01- Химия.

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 и процедура освоения)

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ОПОП)	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
Системное и критическое мышление.			
УК-1. Способен осуществлять критический анализ	УК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи	Знает: современные направления в аналитической химии. Умеет: оценивать возможности современных методов теоретического анализа.	Устный опрос, письменный опрос

проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.	между ними.	Владеет: учебной, научной и справочной литературой в изучаемой области.	
	УК-1.2. Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению.	Знает: современное состояние химического высшего образования. Умеет: оценивать экспериментальные способы получения неорганических соединений и материалов. Владеет: теорией и навыками практической работы в избранной области химии.	
	УК-1.3. Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников.	Знает: общие закономерности смежных с химией естественнонаучных дисциплин. Умеет: анализировать источники информации и выявлять противоречия. Владеет: навыками поиска научной информации в области аналитической химии и смежных наук.	
	УК-1.4. Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов.	Знает: о способах их использования при решении профессиональных задач в области химии и материаловедения. Умеет: оценивать экспериментальные способы получения неорганических соединений и материалов. Владеет: стратегией решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подхода.	
ОПК-2. Способен проводить синтез и комплексные исследования свойств функциональных и конструкционных материалов, модифицировать имеющиеся экспериментальные методики, выбирая оптимальный способ решения поставленной задачи.	ОПК-2.1. Грамотно анализирует и интерпретирует результаты собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ.	Знает: методы обобщения и анализа результатов эксперимента и расчетно – теоретических работ Умеет: обобщать и интерпретировать результаты экспериментов в области органической химии. Владеет: методами анализа и интерпретации результатов собственных экспериментов.	Устный опрос, письменный опрос
Тип задачи профессиональной деятельности – научно-исследовательский			
ПК-1. Способен проводить критический анализ полученных результатов и оценивать перспективы продолжения работ в выбранной области химии,	ПК-1.1. Критически анализирует полученные результаты исследований в выбранной области химии, выявляет достоинства и недостатки.	Знать: цели и задачи проводимых исследований в выбранной области химии. Уметь: проводить наблюдения и измерения, составление их описаний и формулировать выводы. Владеть: методами анализа и обобщения отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований.	Устный опрос, письменный опрос
	ПК-1.2. Готовит отдельные разделы отчетов по результатам НИР и НИОКР в	Знать: этапы проведения научного исследования. Уметь: подготавливать и анализировать экспериментальные данные, составлять отчеты	

химической технологии или смежных с химией науках.	выбранной области химии.	и научные публикации по результатам проведенных работ в выбранной области химии. Владеть: методами проведения экспериментальных исследований и обработки данных эксперимента.	
	ПК-1.3. Формулирует рекомендации по продолжению исследования в выбранной области химии.	Знать: научную проблематику соответствующей области знаний. Уметь: проводить анализ новых направлений исследований в соответствующей области знаний; обосновывать перспективы проведения исследований в соответствующей области знаний; формировать программы проведения исследований в новых направлениях. Владеть: сведениями и международной нормативной базы в соответствующей области знаний.	
	ПК-1.4. Анализирует полученные результаты и формулирует предложения по оптимизации отдельных стадий технологического процесса.	Знать: содержание отчетов о выполненных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах в выбранной области химии. Уметь: анализировать развитие технологий в выбранной области химии за рубежом и прогнозируемые изменения технологических процессов. Владеть: навыками подготовки рекомендаций по экономному расходованию сырья, химикатов, вспомогательных материалов и энергоресурсов.	
	ПК-1.5. Разрабатывает техническую документацию и регламенты.	Знать: порядок, сроки выполнения и правила оформления технической документации. Уметь: проводить работы по формированию элементов технической документации на основе внедрения результатов научно-исследовательских работ. Владеть: навыками оформления элементов технической документации на основе внедрения результатов научно-исследовательских работ.	
ПК-2. Способен использовать фундаментальные понятия аналитической химии и основные теоретические подходы к изучению механизмов реакций при решении задач профессиональной деятельности.	ПК-2.1. Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными.	Знает: фундаментальные понятия аналитической химии и материаловедения Умеет: изучать механизмы реакций аналитических соединений в ходе НИР и НИОКР. Владеет: методами систематизации информации и сопоставления с литературными данными.	Устный опрос, письменный опрос
	ПК-2.2. Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов.	Знает: теоретические основы протекания аналитических реакций. Умеет: выбирать направления развития работ и перспективы практического применения. Владеет: методикой поиска теоретических данных.	
ПК-5. Способен интерпретировать результаты эксперимента и	ПК-5.1. Воспринимает информацию химического содержания, систематизирует и	Знает: современный российский и зарубежный опыт в области в избранной области химии или смежных наук. Умеет: проводить сравнительный анализ	Устный опрос, письменный опрос

теоретических расчетов, применяя их при решении практических задач в области аналитической химии.	анализирует ее, выявляет ошибочные суждения и логические противоречия, опираясь на знание теоретических основ фундаментальных разделов химии.	существующих и перспективных технологий в области химии или смежных наук. Владеет: средства вычислительной техники, коммуникаций и связи.	
	ПК-5.2. Грамотно планирует и интерпретирует результаты собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ.	Знает: способы определение задач исследований, видов исследований и методов их проведения. Умеет: разрабатывать элементы планов и методических программ проведения исследований и разработок. Умеет: анализировать научные проблемы по тематике проводимых исследований и разработок. Владеет: методами расчета и моделирования эксперимента по результатам исследований.	
	ПК-5.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.	Знает: источники и основные методы обработки научной и технологической информации, а так же результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ. Умеет: оценивать уровень исследований, обоснованность предлагаемых расчетно-теоретических решений и рекомендаций по реализации и использованию результатов. Владеет: методами сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации.	
Тип задачи профессиональной деятельности – технологический			
ПК-6. Способен самостоятельно оптимизировать условия проведения конкретного процесса исходя из базовых теоретических представлений о механизме реакции и факторах, определяющих реакционную способность.	ПК-6.1. Выбирает оптимальный вариант синтеза целевого продукта из набора возможных.	Знает: методы проведения конкретных реакций с учетом механизмов. Умеет: учитывать механизмы и другие факторы, определяющие выход целевого продукта. Владеет: навыками выбора оптимального варианта синтеза.	Устный опрос, письменный опрос
	ПК-6.2. Оптимизирует условия получения целевого продукта на основании существующих методик.	Знает: реакционную способность типовых реагентов в аналитической химии. Умеет: использовать оптимальные методы синтеза. Владеет: методиками получения целевого продукта с максимальным выходом.	

4. Объем, структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)	Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по
-------	---------------------------	---------	--	------------------------	--

				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		семестрам)
	Модуль 1. Общие вопросы химической метрологии								
1	Химические величины, чувствительность и селективность	2		2		2		13	Устный опрос. Тестирование.
2	Нормальное распределение. Функция нормального распределения. Параметры	2		2		4		13	Контрольная работа №1. Отчет по лабораторным работам.
	<i>Итого по модулю 1:</i>	2		4		6		26	
	Модуль 2. Теории погрешности измерений								
1	Классическая теория погрешности измерений	2		2		2		13	Устный опрос. Тестирование.
2	Закон распространения погрешностей. Оценка случайной и систематической погрешностей.	2		4		2		13	Контрольная работа №2. Отчет по лабораторным работам.
	<i>Итого по модулю 2:</i>	2		6		4		26	
	Модуль 3. Теория неопределенности измерений								
1	Теория неопределенности измерений	2		2		2		13	Устный опрос. Тестирование.
2	Валидация методик и контроль качества результатов	2		2		4		13	Контрольная работа №1. Отчет по лабораторным работам.
	<i>Итого по модулю 3:</i>	2		4		6		26	Зачет
	ИТОГО: 108	2		14		16		78	Зачет

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине

№	Темы лекционных занятий	Содержание лекционных занятий
	Модуль 1. Общие вопросы химической метрологии	
1.	Химические величины, чувствительность и селективность	Термины и определения. Значащие цифры и правила округления. Правила округления чисел по СТ СЭВ 543 – 77. Абсолютная и относительная достоверности. Химические величины, способы их выражения и измерения. Функция. Линейная градуировочная функция. Чувствительность. Предел обнаружения и нижняя граница определяемой концентрации.
2.	Нормальное распределение. Функция нормального распределения. Параметры	Способы градуировок. Способы внешних стандартов, внутреннего стандарта, ограничивающих растворов, одного стандарта, добавок. Статистика прямых линий. Регрессионный анализ и корреляционный анализ. Выявление промахов. Размах вариации. Q-тест. Тест Граббса. Нормальное распределение. Функция нормального распределения. Доверительный интервал, доверительная вероятность. Правило сигм. Математическое ожидание. Дисперсия. Стандартное отклонение.
	Модуль 2. Теории погрешности измерений	
3.	Классическая теория погрешности измерений	Классическая теория погрешности измерений. Погрешность измерения. Истинное значение измеряемой величины. Точность и ее составляющие. Систематическая погрешность: общие подходы к оценке. Сравнение среднего и константы: простой тест Стьюдента. Сравнение двух средних.
4.	Закон распространения погрешностей. Оценка случайной и систематической	Модифицированный и приближенный простой тест Стьюдента. Сравнение воспроизводимости двух серий данных. Тест Фишера. Закон распространения погрешностей. Следствия из закона. Сложение не исключенных систематических погрешностей. Суммирование случайной и не исключенной

	погрешностей.	погрешностей.
Модуль 3. Теория неопределенности измерений		
5.	Теория неопределенности измерений	Теория неопределенностей измерений. Сходства и различия с теорией погрешностей. Типы неопределенностей: А и В. Расширенная неопределенность. Сравнение с теорией погрешности измерений.
6.	Валидация методик и контроль качества результатов	Оценка неопределенности результатов косвенных измерений. Закон распространения неопределенностей. Образцы сравнения и стандартные образцы. Классификация стандартных образцов. Чувствительность, селективность и их характеристики. Метрологические службы. Аккредитация лабораторий.

4.3.3. Темы лабораторных занятий по дисциплине

№	Темы лабораторных занятий	Содержание лабораторных занятий
Модуль 1. Общие вопросы химической метрологии		
1.	Приготовление стандартных образцов	Ознакомление с техникой приготовления стандартных образцов
2.	Основные математические операции в Microsoft Excel	Обрести практические навыки работы в табличном процессоре
Модуль 2. Теории погрешности измерений		
3.	Статистические функции Microsoft Excel	Ознакомиться с функциями обработки данных в табличном процессоре
4.	Построение градуировочных зависимостей для различных методов анализа	Сравнение и оценка градуировочных зависимостей для различных методов анализа
Модуль 3. Теория неопределенности измерений		
5.	Сравнение воспроизводимости двух методов анализа	Освоить методику оценки воспроизводимости двух методов анализа
6.	Чувствительность и пределы обнаружения различных методов анализа	Освоить способы оценки чувствительности, пределов обнаружения и определения различных методов анализа

5. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

Организация изучения материала курса осуществляется на основе системно-деятельностного подхода и поэтапного формирования умственных действий. Лекции и лабораторные занятия способствуют формированию у студентов базовых знаний, основных мыслительных операций, развитию логики. Лекции носят мотивационно- познавательный характер; лабораторные занятия являются самостоятельными и имеют проблемно-поисковый характер. При выполнении лабораторных работ реализуется творческая деятельность студента, развивается коммуникативная способность, развиваются навыки аргументированно выражать свои мысли и навыки экспериментальной работы.

Для повышения эффективности учебного процесса используются следующие образовательные технологии: информационно-развивающие технологии, направленные на формирование системы знаний, запоминание и свободное оперирование ими; метод проблемного изложения материала. Для успешного освоения дисциплины студентам необходимо овладеть навыками проведения поиска необходимой научной информации в фондах библиотеки. Для закрепления полученных теоретических знаний и практических навыков и с целью профессиональной ориентации предусмотрены семинары-экскурсии на предприятиях города.

При выполнении лабораторных работ и во время самостоятельной работы студенты проводят разбор практических задач как самостоятельно, так и решают проблемные ситуации в составе малых групп.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализуются индивидуальные образовательные технологии, которые позволяют полностью индивидуализировать содержание, методы и темпы учебной деятельности инвалида, вносить вовремя необходимые коррективы, как в деятельность студента-инвалида, так и в деятельность преподавателя.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов имеет основную цель – обеспечить качество подготовки выпускаемых специалистов в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Формы и виды самостоятельной работы студентов по дисциплине устанавливаются следующие:

- проработка дополнительных тем, не вошедших в лекционный материал, но обязательных согласно учебной программе дисциплины;
- проработка пройденных лекционных материалов по конспекту лекций, учебникам и пособиям на основании вопросов, подготовленных преподавателем;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- подготовка к промежуточному и рубежному контролю.

Контроль результатов самостоятельной работы осуществляется преподавателем в течение всего семестра в виде:

- устного опроса (фронтального и индивидуального);
- подготовка конспекта;
- проведения письменной (контрольной) работы;
- проведения коллоквиума.

Виды и порядок выполнения самостоятельной работы:

№	Разделы и темы для самостоятельного изучения	Вид контроля	Учебно-методич. обеспечение
Модуль 1. Общие вопросы химической метрологии			
1.	Приготовление стандартных образцов	Входной контроль; инструктаж по технике безопасности Устный опрос. Тестирование.	См. разделы 7.1-11 данного документа.
2.	Основные математические операции в Microsoft Excel	Контрольная работа №1. Отчет по лабораторным работам.	См. разделы 7.1-11 данного документа.
Модуль 2. Теории погрешности измерений			
3.	Статистические функции Microsoft Excel	Устный опрос. Тестирование.	См. разделы 7.1-11 данного документа.
4.	Построение градуировочных зависимостей для различных методов анализа	Контрольная работа №2. Отчет по лабораторным работам.	См. разделы 7.1-11 данного документа.
Модуль 3. Теория неопределенности измерений			
5.	Сравнение воспроизводимости двух методов анализа	Устный опрос. Тестирование.	См. разделы 7.1-11 данного документа.
6.	Чувствительность и пределы обнаружения различных методов анализа	Контрольная работа №3. Отчет по лабораторным работам.	См. разделы 7.1-11 данного документа.

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

7.1. Типовые контрольные задания

Модуль 1 «Общие вопросы химической метрологии» контрольной работе №1

1. Химические величины, способы их выражения и измерения.
2. Значащие цифры и правила округления.
3. Предел обнаружения и нижняя граница определяемой концентрации
4. Статистика прямых линий.
5. Регрессионный анализ.
6. Корреляционный анализ.
7. Выявление промахов.
8. Q-тест.
9. Тест Граббса.
10. Нормальное распределение.
11. Функция нормального распределения.
12. Параметры распределения.
13. Математическое ожидание.
14. Дисперсия.
15. Стандартное отклонение.

Модуль 2 «Теории погрешности измерений» контрольной работе №2

1. Классическая теория погрешности измерений.
2. Оценка случайной погрешности.
3. Численные характеристики воспроизводимости.
4. Интервальная оценка.
5. Оценка систематической погрешности.
6. По стандартному образцу.
7. Сравнение результатов двух независимых методов.
8. Оценка систематической погрешности по способу варьирования массы пробы.
9. Способы устранения систематической погрешности.
10. Закон распространения погрешностей (неопределенностей).
11. Сложение неисключенных систематических погрешностей.
12. Суммирование случайной и систематической погрешностей

Модуль 3 «Теория неопределенности измерений» контрольной работе №3

1. Теория неопределенности измерений.
2. Проверка (валидация) методик и контроль качества результатов
3. Образцы сравнения и стандартные образцы.
4. Способы градуировок.
5. Сходства и различия с теорией погрешностей.
6. Типы неопределенностей: А и В. Расширенная неопределенность.
7. Сравнение с теорией погрешности измерений.
8. Оценка неопределенности результатов косвенных измерений.
9. Закон распространения неопределенностей.
10. Образцы сравнения и стандартные образцы.
11. Классификация стандартных образцов.
12. Чувствительность, селективность и их характеристики.
13. Метрологические службы.
14. Аккредитация лабораторий.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

1. Химические величины, способы их выражения и измерения.
2. Значащие цифры и правила округления.
3. Предел обнаружения и нижняя граница определяемой концентрации
4. Образцы сравнения и стандартные образцы.
5. Способы градуировок.
6. Статистика прямых линий.
7. Регрессионный анализ.
8. Корреляционный анализ.
9. Выявление промахов.
10. Q-тест.
11. Тест Граббса.
12. Нормальное распределение.
13. Функция нормального распределения.
14. Параметры распределения.
15. Математическое ожидание.
16. Дисперсия.
17. Стандартное отклонение.
18. Классическая теория погрешности измерений.
19. Оценка случайной погрешности.
20. Численные характеристики воспроизводимости.
21. Интервальная оценка.
22. Оценка систематической погрешности.
23. По стандартному образцу.
24. Сравнение результатов двух независимых методов.
25. Оценка систематической погрешности по способу варьирования массы пробы.

26. Способы устранения систематической погрешности.
27. Закон распространения погрешностей (неопределенностей).
28. Сложение неисключенных систематических погрешностей.
29. Суммирование случайной и систематической погрешностей.
30. Теория неопределенности измерений.
31. Проверка (валидация) методик и контроль качества результатов

7.2. 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 - 20 баллов,
- выполнение лабораторных заданий – 20 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 30 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 10 баллов,
- письменная контрольная работа - 10 баллов,
- тестирование - 10 баллов.

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

а) основная литература:

1. Смагунова, А. Н. Методы математической статистики в аналитической химии [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности ВПО 020101.65 - химия и по направлению 020100.62 - химия / А. Н. Смагунова, О. М. Карпукова. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2012. - 347 с. : ил., табл.; 21 см. - (Серия "Высшее образование").; ISBN 978-5-222-19507-9.
2. Ахметова, Т.И. Статистика в химическом анализе: методические указания и контрольные задания для самостоятельной работы / Т.И. Ахметова, И.В. Кожевникова. – Нижнекамск: Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО КНИТУ, 2014. – 54 с.
3. Основы аналитической химии : в 2 кн. Кн.2 : Методы химического анализа / [Н.В.Алов, Ю.А.Барбалат, А.В.Гармаш и др.]; под ред. Ю.А.Золотова; Моск. гос. ун-т им. М.В.Ломоносова. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2004. - 503 с. : ил. ; 22 см. - (Классический университетский учебник). - Библиогр.: с. 490-493. - Предм. указ.: с. 494-500. - ISBN 5-06-004734-2: 204-60.
4. Дребущак Т. Н. Введение в хеометрику: Учеб. пособие / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2013. 88 с.
5. Количественное описание неопределенности в аналитических измерениях : Рук. ЕВРАХИМ/СИТАК / Пер. с англ. Р. Л. Кадиса [и др.]. - 2. изд. - СПб., 2002. - VII, 141 с. ISBN 5-94365-038-7
6. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / . — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 118 с. — 978-5-4486-0057-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70757.html>
7. Аналитическая химия. Расчеты в количественном анализе [Электронный ресурс] : практикум / В.П. Гуськова [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2010. — 124 с. — 978-5-89289-633-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14354.html>

б) дополнительная литература:

1. Математическая обработка результатов измерений в лабораториях физического практикума: методические указания / сост. В.А. Овчинников, Ю.Г. Карпов, А.А. Повзнер. Екатеринбург: УрФУ, 2010. 20 с.
2. Математическая обработка результатов химического эксперимента: Учебно-методическое пособие для лекционного курса «Метрология» / Н.А. Улахович, М.П. Кутырева, Л.Г. Шайдарова, Ю.И. Сальников — Казань: Издательство Казанского (Приволжского) Федерального университета, 2010. - 66 с.
3. Основы аналитической химии: в 2 кн. Кн. 1 : Общие вопросы. Методы разделения / Т.А.Большова, Г.Д.Брыкина, А.В.Гармаш и др. / Под ред. Ю.А.Золотова. - 2-е изд., перераб.и доп. - М : Высшая школа, 2002. - 351 с. : ил. - Библиогр.: с. 342-344. - ISBN 5-06-003558-1: 75-00. Аналитическая химия.

4. Харитонов, Юрий Яковлевич. Аналитическая химия. Аналитика: В 2-х кн.: Учеб. для вузов. Кн. 1 : Общие теоретические основы. Качественный анализ. - М: Высшая школа, 2001. - 615 с. - ISBN 5-06-003835-1 : 82-16. Аналитическая химия
5. Трифонова А.Н. Аналитическая химия [Электронный ресурс]: лабораторный практикум. Учебное пособие / А.Н. Трифонова, И.В. Мельситова. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Вышэйшая школа, 2013. — 161 с. — 978-985-06-2246-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24051.html>
6. Мельченко Г.Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Количественный химический анализ [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.Г. Мельченко, Н.В. Юнникова. — Электрон. текстовые данные. — Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2005. — 104 с. — 5-89289-343-X. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14351.html>
- 9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**
1. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – Москва, 1999. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>. – Яз. рус., англ.
2. Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный
3. Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучения: [базаданных] / Даг. гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. –URL: <http://moodle.dgu.ru/>.
4. <https://ibooks.ru/>
5. www.book.ru/
6. Химические серверы ChemWeb, ChemExpress Online, ChemNet.com <http://www.Himhelp.ru>
7. Каталог образовательных интернет-ресурсов <http://www.edu.ru/>
- 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 менее 40-42% общего количества часов, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.
- 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 литературе) 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 (проектов);
 - решение задач, упражнений;

- написание рефератов (эссе);
- 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.

Самостоятельная работа должна носить систематический характер, быть интересной и привлекательной для студента.

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 образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При проведении занятий используются:

а) технические средства:

компьютерная техника и средства связи (проектор, экран, видеокамера), проводится компьютерное тестирование, демонстрация мультимедийных материалов, информационные справочные системы, электронные версии учебников, пособий, методических разработок, указаний и рекомендаций по всем видам учебной работы, предусмотренных учебной рабочей программой.

б) программные системы:

операционные системы Microsoft Windows XP, Microsoft Vista;

поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo;

специализированное программное обеспечение СДО Moodle, SunRAV BookOffice Pro, SunRAV TestOfficePro;

программное обеспечение по химии. Пакет офисных приложений OfficeStd 2016 RUS OLP NL Acdmc, Контракт №219-ОА от 19.12.2016 г. С ООО «Фирма АС».

Acrobat Professional 9 Academic Edition и Acrobat Professional 9 DVD Set Russian Windows ГК №26-ОА от «07» декабря 2009 г.

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 человек и вспомогательное помещение для хранения химических реактивов и профилактического обслуживания учебного и учебно-научного оборудования.

Помещение для лекционных занятий укомплектовано комплектом электропитания ЩЭ (220 В, 2 кВт, в комплекте с УЗО), 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.

При проведении занятий используется учебное и лабораторное оборудование: Атомно-абсорбционный спектрометр, Contr AA-700, AnalytikJena, Германия; Спектрофотометр UV-3600 с интегрирующей сферой LISR-3100, UV-3600, Япония; Многоцелевой экспериментальный массспектрометрический комплекс ЭМК, Россия; Рентген-флуоресцентный спектрометр EDX-800 HS, Япония; ИК-Фурье спектрометр ИнфраЛИОМ ФТ02, Россия; Спектрофлуориметр F-700, Япония; Спектрофотометр, SPECORD 210 PlusBU, AnalytikJena, Германия; Спектрометрический комплекс МДР-41 в комплекте с азотным проточным криостатом OptCryo198, Россия; Микроволновая система минерализации проб под давлением, TOPwaveIV, AnalytikJena, Германия; Рентгеновский дифрактометр, EmpyreanSeries 2 Фирма Panalytical (Голландия); Дифференциальный сканирующий калориметр, NETZSCH STA 409 PC/PG, Германия; Лабораторная экстракционная система, SFE1000M1-2-FMC-50, Waters, США; Хроматомасс-

спектрометр, 7820 Маэстро, США, Россия; Высокоэффективный жидкостной хроматограф, Agilent 1220 Infinity, США.