

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор АФ МГТУ

Чикирев И. В.

"28" июня 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина Б1.О.03.01.03 Аналитическая химия
код и наименование дисциплины

Направление подготовки/специальность 04.03.01 Химия
код и наименование направления подготовки /специальности

Направленность/специализация Неорганическая химия и химия координационных соединений
наименование направленности (профиля) /специализации образовательной программы

Квалификация выпускника бакалавр
указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО

Кафедра-разработчик: химии
наименование кафедры-разработчика рабочей программы

Кафедра-разработчик: химии и строительного материаловедения АФ МГТУ
наименование кафедры-разработчика рабочей программы

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор АФ МГТУ

Чикирев И. В.

"28" июня 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина Б1.О.03.01.03 Аналитическая химия
код и наименование дисциплины

Направление подготовки/специальность 04.03.01 Химия
код и наименование направления подготовки /специальности

Направленность/специализация Неорганическая химия и химия координационных соединений
наименование направленности (профиля) /специализации образовательной программы


Квалификация выпускника бакалавр
указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО

Кафедра-разработчик Химия
наименование кафедры-разработчика рабочей программы


Мурманск
2019

Лист согласования

1 Разработчик(и)

Часть 1	зав. кафедрой должность	Химии кафедра	 подпись	Деркач С. Р. Ф.И.О
Часть 2	должность	кафедра	подпись	Ф.И.О
Часть 3	должность	кафедра	подпись	Ф.И.О

2. Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика рабочей программы

<u>Химии</u> наименование кафедры	<u>24.06.2019</u> дата	
протокол № <u>12</u>	 подпись	<u>Деркач С. Р.</u> Ф.И.О. заведующего кафедрой-разработчика

3. Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с выпускающей кафедрой по направлению подготовки / специальности.

Заведующий выпускающей кафедрой <u>Химии и строительного материаловедения</u> наименование кафедры	<u>28.06.2019</u> дата	 подпись	<u>Николаев А. И.</u> Ф.И.О
---	---------------------------	---	--------------------------------

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

АПАТИТСКИЙ ФИЛИАЛ

УТВЕРЖДАЮ
Директор АФ ФГБОУ ВО «МГТУ»
к.г.-м.н., доцент И.В. Чикирёв



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине: Б1.О.03.01.03 Аналитическая химия
указывается цикл (раздел) ОП, к которому относится дисциплина, название дисциплины

для направления подготовки (специальности) 04.03.01 Химия
код и наименование направления подготовки (специальности)

Неорганическая химия и химия координационных соединений
наименование профиля /специализаций/образовательной программы

Квалификация выпускника, уровень подготовки бакалавр
(указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО)

Кафедра - разработчик: химии и строительного материаловедения
название кафедры - разработчика рабочей программы

Апатиты
2019

Лист согласования

1 Разработчик(и)

доцент
должность

Химии и СМ
кафедра


подпись

С.В. Дрогобужская
И.О. Фамилия

2. Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика рабочей программы химии и строительного материаловедения «28» июня 2019 г. протокол № 11.

И.о. заведующего кафедры – разработчика

"28" июня 2019 г.

дата

подпись

 А.И. Николаев
И.О. Фамилия

Лист согласования

1 Разработчик(и)

Зав кафедрой

Химия

Деркач С.Р.

Часть 1 должность кафедра подпись Ф.И.О.

Часть 2 должность кафедра подпись Ф.И.О.

Часть 3 должность кафедра подпись Ф.И.О.

2. Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика рабочей программы

Химия

наименование кафедры

дата

протокол №

Деркач С.Р.

подпись

Ф.И.О. заведующего кафедры – разработчика

3¹. Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с выпускающей кафедрой по направлению подготовки /специальности.

Заведующий выпускающей кафедрой Технология пищевых производств
наименование кафедры

Николаев А.И.

дата

подпись

Ф.И.О.

¹ Если кафедра-разработчик является выпускающей, то пункт не заполняется.

Лист изменений и дополнений, вносимых в РП²

к рабочей программе по дисциплине Б1.О.03.01.03 Аналитическая химия, входящей в состав ОП по направлению подготовки/специальности 04.03.01 Химия профилю «Неорганическая химия и химия координационных соединений»

Таблица 1. Изменения и дополнения

№ п/п	Дополнение или изменение, вносимое в рабочую программу в части	Содержание дополнения или изменения	Основание для внесения дополнения или изменения	Дата внесения дополнения или изменения
1.	Перечня лицензионного программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем	Например, исключение из перечня или дополнение перечня	1. Окончание срока действия договора... 2. Заключение договора на лицензионное ПО 3. Обновление перечня баз данных и ИСС на сайте АФ МГТУ	

Дополнения и изменения внесены « ____ » _____ г

² Изменения и дополнения в РП – п. 1-8,10 таблицы 1 вносятся по необходимости; п. 9 требует ежегодного обновления. Листы изменений и дополнений включаются в структуру РП, их количество соответствует количеству вносимых изменений и дополнений

Аннотация рабочей программы дисциплины

Коды циклов дисциплин, модулей, практик	Наименование циклов, разделов, дисциплин, модулей, практик	Краткое содержание (Цель, задачи, содержание разделов дисциплины, реализуемые компетенции, формы промежуточной аттестации)
Б1.О.03.01.03	Аналитическая химия	<p>Цель дисциплины: подготовка бакалавров в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра и учебным планом направления подготовки 04.03.01 Химия профиль «Неорганическая химия и химия координационных соединений».</p> <p>Задачи дисциплины: дать необходимые знания по основам современной аналитической химии, начиная от теоретического базиса и экспериментальных методов вплоть до описания комплекса типичных результатов измерений и основных направлений применения аналитической химии в промышленности.</p> <p>В результате изучения дисциплины обучающийся должен:</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – метрологические основы химического анализа, – типы реакций и процессов в аналитической химии, их основные закономерности; – основные методы химического анализа (гравиметрические, титриметрические); <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – владеть методологией выбора оптимального метода анализа конкретного объекта и методикой его проведения – использовать современные аналитические методы исследования и аналитическую технику; – проводить анализ возможных погрешностей и избегать недочетов при проведении химического анализа – анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – проведением эксперимента химического анализа; – обработкой и представлением полученных результатов в виде отчетов; – эксплуатировать современную аппаратуру химического анализа и оборудование для выполнения лабораторных работ, связанных с химическим анализом веществ. – проведением с соблюдением норм техники безопасности химического эксперимента, включая анализ, изучение свойств веществ, исследование химических реакций с их участием <p>Содержание разделов дисциплины: Метрологические основы химического анализа; типы химических реакций и процессов в аналитической химии; химические методы анализа</p> <p>Реализуемые компетенции: ОПК-1, ОПК-2</p> <p>Формы промежуточной аттестации: Очная форма обучения: Курс 2, Семестр 4 – экзамен</p>

Пояснительная записка

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия, утвержденного приказом Минобрнауки РФ 17 июля 2017 года, № 671, учебного плана в составе ОП по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профилю «Неорганическая химия и химия координационных соединений».

2. Цели и задачи учебной дисциплины (модуля)

Целью дисциплины «Аналитическая химия» является формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавра и учебным планом для направления подготовки 04.03.01 Химия профиль «Неорганическая химия и химия координационных соединений»

Задачи: дать необходимые знания по основам современной аналитической химии, начиная от теоретического базиса и экспериментальных методов вплоть до описания комплекса типичных результатов измерений и основных направлений применения аналитической химии в промышленности.

3. Планируемые результаты обучения в рамках данной дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия профиль «Неорганическая химия и химия комплексных соединений»:

ОПК-1 – Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений;

ОПК-2 – Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием.

Таблица 2. Результаты обучения

Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции; Индикаторы сформированности компетенций ³ в реализуемой части
ОПК-1 – Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	Компетенция реализуется частично в части «Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений», связанных с химическим анализом веществ	Знать: – метрологические основы химического анализа, – типы реакций и процессов в аналитической химии, их основные закономерности; – основные методы химического анализа (гравиметрические, титриметрические); Уметь: – владеть методологией выбора оптимального метода анализа конкретного объекта и методикой его проведения – использовать современные аналитические методы исследования и аналитическую технику; – проводить анализ возможных погрешностей и избегать недочетов при проведении химического анализа – анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений Владеть: – проведением эксперимента химического анализа; – обработкой и представлением полученных результа-

³ Для ФГОС ВО 3++

		<p>тов в виде отчетов</p> <ul style="list-style-type: none"> – эксплуатировать современную аппаратуру химического анализа и оборудование для выполнения лабораторных работ, связанных с химическим анализом веществ. – проведением с соблюдением норм техники безопасности химического эксперимента, включая анализ, изучение свойств веществ, исследование химических реакций с их участием <p>Индикаторы сформированности компетенций в реализуемой части:</p> <p>ОПК-1.1. «Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений», в части, связанной с химическим анализом</p> <p>ОПК-1.2. «Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов», связанных с химическим анализом</p> <p>ОПК-1.3. «Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных работ», связанных с химическим анализом</p>
<p>ОПК-2 – Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием</p>	<p>Компетенция реализуется частично в части «Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая анализ, изучение свойств веществ, исследование химических реакций с их участием»</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – метрологические основы химического анализа, – основные методы химического анализа (гравиметрические, титриметрические); <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – владеть методологией выбора оптимального метода анализа конкретного объекта и методикой его проведения – использовать современные аналитические методы исследования и аналитическую технику; – проводить анализ возможных погрешностей и избегать недочетов при проведении химического анализа <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – проведением эксперимента химического анализа с соблюдением норм техники безопасности, включая анализ, изучение свойств веществ, исследование химических реакций с их участием – обработкой полученных результатов; – эксплуатировать современную аппаратуру химического анализа и оборудование для выполнения лабораторных анализов. <p>Индикаторы сформированности компетенций в реализуемой части:</p> <p>ОПК-2.1. «Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности</p> <p>ОПК-2.4. «Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования» методами химического анализа</p>

4. Структура и содержание учебной дисциплины (модуля)

Таблица 3⁴ - Распределение учебного времени дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа

Вид учебной нагрузки ⁵	Распределение трудоемкости дисциплины по формам обучения			
	Очная			
	Семестр			Всего часов
	4			
Аудиторные часы				
Лекции	54			54
Практические работы	–			–
Лабораторные работы	108			108
Часы на самостоятельную и контактную работу				
Выполнение, консультирование, защита курсовой работы (проекта) ⁶	–			–
Самостоятельная работа	54			54
Подготовка к промежуточной аттестации ⁷	36			36
Всего часов по дисциплине	252			252
Формы промежуточной аттестации и текущего контроля				
Экзамен	+			
Зачет/зачет с оценкой	–/–			
Курсовая работа (проект)	–			
Количество расчетно-графических работ	–			
Количество контрольных работ	2			
Количество рефератов	–			

⁴ Разработчикам РП можно убирать столбцы с формами обучения, если данная форма не реализуется в МГТУ

⁵ При отсутствии вида учебной нагрузки ставить прочерк в соответствующей ячейке

⁶ Контактная работа при выполнении курсовой работы (проекта)- 2 а.ч. (3 а.ч.) соответственно. Конкретный объем часов на выполнение курсовой работы (проекта) определяет разработчик

⁷ Для экзамена очной и очно-заочной формы обучения – 36 часов, для экзамена заочной формы обучения – 9 часов, для зачета заочной формы обучения – 4 часа.

Таблица 4. Содержание разделов дисциплины (модуля), виды работы

№ п/п	Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной подготовки по формам обучения			
		очная			
		Л	ПР	ЛР	СР
1	<u>Введение.</u>	2	-	-	2
1.1	Предмет аналитической химии, ее структура. Индивидуальность аналитической химии, ее место в системе наук, связь с практикой. Значение аналитической химии в науке, экономике и других сферах. Основные аналитические проблемы: снижение предела обнаружения; повышение точности и избирательности; обеспечение экспрессности; анализ без разрушения; локальный анализ; дистанционный анализ. Виды анализа: изотопный, элементный, структурно-групповой (функциональный), молекулярный, вещественный, фазовый. Химические, физические и биологические методы анализа. Макро-, микро- и ультрамикрoанализ. <i>Теоретические основы и приемы пробоподготовки.</i>				
1.2	Основные этапы развития аналитической химии. Современное состояние и тенденции развития аналитической химии: инструментализация, автоматизация, математизация, миниатюризация, увеличение доли физических методов, переход к многокомпонентному анализу, создание сенсоров и тест-методов. Научная химико-аналитическая литература.	2	-	-	2
2	<u>Метрологические основы химического анализа.</u>	2			
2.1	<i>Метрология химического анализа.</i> Основные стадии химического анализа. Выбор метода анализа и составление схем анализа. Абсолютные (безэталонные) и относительные методы анализа. Основные метрологические понятия и представления: измерение, методы и средства измерений, метрологические требования к результатам измерений, основные принципы и способы обеспечения достоверности результатов измерений, погрешности. Аналитический сигнал и помехи. Объем информации в аналитическом сигнале. Способы определения содержания по данным аналитических измерений.				
2.2	Основные характеристики метода анализа: правильность и воспроизводимость, коэффициент чувствительности, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний. Классификация погрешностей анализа. Систематические и случайные погрешности. Погрешности отдельных стадий химического анализа.	2			
2.3	Способы оценки правильности: использование стандартных образцов, метод добавок, метод варьирования навесок, сопоставление с другими методами. Стандартные образцы, их изготовление, аттестация и использование.	2			
2.4	Статистическая обработка результатов измерений. Закон нормального распределения случайных ошибок, t- и F-распределения. Среднее, дисперсия, стандартное отклонение.	2			6
2.5	Проверка гипотезы нормальности, гипотезы однородности результатов измерений. Сравнение дисперсии и средних двух методов анализа. Регрессионный анализ. Использование метода наименьших квадратов для построения градуировочных графиков.	2			
2.6	Требования к метрологической оценке в зависимости от объекта и цели анализа. Способы повышения воспроизводимости и правильности анализа. Организация и методология метрологическо-	2			

	го обеспечения деятельности аналитической службы. Поверка аппаратуры, аттестация нестандартных средств измерений и методик анализа. Аккредитация лабораторий.				
3 3.1	Типы химических реакций и процессов в аналитической химии. Основные типы химических реакций в аналитической химии: кислотно-основные, комплексообразования, окисления-восстановления. Используемые процессы: осаждение-растворение, экстракция, сорбция. Константы равновесия реакций и процессов. Состояние веществ в идеальных и реальных системах. Ионы. Сольватация, ионизация, диссоциация. Поведение электролитов и неэлектролитов в растворах. Теория Дебая - Хюккеля. Коэффициенты активности. Концентрационные константы. Описание сложных равновесий. Общая и равновесная концентрации. Условные константы.	2			2
3.2	Графическое описание равновесий (распределительные и концентрационно-логарифмические диаграммы).	4			6
3.3	Скорость реакций в химическом анализе. Быстрые и медленные реакции. Элементарные стадии реакции. Скорость определяющая стадия. Кинетические уравнения. Молекулярность и порядок реакций. Факторы, влияющие на скорость. Катализаторы, ингибиторы. Автокаталитические реакции. Индуцированные и сопряженные реакции. Индукционный фактор. Примеры ускорения и замедления реакций и процессов, используемых в химическом анализе. Управление реакциями и процессами в аналитической химии.	2			2
3.4	Кислотно-основные реакции. Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Льюиса. Теория Бренстеда - Лоури. Равновесие в системе кислота - сопряженное основание и растворитель. Константы кислотности и основности. Кислотные и основные свойства растворителей. Константа автопротолиза. Влияние природы растворителя на силу кислоты и основания. Нивелирующий и дифференцирующий эффект растворителя. Кислотно-основное равновесие в многокомпонентных системах. Основные закономерности равновесий и протекания кислотно-основных реакций. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость. Вычисления рН растворов незаряженных и заряженных кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований, смеси кислот и оснований.	2			8
3.5	Реакции комплексообразования. Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Классификация комплексных соединений по характеру взаимодействия металл-лиганд, по однородности лиганда и центрального иона (комплексообразователя): внутрисферные комплексы и ионные ассоциаты (внешнесферные комплексы и ионные пары), однороднолигандные и смешанолигандные, полиядерные (гетерополиядерные и гомополиядерные). Классификация комплексных соединений по термодинамической и кинетической устойчивости. Свойства комплексных соединений, имеющие аналитическое значение: устойчивость, растворимость, окраска, летучесть.	2			4
3.6	Ступенчатое комплексообразование. Количественные характеристики комплексных соединений: константы устойчивости (ступенчатые и общие), функция образования (среднее лигандное число), функция закомплексованности, степень образования комплекса. Факторы, влияющие на комплексообразование: строение центрального атома и лиганда, концентрация компонентов, рН, ионная сила раствора, температура.	2			

3.7	Основные закономерности равновесий и протекания реакций комплексообразования. Влияние комплексообразования на растворимость соединений, кислотно-основное равновесие, окислительно-восстановительный потенциал систем, стабилизацию различных степеней окисления элементов. Способы повышения чувствительности и селективности анализа с использованием комплексных соединений.	2			
3.8	Теоретические основы взаимодействия органических реагентов с неорганическими ионами. Функционально-аналитические группы. Влияние их природы, расположения, стереохимии молекул реагента на его взаимодействие с неорганическими ионами. Влияние общей структуры органических реагентов на их свойства, роль различных функциональных групп.	1			2
3.9	Теория аналогий взаимодействия ионов металлов с неорганическими реагентами типа H_2O , NH_3 и H_2S и кислород-, азот-, серосодержащими органическими реагентами. Основные типы соединений, образуемых с участием органических реагентов. Хелаты, внутрикомплексные соединения. Факторы, определяющие устойчивость хелатов: природа донорных атомов и структура реагента, размер цикла, число циклов, характер связи металл-лиганд.	1			2
3.10	Важнейшие органические реагенты, применяемые в анализе для разделения, обнаружения, определения ионов металлов, для маскирования и демаскирования. Взаимодействие органических реагентов с органическими веществами: комплексы "гость-хозяин"; комплексы с переносом заряда; -комплексы. Органические реагенты для органического анализа. Возможности использования комплексных соединений и органических реагентов в различных методах анализа.	2			2
3.11	Окислительно-восстановительные реакции. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами. Направление реакции окисления и восстановления. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Понятие о смешанных потенциалах. Механизмы окислительно-восстановительных реакций. Основные закономерности равновесий и протекания окислительно-восстановительных реакций. Основные неорганические и органические окислители и восстановители, применяемые в анализе. Методы предварительного окисления и восстановления определяемого элемента.	2			2
3.12	Процессы осаждения и соосаждения. Равновесие в системе раствор - осадок. Кристаллические и аморфные осадки. Основные закономерности равновесий и протекания реакций осаждения. Зависимость структуры осадка от его индивидуальных свойств (растворимости, полярности молекул) и условий осаждения (концентрации осаждаемого иона и осадителя, солевого состава раствора и pH, температуры). Зависимость формы осадка от скорости образования первичных частиц их роста. Факторы, влияющие на растворимость осадков: температура, ионная сила, действие одноименного иона, реакции протонизации, комплексообразования, окисления-восстановления, структура и размер частиц. Условия получения кристаллических осадков. Старение осадка (превращение метастабильной кристаллической модификации в более устойчивую форму; химическое старение в результате изменения состава осадка - дегидратации-гидратации, поликонденсации). Причины загрязнения осадка (совместное осаждение	4			

	ние, соосаждение, последующее осаждение). Классификация различных видов соосаждения (адсорбция; окклюзия: внутренняя адсорбция, инклюзия; изоморфизм и др.). Особенности образования коллоидно-дисперсных систем.				
4	Методы обнаружения и идентификации Задачи и выбор метода обнаружения и идентификации химических соединений. Идентификация атомов, ионов и веществ. Дробный и систематический анализ. Физические методы обнаружения и идентификации неорганических и органических веществ. Микрорентгенофлуоресцентный анализ, пирохимический анализ (окрашивание пламени, возгонка, образование перлов). Капельный анализ. Анализ растиранием порошков. Хроматографические методы качественного анализа. Экспрессный качественный анализ в заводских и полевых условиях. Тест-методы обнаружения веществ. Примеры практического применения методов обнаружения.	2			
5 5.1	Методы выделения, разделения и концентрирования Химические и физические методы обнаружения, разделения и концентрирования веществ (экстракция, хроматография и др.). Основные методы разделения и концентрирования, их роль в химическом анализе, выбор и оценка. Сочетание методов разделения и концентрирования с методами определения; гибридные методы. Разделение сопоставимых количеств элементов и отделение малых количеств от больших. Одноступенчатые и многоступенчатые процессы разделения. Константы распределения. Коэффициент распределения. Степень извлечения. Фактор разделения. Коэффициент концентрирования.	2		10	
5.2	Методы экстракции. Теоретические основы методов. Закон распределения. Классификация экстракционных процессов. Скорость экстракции. Типы экстракционных систем. Условия экстракции неорганических и органических соединений. Реэкстракция. Природа и характеристика экстрагентов. Разделение элементов методом экстракции. Основные органические реагенты, используемые для разделения элементов методом экстракции. Селективное разделение элементов методом подбора органических растворителей, изменение pH водной фазы, маскирование и демаскирование. Приборы для экстракции.	4			
5.3	Методы осаждения и соосаждения. Применение неорганических и органических реагентов для осаждения. Способы разделения путем установления различных значений pH, образования комплексных соединений и применения окислительно-восстановительных реакций. Групповые реагенты и предъявляемые к ним требования. Характеристики малорастворимых соединений, наиболее часто используемых в анализе. Концентрирование микроэлементов соосаждением на неорганических и органических носителях (коллекторах).	2			
5.4	Другие методы. Электрохимические методы. Отгонка (дистилляция, возгонка). Зонная плавка. Селективное растворение. Направленная кристаллизация. Химические транспортные реакции. Мембранные методы. Сорбция. Флотация. Термодиффузия.	2			
6	Гравиметрический метод анализа. Сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки метода. Прямые и косвенные методы определения. Важнейшие органические и неорганические осадители. Погрешности в гравиметрическом анализе. Общая схема определений. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Изменения состава осадка при высушивании и прокаливании. Термогравиметрический анализ.			30	2

	Аналитические весы. Чувствительность весов и ее математическое выражение. Факторы, влияющие на точность взвешивания. Техника взвешивания. Примеры практического применения.				
7	Титриметрические методы анализа Методы титриметрического анализа. Классификация. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений: прямое и обратное, косвенное титрование. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Первичные стандарты, требования к ним. Фиксаналы. Вторичные стандарты. Виды кривых титрования. Скачок титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования. Автоматические титраторы.				2
7.1	Кислотно-основное титрование. Построение кривых титрования. Влияние величины констант кислотности или основности, концентрации кислот или оснований, температуры на характер кривых титрования. Кислотно-основное титрование в неводных средах. Кислотно-основные индикаторы. Погрешности титрования при определении сильных и слабых кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований. Примеры практического применения.			12	2
7.2	Окислительно-восстановительное титрование. Построение кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования: концентрация ионов водорода, комплексобразование, ионная сила. Способы определения конечной точки титрования; индикаторы. Погрешности титрования. Методы окислительно-восстановительного титрования. Перманганатометрия. Иодометрия и иодиметрия. Система иод-иодид как окислитель или восстановитель. Бихроматометрия.			12	2
7.3	Осадительное титрование. Построение кривых титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования; индикаторы. Погрешности титрования. Примеры практического применения.			14	2
7.4	Комплексометрическое титрование. Неорганические и органические титранты в комплексометрии. Использование аминополликарбонновых кислот в комплексометрии. Построение кривых титрования. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Способы комплексометрического титрования: прямое, обратное, косвенное. Селективность титрования и способы ее повышения. Погрешности титрования. Примеры практического применения. Определение кальция, магния, железа, алюминия, меди, цинка в растворах чистых солей и при сов-местном присутствии.			30	2
7.5	Другие титриметрические методы анализа. Термометрическое, радиометрическое титрование. Сущность методов.				2
	Итого	54		108	54

Таблица 5. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий с учетом форм текущего контроля

Перечень компетенций	Виды занятий и оценочные средства ⁸				Формы текущего контроля
	ЛР	ПР	СР	к/р	
ОПК-1	+	-	+	+	Отчет по лабораторной работе Защита лабораторной работы Выполнение контрольной работы

⁸ Оценочные средства указываются в соответствии с учебным планом

ОПК-2	+	-	+	+	Отчет по лабораторной работе Защита лабораторной работы Выполнение контрольной работы
-------	---	---	---	---	---

Примечание: Л – лекции, ЛР – лабораторные работы, ПР – практические работы, КР/КП – курсовая работа (проект), р – реферат, к/р – контрольная работа, э - эссе, СР – самостоятельная работа, РГР – расчетно-графическая работа

Таблица 6. Перечень лабораторных работ

№ л/р	Наименование лабораторных работ	Количество часов по формам обучения	
		очная	заочная
1.	Техника безопасности. Аналитические весы и техника взвешивания. Сущность весового анализа. Расчеты в гравиметрическом анализе. Контрольное взвешивание.	2	
2.	Гравиметрический анализ. Определение содержания серной кислоты в растворе.	18	
3.	Гравиметрический анализ. Определение содержания ацетилсалициловой кислоты.	10	
4.	Кислотно-основное титрование. Определение содержания серной кислоты в растворе методом кислотно-основного титрования	6	
5.	Кислотно-основное титрование. Определение соды и щелочи при совместном присутствии	6	
6.	Кислотно-основное титрование. Определение соляной и уксусной кислот при совместном присутствии	6	
7.	Окислительно-восстановительное титрование. Перманганатометрия. Определение железа в соли Мора.	6	
8.	Окислительно-восстановительное титрование. Иодометрия. Определение содержания меди в растворе сульфате меди.	6	
9.	Комплексонометрическое титрование. Определение меди.	6	
10.	Комплексонометрическое титрование. Определение цинка.	6	
11.	Комплексонометрическое титрование. Определение кальция и магния при совместном присутствии.	9	
12.	Комплексонометрическое титрование. Определение меди и цинка при совместном присутствии.	9	
13.	Осадительное титрование. Контрольный анализ.	6	
14.	Аргентометрическое титрование. Определение содержания хлора в соли (NaCl) методом Мора способом отдельных навесок.	8	
15.	Определение нейтральной соли методом ионообменной хроматографии.	4	
Итого:		108	

* очередность выполнения лабораторных работ определяет ведущий преподаватель;

Таблица 7. Перечень практических работ

№ л/р	Наименование практических работ	Количество часов	Наименование темы по табл. 4
	Не предусмотрены		

5. Перечень примерных тем курсовой работы /проекта – не предусмотрены

6. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины ⁹«Аналитическая химия» для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия профиль «Неорганическая химия и химия координационных соединений»

1. Методические указания к самостоятельной работе и выполнению контрольных работ по дисциплине;
2. Методические указания к лабораторным работам;

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств является компонентом ОП, разрабатывается в форме отдельного документа и включает в себя критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования и процедуры оценивания.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

№ п/п	Библиографическое описание (название литературного источника)	Наличие		
		Электронно-библиотечная система (ЭБС)	Библиотека МГТУ (печатное издание)	Количество экземпляров печатного издания
1.	Основы аналитической химии : учебник для вузов. В 2 кн. Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения / Ю. А. Золотов, Е. Н. Дорохова, В. И. Фадеева [и др.] ; под ред. Ю. А. Золотова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высш. шк., 1999. - 351 с.	–	+	97
2.	Основы аналитической химии : учебник для вузов : В 2 кн. Кн. 2. Методы химического анализа / Ю. А. Золотов, Е. Н. Дорохова, В. И. Фадеева и др. ; Под ред. Ю. А. Золотова. - Москва : Высш. шк., 1996. - 461 с.	–	+	9
3.	Аналитическая химия : учеб. для вузов. В 2 кн. Кн. 1. Титриметрические и гравиметрический методы анализа / В. П. Васильев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Дрофа, 2002. - 368 с.	–	+	47
4.	Аналитическая химия : учебник для вузов. В 2 кн. Кн. 2. Физико-химические методы анализа / В. П. Васильев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Дрофа, 2003, 2002. - 384 с.	–	+	47
5.	Практикум по аналитической химии : учеб. пособие для вузов. [В 2 ч.]. Ч. 1. Классические методы количественного анализа / С. Р. Деркач; Гос. ком. РФ по рыболовству, Мурман. гос. техн. ун-т. - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2008 ; 2007. - 122 с.	–	+	370
6.	Аналитическая химия: сборник вопросов, упражнений и задач : учеб. пособие для вузов / В. П. Васильев, Л. А. Кочергина, Т. Д. Орлова; под ред. В. П. Васильева. - 3-е изд., стер. ; 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Дрофа, 2004, 2003. - 320 с.	–	+	194

Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание (название литературного источника)	Наличие		
		Электронно-библиотечная система (ЭБС)	Библиотека МГТУ (печатное издание)	Количество экземпляров печатного издания

⁹ В перечень входят методические указания к: выполнению практических, лабораторных, контрольных, самостоятельных, расчетно-графических, курсовых работ и др.

7.	Дорохова, Е. Н. Задачи и вопросы по аналитической химии / Е. Н. Дорохова, Г. В. Прохорова. - Москва : Мир, 2001. - 267 с.	-	+	74
8.	Толстоусов, В. Н. Задачник по количественному анализу : учеб. пособие для вузов / В. Н. Толстоусов, С. М. Эфрос. - Ленинград : Химия, 1986. - 160 с.	-	+	9
9.	Лурье, Ю. Ю. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье. - 6-е изд., перераб. и доп. - Москва : Химия, 1989. - 448 с.	-	+	15

9. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://www.wssanalytchem.org/default.aspx>

<http://anchem.ru/>

<http://chemexpress.fatal.ru>

<http://www.xumuk.ru>

<http://www.chemport.ru>

<http://djvu-inf.narod.ru/nclib.htm>

10. Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем, реквизиты подтверждающего документа. (Пример)

1. Операционная система Microsoft Windows Vista Business Russian Academic OPEN, лицензия № 44335756 от 29.07.2008 (договор №32/379 от 14.07.08 г.)
2. Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.2009 (договор 32/224 от 14.0.2009 г.)
3. Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader Corporate 9.0 (сетевая версия), 2009 год (договор ЛЦ-080000510 от 28 апреля 2009 г.). Операционная система Microsoft Windows Vista Business Russian Academic OPEN, лицензия № 44335756 от 29.07.2008

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Таблица 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Корпус Л ауд. 500 Учебная аудитория для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации	Аудитория оснащена оборудованием и техническими средствами обучения, необходимыми для освоения программ дисциплин (модулей); в том числе имеется: Мультимедиа-проектор Toshiba TLP-X2500a; Ноутбук Asus X553MA 15.6",N3530,4G,500G,DVDRW; Настенный проекционный экран Digis Optimal-B, формат 3:4, 120x160 см DSOB-4301. Посадочных мест – 32.
2.	Корпус Л ауд. 509 Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Аудитория оснащена оборудованием и техническими средствами обучения, необходимыми для освоения программ дисциплин (модулей); в том числе имеется: 1. Весы лабораторные «SHINKO» DJ-300E 2. Весы аналитические «RADWAG WAS 220/C/2» 3. Мешалка магнитная ПЭ – 6100 4. рН-метр-иономер «ЭКСПЕРТ - 001» 5. Печь электрокамерная ЭКПС-10 6. Титровальное приспособление ТПР-М-УХЛ 7. Шкаф сушильный LIOP LF с модулем управления TS87B

		8. Штатив для пипеток ПЭ-2910 9. Электроплитка 10. Комплекты химической посуды для химического анализа Оснащенность лабораторных помещений и условия работы в них обучающихся соответствуют требованиям техники безопасности по работе с химическими реактивами Посадочных мест – 12
3.	Корпус Л ауд. 406 Помещение для самостоятельной работы	Укомплектовано специализированной мебелью и компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета
4.	Корпус Л ауд. без номера. Помещение для хранения и профилактического обслуживания оборудования	Помещение оснащено мебелью для хранения оборудования

Таблица 8. Технологическая карта текущего контроля и промежуточной аттестации дисциплины

№	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения (неделя сдачи)
		min	max	
Текущий контроль				
	Посещение лекций (27 лекций)	3	12	
	Нет посещений – 0 баллов, (9 лекций) 33,33 % - 3 балла; (18 лекции) 66,66 % - 6 баллов; (27 лекций) 100 % - 12 баллов			
1.	Выполнение лабораторных работ (15 работ)	26	29	По расписанию
	Выполнение одной ЛР в срок (по расписанию занятий) – 1,93 баллов, не в срок (но в течение двух недель после даты по расписанию) – 1,73 балла.			
2.	Защита лабораторных работ	26	29	По расписанию
	Защита одной ЛР в срок (в течение двух недель после даты выполнения ЛР по расписанию) – 1,93 баллов, не в срок – 1,73 балла.			
3.	Контрольная работа (2 к/р)	5	10	По расписанию
	Одна к/р – от 2,5 до 5 баллов. Отлично – 5 баллов, хорошо – 4 баллов, удовлетворительно – 2,5 баллов			
	ИТОГО за работу в семестре	60	80	последняя неделя семестра
Промежуточная аттестация				
	Экзамен	10	20	
	Оценка «5» - 20 баллов Оценка «4» - 15 баллов Оценка «3» - 10 баллов			
	ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	70	100	
	Итоговая оценка определяется по итоговым баллам за дисциплину и складывается из баллов, набранных в ходе текущего контроля (итога за работу в семестре) и промежуточной аттестации (экзамен) Шкала баллов для определения итоговой оценки: 91 - 100 баллов - оценка «5» 81-90 баллов - оценка «4» 70- 80 баллов - оценка «3» 69 и менее баллов - оценка «2» Итоговая оценка проставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку обучающегося			

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

АПАТИТСКИЙ ФИЛИАЛ

УТВЕРЖДАЮ
Директор АФ ФГБОУ ВО «МГТУ»
к.г.-м.н., доцент И.В. Чикирёв

_____ подпись

" 28 " июня 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине: Б1.О.03.01.03 Аналитическая химия
указывается цикл (раздел) ОП, к которому относится дисциплина, название дисциплины

для направления подготовки (специальности) 04.03.01 Химия
код и наименование направления подготовки (специальности)

Неорганическая химия и химия координационных соединений
наименование профиля /специализаций/образовательной программы

Квалификация выпускника, уровень подготовки бакалавр
(указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО)

Кафедра - разработчик: химии и строительного материаловедения
название кафедры - разработчика рабочей программы

Апатиты
2019

Лист согласования

1 Разработчик(и)

доцент
должность

Химии и СМ
кафедра

подпись

С.В. Дрогобужская
И.О. Фамилия

2. Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика рабочей программы химии и строительного материаловедения «28» июня 2019 г. протокол № 11.

И.о. заведующего кафедры – разработчика

"28" июня 2019 г.
дата

подпись

А.И. Николаев
И.О.Фамилия

Лист изменений и дополнений, вносимых в РП¹⁰

к рабочей программе по дисциплине Б1.О.03.01.03 Аналитическая химия, входящей в состав ОПОП по направлению подготовки/специальности 04.03.01 Химия профилю «Неорганическая химия и химия координационных соединений»

Таблица 1. Изменения и дополнения

№ п/п	Дополнение или изменение, вносимое в рабочую программу в части	Содержание дополнения или изменения	Основание для внесения дополнения или изменения	Дата внесения дополнения или изменения
1				
2				
3				

Дополнения и изменения внесены « ____ » _____ г

¹⁰ Изменения и дополнения в РП – п. 1-8, 10 таблицы 1 вносятся по необходимости; п. 9 требует ежегодного обновления. Листы изменений и дополнений включаются в структуру РП, их количество соответствует количеству вносимых изменений и дополнений

Аннотация рабочей программы дисциплины

Коды циклов дисциплин, модулей, практик	Название циклов, разделов, дисциплин, модулей, практик	Краткое содержание (Цель, задачи, содержание разделов дисциплины, реализуемые компетенции, формы промежуточного контроля, формы отчетности)
1	2	3
Б1.О.03.01.03	Аналитическая химия	<p>Цель дисциплины: сформировать у студентов современное представление о физико-химических методах анализа и месте аналитической химии в системе наук.</p> <p>Задачи изложения и изучения дисциплины:</p> <ul style="list-style-type: none"> - осмысленное усвоение студентами теоретических основ физико-химических методов анализа: хроматографических, электрохимических, спектральных, рентгеновских, ядерно-физических, использование ЭВМ для автоматизации анализа. - изучение основных закономерностей этапов анализа исследуемого вещества; - практическое ознакомление с методами количественного анализа, включая правила отбора проб образцов, вскрытие образцов методами сплавления или кислотного и конечное определение с помощью физико-химических методов анализа; - закрепление основных закономерностей анализа сложных объектов на примере изучения реальных объектов. <p>Усвоение данной дисциплины позволяет химику ориентироваться в методах пробоотбора, пробоприготовления и конечного определения тех или иных реальных объектов - руд, пород, металлов и сплавов, экологических объектов и др.</p> <p>В результате изучения дисциплины бакалавр должен:</p> <p>Знать: существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии, принципы и области использования основных методов химического анализа (химических, химико-физических и физических); основные приемы подготовки пробы для анализа, способы разложения, разделения и концентрирования, теоретические основы методов конечного определения исследуемого вещества, схемы анализа различных объектов, перечень элементов, методы конечного количественного определения основных и примесных элементов.</p> <p>Уметь: представление об особенностях разных объектов анализа - правильно представлять схему анализа объекта, с учетом его особенностей, поставленной задачи и требуемой точности определения выбрать методы анализа.</p> <p>Владеть: методологией выбора методов анализа и иметь навыки их применения - навыки ведения аналитических работ, работы с химическими реактивами и агрессивными средами, приемами и правилами работы с аналитическим оборудованием.</p> <p>Содержание разделов дисциплины: Введение. Аналитическая химия - система знаний о веществе - его составе и строении. Предмет и задачи аналитической химии, основные задачи современной анализа. Роль анализа в промыш-</p>

		<p>ленности и обществе. Характеристика и классификация физико-химических методов анализа. Предел обнаружения и погрешность методов. Хроматографические методы анализа. Электрохимические методы анализа. Спектроскопические методы анализа. Рентгеновские и ядерно-физические методы. Автоматизация анализа и использование ЭВМ в аналитической химии. Проточно-инжекционный анализ. Пробоотбор и пробоподготовка. Основные объекты анализа.</p> <p><i>Реализуемые компетенции</i> ОПК-1, ОПК-2</p> <p>Формы промежуточной аттестации: семестр 5 – экзамен, контрольная работа, РГР семестр 6 - экзамен, РГР (2) семестр 7 – экзамен, курсовая работа, РГР</p>
--	--	---

Пояснительная записка

1. Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия, утвержденного приказом Минобрнауки РФ от 17 июля 2017 года, № 671, учебного плана в составе ОП по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профилю «Неорганическая химия и химия координационных соединений».

2. Цели и задачи учебной дисциплины (модуля).

Целью дисциплины (модуля) «Аналитическая химия» является подготовка обучающегося в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра и рабочим учебным планом направления 04.03.01 Химия, что предполагает освоение обучающимися теоретических основ физико-химических методов анализа; изучение основных закономерностей этапов анализа исследуемого вещества; практическое ознакомление с методами количественного анализа, включая правила отбора проб образцов, вскрытие образцов методами сплавления, кислотного разложения или с привлечением физических методов и конечное определение с помощью физико-химических методов анализа; закрепление основных закономерностей анализа сложных объектов на примере изучения реальных объектов.

Задачи дисциплины (модуля): ознакомление студентов с физико-химическими методами количественного химического анализа (КХА): хроматографическими, электрохимическими, спектральными, рентгеновскими, ядерно-физическими методами, использованием ЭВМ для автоматизации анализа. Усвоение данной дисциплины позволяет химику ориентироваться в методах пробоотбора, пробоприготовления и конечного определения тех или иных реальных объектов - руд черных, цветных, редких металлов, пород, в том числе силикатных, карбонатных, фосфатных и других, полупроводниковых материалов, веществ высокой чистоты, органических остатков растений и животных, почв, вод, воздуха и газов, органических веществ и лекарственных препаратов, токсичных веществ и других.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине «Аналитическая химия»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия профиль «Неорганическая химия и химия комплексных соединений»:

ОПК-1 – Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений;

ОПК-2 – Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием.

Результаты формирования компетенций и планируемые результаты обучения представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Планируемые результаты обучения

Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции; Индикаторы сформированности компетенций ¹¹ в реализуемой части
ОПК-1 – Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	Компетенция реализуется частично в части «Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений», связанных с инструментальным анализом веществ	<p>Этапы формирования компетенции; Индикаторы сформированности компетенций¹¹ в реализуемой части</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основы физико-химического анализа, – типы реакций и процессов в аналитической химии, их основные закономерности; – основные инструментальные методы анализа (хроматографические, электрохимические, спектральные, ядерно-физические) <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – владеть методологией выбора оптимального метода анализа конкретного объекта и методикой его проведения; – использовать современные инструментальные методы исследования и аналитическую технику; – проводить анализ возможных погрешностей и избегать недочетов при проведении анализа; – анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – проведением эксперимента инструментальных видов анализа; – обработкой и представлением полученных результатов в виде отчетов; – эксплуатировать современную аппаратуру инструментального анализа и оборудование для выполнения лабораторных работ, связанных с физико-химическим анализом веществ; – проведением с соблюдением норм техники безопасности физико-химического эксперимента, включая инструментальный анализ, изучение свойств веществ, использование современных средств измерений. <p>Индикаторы сформированности компетенций в реализуемой части:</p> <p>ОПК-1.1. «Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений», в части, связанной с инструментальным анализом;</p> <p>ОПК-1.2. «Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов», связанных с инструментальным анализом;</p> <p>ОПК-1.3. «Формулирует заключения и выводы по</p>

¹¹ Для ФГОС ВО 3++

		результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных работ», связанных с физико-химическим анализом.
ОПК-2 – Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	Компетенция реализуется частично в части «Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием»	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – метрологические основы инструментального анализа, – основные методы инструментального анализа (хроматографические, электрохимические, спектральные, ядерно-физические). <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – владеть методологией выбора оптимального метода анализа конкретного объекта и методикой его проведения; – использовать современные инструментальные аналитические методы исследования и аналитическую технику; – проводить анализ возможных погрешностей и избегать недочетов и промахов при проведении инструментального анализа. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – проведением эксперимента инструментального анализа с соблюдением норм техники безопасности, включая анализ, изучение свойств веществ, исследование химических реакций с их участием; – обработкой полученных результатов; – эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения физико-химических анализов. <p>Индикаторы сформированности компетенций в реализуемой части:</p> <p>ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.</p> <p>ОПК-2.2. Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик.</p> <p>ОПК-2.3. Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе.</p> <p>ОПК-2.4. «Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования» методами физико-химического анализа.</p>

4. Структура учебной дисциплины (модуля)

Таблица 3* - Распределение учебного времени дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 14 зачетных единиц, 504 часа

Виды учебной нагрузки, часов	Номер семестра обучения			Всего часов
	5	6	7	
Лекции	37	44	26	107
Практические занятия	8	6	4	18
Лабораторные работы	36	36	36	108

*Разработчикам РП можно убирать столбцы с формами обучения, если данная форма не реализуется в МГТУ

Самостоятельная работа	63	58	42	163
Подготовка и сдача экзамена	36	36	36	108
Всего часов по дисциплине	180	180	144	504

Формы контроля, количество

Экзамен	+	+	+	3
Зачет / зачет с оценкой	-	-	-	-
Курсовая работа (проект)	-	-	1	1
Количество РГЗ	1	2	1	4
Количество контрольных работ	1	-	-	1
Количество рефератов	-	-	-	-
Количество эссе	-	-	-	-

5. Содержание учебной дисциплины (модуля)

Таблица 4* - Содержание разделов дисциплины (модуля), виды работы

№ п/п	Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной подготовки по формам обучения			
		Очная форма			
		Лекции	Практ.	Лабор.	Самост.
1	2	3	4	5	6
5 семестр					
1	1.1 Ведение. Современное состояние аналитической химии и физико-химических методов как ее составляющих. Приборная база. Преимущества и недостатки приборных методов. Анализ как необходимый инструмент для обеспечения качества работ. 1.2 Характеристика и классификация физико-химических методов анализа. Предел обнаружения и погрешность методов.	2	-	-	4
2	2.1 <u>Хроматографические методы анализа:</u> Определение хроматографии, основные принципы метода, понятие о подвижной и неподвижной фазах. Классификация методов по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по механизму разделения, по технике выполнения. Основное уравнение хроматографии. Селективность и эффективность хроматографического разделения. Концепция теоретических тарелок. Кинетическая теория. Разрешение как фактор оптимизации хроматографического процесса. Способы детектирования. Основные параметры хроматограммы. Способы получения хроматограмм (фронтальный, вытеснительный, элюентный). Качественный и количественный хроматографический анализ. Применение хроматографических методов для разделения и определения неорганических и органических соединений.	6	2	-	6
	2.2 <u>Газовая хроматография:</u> газо-адсорбционная (газо-твердофазная) и газо-жидкостная хроматография. Сорбенты, носители, требования к ним. Механизм разделения. Схема газового хроматографа: колонки, детекторы, их чувствительность и селективность. Области применения газовой хроматографии.	2	-	3	4

*Разработчикам РП можно убирать столбцы с формами обучения, если данная форма не реализуется в МГТУ

2	<p>2.3 <u>Жидкостная хроматография</u>: виды жидкостной хроматографии, распределительная и обращеннофазовая хроматография, преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Схема жидкостного хроматографа: насосы, колонки, основные типы детекторов, их чувствительность и селективность.</p>	2	-	-	4
	<p><u>Экстракционная хроматография</u>: общие принципы метода, подвижные и неподвижные фазы, особенности механизма разделения. Определяемые вещества и области применения метода. Плоскостная хроматография (хроматография в тонком слое): общие принципы разделения, способы получения хроматограмм (восходящий, нисходящий, круговой, двумерный), реагенты для проявления хроматограмм.</p> <p>Бумажная и тонкослойная хроматография: механизм разделения, подвижные фазы, преимущества и недостатки, области применения.</p>	2	-	3	4
	<p>2.4 <u>Жидкостно-твердофазная хроматография</u>. <u>Адсорбционная жидкостная хроматография</u>: полярные и неполярные неподвижные фазы и принципы их выбора. Области применения адсорбционной жидкостной хроматографии. Гель-хроматография, аффинная хроматография.</p>	2	-	-	4
	<p><u>Ионообменная хроматография</u>: классификация, строение и физико-химические свойства ионообменников. Ионообменное равновесие. Селективность ионного обмена и факторы его определяющие. Области применения ионообменной хроматографии.</p> <p>Ионная хроматография как вариант высокоэффективной ионообменной хроматографии. Особенности строения и свойства сорбентов для ионной хроматографии. Одноколоночная и двухколоночная ионная хроматография, преимущества и недостатки.</p> <p>Ионохроматографическое определение катионов и анионов.</p> <p><u>Ион-парная и лигандообменная хроматография</u>. Общие принципы. Подвижные и неподвижные фазы. Области применения.</p>	2	2	12	6

3	<p>3.1 <u>Электрохимические методы анализа</u>: общая характеристика, классификация. Чувствительность и избирательность электрохимических методов.</p> <p>Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Равновесные и неравновесные электрохимические системы.</p>	2	-	-	4
	<p>3.2 <u>Потенциометрия</u>: сущность метода.</p> <p>Прямая потенциометрия: измерение потенциала, индикаторный электрод и электрод сравнения. Ионметрия. Классификация ионоселективных электродов: электроды с гомогенными и гетерогенными кристаллическими мембранами, стеклянные электроды, электроды с подвижными носителями, ферментные и газочувствительные электроды. Электродная функция, предел обнаружения, коэффициент селективности, время отклика.</p> <p>Потенциометрическое титрование: изменение электродного потенциала в процессе титрования, способы обнаружения конечной точки титрования. Использование реакций кислотно-основных, осаждения, комплексообразования, окисления-восстановления.</p>	5	2	12	9
	<p>3.3 <u>Вольтамперометрия</u>: классификация вольтамперометрических методов, индикаторные электроды, преимущества и недостатки ртутного электрода, применение твердых электродов. Явления, возникающие при протекании тока (омическое падение напряжения, концентрационная и кинетическая поляризация)</p> <p>Получение и характеристика вольтамперной кривой. Конденсаторный, миграционный, диффузионный токи. Предельный диффузионный ток. Уравнение Ильковича. Уравнение полярографической волны Ильковича-Гейровского). Потенциал полуволны. Факторы, влияющие на величину потенциала полуволны.</p> <p>Виды вольтамперометрии: прямая и инверсионная, переменноточковая.</p> <p>Идентификация и определение неорганических и органических соединений.</p> <p>Поляризационные кривые и их использование в различных электрохимических методах.</p>	6	2	6	10

3	3.4 <u>Амперометрическое титрование</u> : сущность метода. Индикаторные электроды. Выбор потенциала индикаторного электрода. Виды кривых титрования. Титрование при постоянном токе и постоянном потенциале. Использование реакций осаждения, комплексообразования, окисления-восстановления.	2	-	-	2
	3.5 <u>Кулонометрия</u> : теоретические основы, закон Фарадея. Способы определения количества электричества. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Определение конечной точки титрования. Внешняя и внутренняя генерация кулонометрического титранта. Титрование электроактивных и электронеактивных компонентов. Преимущества и ограничения метода кулонометрического титрования по сравнению с другими титриметрическими методами. Общая характеристика электрогравиметрических методов.	2	-	-	4
	3.6 <u>Кондуктометрия</u> : основные принципы, удельное сопротивление и электропроводность растворов. Кондуктометрическое титрование. Практическое применение методов.	2	-	-	2
Всего в 5 семестре:		37	8	36	63
6 семестр					
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
4	4.1 <u>Спектроскопические методы анализа</u> : общая характеристика и классификация. Спектр электромагнитного излучения, спектроскопические методы в гамма-, рентгеновском, оптическом, микроволновом и радиочастотном диапазонах. Место и роль спектроскопических методов в аналитической химии и химической анализе. Энергия фотонов, частота, волновое число, длина волны; связь между ними; термины, символы, единицы измерения. Составляющие внутренней энергии частиц и соответствующие им диапазоны электромагнитного излучения. Основные типы взаимодействия вещества с излучением: эмиссия (тепловая, люминесценция), поглощение, рассеяние. <u>Классификация</u> спектроскопических методов: - по природе частиц, взаимодействующих с излучением (атомные, молекулярные); - характеру процесса (абсорбционные, эмиссионные); - диапазону электромагнитного излучения.	2	-	-	4

4	4.2 <u>Спектры атомов</u> . Основные и возбужденные состояния атомов. Характеристики состояний. Энергетические переходы, правила отбора. Вероятности электронных переходов и время жизни возбужденных состояний. Характеристики спектральных линий: положение в спектре, интенсивность, полуширина. Причины уширения спектральных линий.	2	-	-	2
	4.3 <u>Спектры молекул</u> , их особенности. Схемы электронных уровней молекулы. Электронные, колебательные и вращательные спектры молекул. Зависимость вида спектра от агрегатного состояния вещества. Основные законы испускания и поглощения электромагнитного излучения. Связь аналитического сигнала с концентрацией определяемого компонента. Основные способы определения концентрации в спектроскопических методах.	2	-	-	2
	4.4 <u>Аппаратура</u> . Способы монохроматизации лучистой энергии. Классификация спектральных приборов, их характеристики: дисперсия, разрешающая способность, светосила. Приемники излучения: фотоэмульсия, фотоэлементы, фотоэлектроумножители, полупроводниковые приемники. Инструментальные помехи. Шумы и отношение сигнал-шум.	2	-	-	2
	4.5 Методы <u>молекулярной оптической спектроскопии</u> : абсорбционная в УФ-, ИК-, видимой областях, люминесценция, комбинационное рассеяние, поляриметрия.	1	-	-	2
	4.5.1 Молекулярная абсорбционная спектроскопия (<u>спектрофотометрия</u>): оптическая плотность растворов, закон Бугера-Ламберта-Бера. Основные причины отклонения от основного закона светопоглощения (инструментальные и физико-химические). Связь химической структуры соединения с абсорбционным спектром. Способы получения окрашенных соединений. Фотометрические аналитические реагенты, требования к ним. Принципиальная схема прибора. Классификация аппаратуры с точки зрения способа монохроматизации (фотометры, спектрофотометры).	2	2	6	4

	Способы определения концентрации веществ. Метод прямой и дифференциальной спектрометрии. Анализ многокомпонентных систем. Спектрофотометрия как метод исследования реакций в растворах (комплексобразования, протолитических, агрегации), сопровождающихся изменением спектров поглощения. Метрологические характеристики и аналитические возможности.	2	2	6	4
	4.5.2 <u>УФ-спектроскопия</u> : характеристика, хромофоры. Качественный и количественный анализ в видимой и УФ- области. Приборы.	1	-	-	2
4	4.5.3 <u>Методы колебательной спектроскопии</u> . Колебательные спектры молекул. Их особенности. Классификация методов по способу получения колебательных спектров (ИК- и КР-спектроскопия). Принципиальная схема прибора. Основные типы источников излучения, детекторов. Качественный (молекулярный, структурно-групповой) и количественный анализ методами ИК и КР-спектроскопии. Метрологические характеристики и аналитические возможности методов, сравнение с методом спектрофотометрии.	2	-	-	2
	4.6 <u>Молекулярная люминесцентная спектроскопия</u> . Классификация видов люминесценции по источникам возбуждения (хемилюминесценция, биолюминесценция, электролюминесценция, фотолюминесценция и др.); механизму и длительности свечения. Флуоресценция и фосфоресценция. Схема Яблонского. Закон Стокса-Ломмеля, правило зеркальной симметрии Левшина, квантовый и энергетический выход, закон Вавилова. Факторы, влияющие на интенсивность люминесценции. Тушение люминесценции. Спектральные и физико-химические помехи. Принципиальная схема прибора. Количественный анализ люминесцентным методом. Метрологические характеристики и аналитические возможности метода, сравнение с методом спектрофотометрии. Определение следов неорганических и органических компонентов.	2	-	6	5

	<p>4.7 <u>Кинетические методы анализа</u>: сущность кинетических методов. Каталитический и некаталитический вариант кинетических методов; их чувствительность и селективность. Типы используемых каталитических и некаталитических реакций: окисления-восстановления, обмена лигандов в комплексах, превращения органических соединений, фотохимические и ферментативные реакции. Способы определения концентрации по данным кинетических измерений.</p>	2	-	6	2
4	<p>4.8 <u>Методы атомной оптической спектроскопии</u>: 4.8.1 <u>Атомно-эмиссионный метод</u>: Принципиальная схема атомно-эмиссионного спектрометра. Источники атомизации и возбуждения (атомизаторы): - электрические разряды (дуговые, искровые, пониженного давления), - пламена, - плазменные источники (плазмотроны, индуктивно связанная плазма), - лазеры. Их основные характеристики: температура, состав атмосферы атомизатора, концентрация электронов. Физические и химические процессы в атомизаторах. Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения. Особенности подготовки пробы и ее введения в атомизаторы различного типа. Качественный и количественный анализ атомно-эмиссионным методом. Метрологические характеристики и аналитические возможности.</p>	4	-	6	5
	<p>4.8.2 <u>Атомно-абсорбционный метод</u>: Принципиальная схема атомно-абсорбционного спектрометра. Атомизаторы (пламенные и непламенные). Источники излучения (лампы с полым катодом, источники сплошного спектра, лазеры), их характеристики. Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения. Возможности, достоинства и недостатки метода, селективность, сравнение с атомно-эмиссионным методом. Метрологические характеристики. Применение. 4.7.3 <u>Атомно-флуоресцентный метод</u>, особенности.</p>	4	2	6	5

4	4.9 <u>Методы атомной рентгеновской спектроскопии</u> Рентгеновские спектры, их особенности. Способы генерации, монохроматизации и регистрации рентгеновского излучения. Виды рентгеновской спектроскопии: рентгеноэмиссионная, рентгеноабсорбционная, рентгенофлуоресцентная. Принцип рентгеноэмиссионной спектроскопии; рентгеноспектральный микроанализ (электронный зонд). Основы рентгенофлуоресцентной спектроскопии; особенности и значение метода (быстрый неразрушающий многоэлементный анализ); примеры использования.	4	-	-	5
	4.10 <u>Масс-спектрометрия (МС): классификация.</u> МС с индуктивно-связанной плазмой. Хромато-масс-спектрометрия. Идентификация и определение органических веществ, элементный и изотопный анализ.	4	-	-	4
	4.11 <u>Радиоспектроскопические</u> и микроволновые методы анализа: общие представления о резонансных методах (ЭПР, ЯМР)	2	-	-	2
5	<u>Активационный анализ.</u> Радионуклиды. Основное уравнение радиоактивного распада. Классификация ядерно-физических методов, пределы обнаружения методов. Определение примесей в высокочистых веществах, анализ экологических объектов.	5	-	6	4
6	Методы локального и дистанционного анализа.	1	-	-	2
Всего в 6 семестре:		44	6	36	58
7 семестр					
7	<u>Автоматизация анализа и использование ЭВМ в аналитической химии.</u> Использование ЭВМ в аналитической химии. Сбор, первичная и конечная обработка результатов анализа. Управление аналитическими приборами, создание гибридных устройств анализатор-ЭВМ. Планирование и оптимизация эксперимента. Математические методы в практике работы химико-аналитических лабораторий. Автоматизация и механизация химического анализа. Автоматизация периодического, дискретного анализа и непрерывного анализа в потоке. Проточно-инжекционный анализ (ПИА).	3	-	-	8

7	Примеры современных высокоэффективных аналитических приборов-автоматов (газоанализаторы, хромато-масс-спектрометры, автоматические приборы и системы для ПИА и т.д.)				
8	<p><u>Пробоотбор и пробоподготовка.</u> Представительность пробы; проба и объект анализа; пробы и метод анализа. Факторы, обуславливающие размер и способ отбора представительной пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ. Устройства и приемы, используемые при этом; первичная обработка и хранение проб; дозирующие устройства.</p> <p>Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа: растворение в различных средах; спекание, сплавление, разложение под действием высоких температур, давления, высокочастотного разряда; комбинирование различных приемов; особенности разложения органических соединений. Способы устранения и учета загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.</p>	8	-	6	12
9	<p><u>Основные объекты анализа.</u> <u>Объекты окружающей среды:</u> воздух, природные воды (поверхностные, подземные), атмосферные осадки, почвы, донные отложения. Характерные особенности и задачи анализа.</p> <p><u>Биологические и медицинские объекты.</u> Аналитические задачи в этой области. Санитарно-гигиенический контроль.</p> <p><u>Геологические объекты.</u> Анализ силикатов, карбонатов, железных, медно-никелевых руд, полиметаллических руд.</p> <p><u>Производственный анализ.</u> Анализ технологических растворов, сточных вод.</p> <p><u>Металлы, сплавы и другие продукты металлургической промышленности.</u> Определение черных, цветных, редких, благородных металлов и их сплавов. Анализ неметаллических включений и определение газообразных примесей в металлах. Контроль металлургических производств.</p>	15	4	30	22

9	<u>Атомные материалы. Неорганические соединения. Вещества особой чистоты</u> (в том числе полупроводниковые материалы); определение в них примесных и легирующих микроэлементов. Послойный и локальный анализ кристаллов и пленочных материалов. <u>Природные и синтетические органические вещества и элементорганические соединения, полимеры.</u> Виды анализа таких объектов и соответствующие методы. Примеры решения задач контроля органических производств. <u>Специальные объекты анализа:</u> токсичные и радиоактивные вещества, токсины в пищевых продуктах, наркотики, взрывчатые и легковоспламеняющиеся вещества, газы, космические объекты. <u>Аналитическая химия элементов.</u> Основные методы выделения и определения элементов.				
	Всего в 7 семестре:	26	4	36	42
	Всего:	107	18	108	163

Таблица 5 - Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины (модуля), и видов занятий с учетом форм контроля

Перечень компетенций	Виды занятий							Формы контроля
	Л	ЛР	ПЗ	КР	р	к/р	СРС	
ОПК-1	+	+		+	-	+	+	Отчеты по лабораторной работе, курсовой работе
ОПК-2	+	+	+	+	-	+	+	Тесты перед ЛР, защита ЛР, к/р

Примечание: Л – лекции, ЛР – лабораторные работы, ПЗ – практические занятия, КР/КП – курсовая работа (проект), р – реферат, к/р – контрольная работа, э - эссе, СРС – самостоятельная работа студентов

Таблица 6* - Перечень лабораторных работ

№ п/п	Наименование и содержание лабораторных занятий (ЛР)	Номер темы по табл. 4	Кол-во часов
1	2	3	4
5 семестр			
ЛР1	<u>Ионообменная хроматография.</u> Разделение ионов меди и цинка на катионите с конечным определением титриметрическим методом.	2, 2.4	6
ЛР2	<u>Хроматография.</u> Определение параметров хроматографической колонки (ПДОЕ и ДОЕ).	2, 2.4	6
ЛР3-5	<u>Хроматография в тонком слое.</u> Разделение и качественное определение органических и неорганических веществ методом осадочной и ТСХ хроматографии.	2, 2.3	3
ЛР6	<u>Газовая хроматография.</u> Определение легких газов в металлических порошках.	2, 2.2	3
ЛР7	<u>Потенциометрия.</u> Определение pH раствора с помощью стек-	3, 3.2	3

№ п/п	Наименование и содержание лабораторных занятий (ЛР)	Номер темы по табл. 4	Кол-во часов
1	2	3	4
	лянного электрода. Определение концентрации сильной и слабой кислоты в растворе с помощью потенциометрическое титрования.		
ЛР8	<u>Потенциометрическое осадительное титрование.</u> Определение концентрации хлорид-иона в морской воде.	3, 3.2	3
ЛР9	<u>Прямая потенциметрия.</u> Определение параметров фторид-селективного электрода. Определение массовой концентрации водорастворимого фторид-иона в технологических продуктах.	3, 3.2	6
ЛР10	<u>Вольтамперометрия.</u> Полярнографическое определение меди, кобальта и кадмия в растворе.	3, 3.3	6
Всего:			36
6 семестр			
1	2	3	4
ЛР1	<u>Спектрофотометрия.</u> Определение спектров окрашенных соединений и реагента.	4, 4.5.1	2
ЛР2	<u>Спектрофотометрия.</u> Изучение строения роданидных комплексов кобальта. Определение констант нестойкости комплекса.	4, 4.5.1	2
ЛР3	<u>Спектрофотометрия.</u> Построение градуировочного графика. Определение содержания железа.	4, 4.5.1	2
ЛР4	<u>Спектрофотометрия.</u> Экстракционно-фотометрический метод. Определение концентрации меди в растворе.	4, 4.5.1	6
ЛР5	<u>Кинетические методы.</u> Определение содержания молибдена.	4, 4.7	6
ЛР6	<u>Атомно-эмиссионная спектрометрия.</u> Фотографическая регистрация спектра. Определение металлических примесей в оксиде тантала и ниобия.	4, 4.8.1	6
ЛР7	<u>Атомно-абсорбционный анализ.</u> Определение металлов в полиметаллической руде пламенным атомно-абсорбционным методом.	4, 4.8.2	6
ЛР8	Радиометрические методы анализа	5	6
Всего:			36
7 семестр			
1	2	3	4
ЛР1	<u>Анализ силикатных пород.</u> Разложение силикатов методом сплавления. Определение кремния методом дифференциальной спектрофотометрии. Определение железа.	8, 9	6
ЛР2	<u>Анализ силикатных пород.</u> Кислотное разложение силикатов, определение кальция и магния.	8, 9	6
ЛР3	<u>Анализ вод.</u> Атомно-абсорбционное определением металлов в природных и сточных водах с предварительным сорбционным концентрированием.	9	6
ЛР4	<u>Анализ металлов и сплавов.</u> Определение легирующих компонентов в сталях.	9	6
ЛР5	<u>Курсовая работа.</u> Выполнение экспериментальной части - разложение анализируемого объекта.	8, 9	6
ЛР6	<u>Курсовая работа.</u> Выполнение экспериментальной части - определение элементов в анализируемом объекте.	8, 9	6
Всего:			36

* В соответствии с Договором о сетевой форме реализации образовательных программ от 30.08.2019 № 1 ФИЦ КНЦ РАН предоставляет свою материально-техническую базу для оказания информационно-консультационных услуг согласно перечню лабораторных работ

Таблица 7- Перечень практических работ

№ п\п	Наименование практических работ	Кол-во часов	№ темы по табл.4
1	2	3	4
5 семестр			
ПР 1	<u>Хроматография</u> . Способы детектирования. Основные параметры хроматограммы. Способы получения хроматограмм. Качественный и количественный хроматографический анализ).	2	2, 2.1
ПР 2	<u>Ионообменная хроматография</u> . Ионообменное равновесие. Селективность ионного обмена и факторы его определяющие.	2	2, 2.4
ПР 3	<u>Потенциометрия</u> : электродная функция, предел обнаружения, коэффициент селективности, время отклика. Определение концентраций ионов в растворе. Потенциометрическое титрование: способы обнаружения конечной точки титрования. Расчеты.	2	3, 3.2
ПР 4	<u>Вольтамперометрия</u> : получение и характеристика вольтамперной кривой. Предельный диффузионный ток. Потенциал полуволны. Анализ объектов методом ВАМ.	2	3, 3.3
Всего:		8	3
6 семестр			
ПР 1	<u>Спектрофотометрия</u> : оптическая плотность растворов, закон Бугера- Ламберта- Бера. Способы определения концентрации веществ. Метрологические характеристики и аналитические возможности.	2	4, 4.5.1
ПР 2	<u>Атомно-эмиссионная и атомно-абсорбционная спектрометрия</u> , устройство спектрометров, атомизаторы, детекторы.	2	4, 4.8
ПР 3	<u>Атомно-эмиссионная и атомно-абсорбционная спектрометрия</u> , построение градуировочной характеристики, расчеты.	2	4, 4.8
Всего:		6	4
7 семестр			
1	2	3	4
ПР 1	<u>Анализ объектов</u> – получение аналитического сигнала, расчеты.	2	9
ПР 2	<u>Анализ объектов</u> – получение аналитического сигнала, расчеты.	2	9
Всего:		4	9

8. Перечень примерных тем курсовой работы (проекта) и РГЗ

Перечень примерных тем курсовой работы:

1. Анализ природных и сточных вод. Определение микропримесей.
2. Определение металлов (Cu, Co, Ni, Zn, Cd) в рудах.
3. Анализ почв. Определение подвижных форм микроэлементов.
4. Определение титана и ванадия в титаносодержащем сырье (образец по выбору преподавателя).
5. Анализ нефелинового концентрата, определение железа и титана.
6. Анализ лопаритового концентрата, определение суммы РЗЭ.
7. Анализ руд, содержащих редкие металлы (вольфрам, молибден, ванадий). Оп-

ределение вольфрама, молибдена в вольфрамовой руде.

8. Анализ полиметаллических руд. Определение меди, цинка и свинца и др. (по выбору преподавателя).
9. Анализ нефелинового концентрата (определение кремния и алюминия).
10. Анализ эгиринового концентрата, определение титана и алюминия.
11. Определение в лопаритовом концентрате ниобия и тантала.
12. Анализ эвдиалитового концентрата, определение основных компонентов.
13. Анализ почв, определение фосфора, калия и натрия.

Перечень примерных тем РГЗ

1. РГЗ № 1 «Определение параметров фторид-селективного электрода. Определение концентрации водорастворимого фторид-иона».
2. РГЗ № 2 «Построение и расчет градуировочной зависимости и определение на её основе концентрации железа в растворе».
3. РГЗ № 3 «Построение изомолярной серии, определение состава комплексных соединений и расчет их констант».
4. РГЗ № 4 «Построение и расчет градуировочной зависимости (атомно-абсорбционный или атомно-эмиссионный анализ) и определение на её основе концентрации элементов».

9. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) *

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся приводится в Методических указаниях к самостоятельной работе по дисциплине «Аналитическая химия».

10. Фонд оценочных средств

ФОС входит в состав образовательной программы в качестве самостоятельного документа.

11. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Основы аналитической химии. В 2 кн. Кн. 2. Методы химического анализа : учебник для вузов / под ред. Ю. А. Золотова. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2004. - 503 с.
2. Основы аналитической химии. В 2 кн. Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения : учебник для вузов. Т. А. Большова; под ред. Ю. В. Золотова. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2002. - 351 с.
3. Барбалат Ю.А. Основы аналитической химии : практическое руководство М. : Лаборатория знаний, 2017. - 465 с.

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001015673.html?SSr=270134171a0929261b20518>

Дополнительная литература:

1. Москвин Л.Н. Родинков О.В. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии : учебное пособие. Долгопрудный : Интеллект, 2012. - 352 с.
2. Аналитическая химия. В 3-х т. Т. 1 Методы идентификации и определения веществ.

*В перечень входят методические указания к: выполнению практических, лабораторных, контрольных, самостоятельных, расчетно-графических, курсовых работ и др.

- Под ред. Москвина Л.Н. М: Издательский центр «Академия». 2008. 629 с.
3. Аналитическая химия. В 3-х т. Т. 2 Методы разделения веществ и гибридные методы анализа / Под ред. Москвина Л.Н. М: Издательский центр «Академия». 2008. 499 с.
 4. Аналитическая химия. В 3-х т. Т. 3. Химический анализ / Под ред. Москвина Л.Н. 2010. М: Издательский центр «Академия». 556 с.
 5. Васильев В. П. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн. 2. Физико-химические методы анализа, учебник для вузов. М.: Дрофа. 2006.
 6. Ганеев А.А., Шолупов С.Е., Пупышев А.А. и др. Атомно-абсорбционный анализ: Учебное пособие. СПб.: Издательство «Лань», 2011. 304 с.
 7. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Задачи и вопросы по аналитической химии. Москва. Мир. 2001.

12. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)*

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (Договор № 530-10/18 от 01.11.2018 г. ООО «Современные цифровые технологии», с 16.11.2018 г. по 15.11.2019 г.),

ЭБС «Издательства Лань» (Договор № 19/85 от 12 сентября 2018 г. ООО «ЭБС Лань», с 02.10.2018 г. по 01.10.2019 г., Договор № 19/159 от 28 мая 2019 г. ООО «Издательство Лань», с 02.10.2019 г. по 01.10.2020 г.),

ЭБС «Консультант студента» (Договор № 100 СЛ/03-2018 от 20 марта 2018 г. ООО «Политехресурс», с 21.04.2018 г. по 20.04.2019 г., Договор № 19/37 от 11.03.2019 г. ООО «Политехресурс», с 21.04.2019 г. по 20.04.2020 г.),

ЭБС «IPR books» (Лицензионный договор № 3768 18 от 15.03.2018 г. ООО «Ай Пи Эр Медиа», с 20.04.2018 г. до 20.04.2019 г., Лицензионный договор № 4979/ 19 от 01.04.2019 г. ООО «Ай Пи Эр Медиа», с 20.04.2019 г. до 20.04.2020 г.),

ЭБС «Троицкий мост» (Договор № 19/38 от 11 марта 2019 г. ООО «Издательско-торговая компания дом «Троицкий мост», с 01.04.2019 г. по 31.03.2020 г.),

Национальная электронная библиотека (НЭБ) (Договор № 101/НЭБ/2370 от 09.08.2017 г., с 09.08.2017 г. по 08.08.2022 г.),

Электронная база данных «EBSCO» (Сублицензионный договор № 45.49/19.85 от 09.01.2019 г. ООО ЦНИ НЭИКОН, с 01.01.2019 г. по 31.12.2019 г.).

13. Перечень информационных технологий и лицензионного программного обеспечения, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем *

1 Операционная система Microsoft Windows Vista Business Russian Academic OPEN, лицензия № 44335756 от 29.07.2008 (договор №32/379 от 14.07.08 г.)

2. Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.2009 (договор 32/224 от 14.0.2009 г.)

3. Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader Corporate 9.0 (сетевая версия), 2009 год (договор ЛЦ-080000510 от 28 апреля 2009 г.). Операционная система Microsoft Windows Vista Business Russian Academic OPEN, лицензия № 44335756 от 29.07.2008

Таблица 8 - Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

№ п./п.	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Помещение № 105 Учебная аудитория для проведения лекционных и прак-	Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации обучающимся:

	<p>тических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации.</p> <p>г. Апатиты, Академгородок, д. 50а.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - учебные столы – 9 шт.; - письменные столы – 2 шт.; - стеллаж для книг – 1 шт.; - доска аудиторная – 1 шт.; - оверхед – 1 шт.; - проекционный экран – 1 шт.; - ноутбук <i>Lenovo B50-30</i> – 1 шт.; - <i>мультимедийный</i> DLP-проектор – 1 шт.; - учебно-наглядные пособия. <p>Посадочных мест – 18.</p>
2.	<p>Помещение № 109</p> <p>Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации.</p> <p>г. Апатиты, Академгородок, д. 50а.</p>	<p>Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации обучающимся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - учебные столы – 9 шт.; - письменный стол – 2 шт.; - стеллаж для книг – 1 шт.; - доска аудиторная – 1 шт.; - оверхед – 1 шт.; - проекционный экран – 1 шт.; - ноутбук <i>Lenovo B50-30</i> – 1 шт.; - мультимедийный DLP-проектор – 1 шт.; - учебно-наглядные пособия. <p>Посадочных мест – 18.</p>
3.	<p>Помещение № 111</p> <p>Лаборатория химии</p> <p>Помещение для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, самостоятельной работы, текущего контроля. г. Апатиты, Академгородок, д. 50а</p>	<p>Укомплектовано оборудованием и техническими средствами обучения, необходимыми для освоения программ дисциплин (модулей), в том числе имеется:</p> <ul style="list-style-type: none"> - лабораторная установка для проведения термического анализа; - оригинальные устройства для изучения равновесий в водно-солевых многокомпонентных системах при различных температурах; - оборудование для изучения кинетики процессов; - гальвано-потенциостатическая установка для изучения электрохимических процессов; - иономер лабораторный И-160М; - кондуктометр; - баня термостатирующая ТЖ-ТБ-01; - насос вакуумный; - рН-метр-иономер; - ИСЭ; - плита электрическая; - фотометр фотоэлектрический КФК. - аналитические весы; - установки для количественного анализа; - вискозиметр; - рефрактометр. <p>Посуда лабораторная стеклянная, стеклоглеродная, платиновая.</p> <p>Реактивы химические (кислоты, основания, соли).</p>
4.	<p>Помещение № 210</p> <p>Компьютерный класс</p> <p>Специальное помещение для проведения практических занятий и самостоятельной работы обучающихся.</p>	<p>Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации, мультимедийным оборудованием:</p> <p>DLP-проектор, проекционный экран, ПЭВМ Intel Pentium G4400 3.3 GHz с ЖК-монитором 19”, объединенными в локальную вычислительную сеть с доступом к интернету,</p>

	<p>г. Апатиты, Академгородок, д. 50 а</p>	<p>электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета и предназначено для самостоятельной работы обучающихся – 12 шт.;</p> <ul style="list-style-type: none"> - компьютерные столы – 12 шт.; - учебные столы – 10 шт.; - стол письменный – 1 шт.; - доска аудиторная – 1 шт.; - кафедра – 1 шт.; - проекционный экран – 1 шт.; - ноутбук Lenovo B50-30 – 1 шт.; - мультимедийный <i>DLP</i>-проектор – 1 шт. <p>Посадочных мест – 12 (компьютерные столы), 20 (учебные столы).</p> <p>Персональные компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета со специализированным программным обеспечением:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Операционная система Windows Professional 8.1 Russian Upgrade OLP NL AcademicEdition, лицензия № 64570101 от 26.12.2014 (договор S4093290 от 20.12.2014 г.). 2. Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 42024925 от 04.11.2007 (договор 32/224 от 14.07.2009 г.). 3. Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader Corporate 9.0 (сетевая версия), (договор ЛЦ-080000510 от 28 апреля 2009 г.). 4. Statsoft STATISTICA Advanced 10 for Windows Ru (лицензия от 28.09.2012). 5. MathCAD Education (лицензия № 2689694 от 13.09.2012). 6. ArcGIS ArcInfo Lab Pack Desktop 10 (договор № 18-02-11 от 01.12.2011). 7. CorelDRAW Graphics Suite X5, лицензия № 4087619 от 20.12.2011 (договор № MAV-030/11 от 30.11.2011). 8. Autodesk Autocad Revit Series 8.1 (акт передачи-приемки ПО с МГТУ). 9. Adobe Photoshop Extended CS5 12.0, лицензия № 8085097 (договор 134136735 от 15.11.2010). 10. ScanEx Image Processor с модулем Thematic Pro (договор № 15/1203-ПО от 03.12.2015).
--	---	--

15. Таблица 9 - Технологическая карта дисциплины (промежуточная аттестация - экзамен) «Аналитическая химия»

№ п/п	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения (недели сдачи)
		min	max	
5 семестр				
Текущий контроль				
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1.	Выполнение лабораторных работ	30	35	По расписанию
	Выполнение одной л/р в срок – 3,5, не в срок – 3,0 балла.			

2.	Практические занятия/семинары	8	10	По расписанию
	Выполнение одной пр/р в срок – 2,5, не в срок – 2 балла.			
3.	РГЗ	6	9	10 неделя
4.	Контрольная работа	11	16	12 неделя
5.	Посещение занятий	5	10	Свыше 75 % посещенных занятий – 10, от 75 до 50 % - 5, менее 50 % - 0
	ИТОГО	60	80	60 баллов и более – допуск к экзамену
Промежуточная аттестация - экзамен				
	Экзамен	10	20	Экзаменационная сессия <i>Оценка «5» - 20 баллов; Оценка «4» - 15 баллов; Оценка «3» - 10 баллов.</i>
	Итоговые баллы по дисциплине	70	100	69 и менее баллов – «неудовлетворительно»; 70-80 – «удовлетворительно»; 81-90 – «хорошо»; 91-100 – «отлично».

6 семестр

№ п/п	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения (недели сдачи)
		min	max	
Текущий контроль				
1.	Выполнение лабораторных работ	28	40	По расписанию
	Выполнение одной л/р в срок – 5,0, не в срок – 3,5 балла.			
2.	Практические занятия/семинары	10,5	12	По расписанию
	Выполнение одной пр/р в срок – 4,0, не в срок – 3,5 балла.			
3.	РГЗ	16,5	18	8, 10 недели
	Выполнение одного РГЗ в срок – 9,0, не в срок – 8,25 балла.			
4.	Контрольная работа	-	-	
5.	Посещение занятий	5	10	Свыше 75% посещенных занятий – 10, от 75 до 50% - 5, менее 50% - 0
	ИТОГО	60	80	60 баллов и более – допуск к экзамену
Промежуточная аттестация - экзамен				
	Экзамен	10	20	Экзаменационная сессия <i>Оценка «5» - 20 баллов; Оценка «4» - 15 баллов; Оценка «3» - 10 баллов.</i>
	Итоговые баллы по дисциплине	70	100	69 и менее баллов – «неудовлетворительно»; 70-80 – «удовлетворительно»; 81-90 – «хорошо»; 91-100 – «отлично».

7 семестр

№ п/п	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения (недели сдачи)
		min	max	
Текущий контроль				
1.	Выполнение лабораторных работ	21	24	По расписанию
	Выполнение одной л/р в срок – 4, не в срок – 3,5 балла.			
2.	Практические занятия/семинары	7	9	По расписанию
	Выполнение одной пр/р в срок – 4,5, не в срок – 3,5 балла.			
3.	РГЗ	12	16	10 неделя
4.	Курсовой проект (работа)	15	21	14 неделя
6	Посещение занятий	5	10	Свыше 75% посещенных занятий – 10, от 75 до 50% - 5, менее 50% - 0
	ИТОГО	60	80	
Промежуточная аттестация				
	Экзамен	10	20	Экзаменационная сессия <i>Оценка «5» - 20 баллов;</i> <i>Оценка «4» - 15 баллов;</i> <i>Оценка «3» - 10 баллов.</i>
	Итоговые баллы по дисциплине	70	100	69 и менее баллов – «неудовлетворительно»; 70-80 – «удовлетворительно»; 81-90 – «хорошо»; 91-100 – «отлично».