

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

<b>Код модуля</b>	<b>Модуль</b>
1143804	Аналитическая химия

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Химия, физика и механика материалов 2. Химическое материаловедение	<b>Код ОП</b> 1. 04.03.02/33.01 2. 04.03.02/33.02
<b>Направление подготовки</b> 1. Химия, физика и механика материалов	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 04.03.02

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Петрова Юлия Сергеевна	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	аналитической химии и химии окружающей среды

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Аналитическая химия

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «Аналитическая химия» состоит из трех взаимосвязанных дисциплин: «Основы химического анализа» (3 семестр), «Физико-химические методы анализа» (6 семестр) и «Лабораторный практикум по аналитической химии». Дисциплины модуля воспитывают у студентов навыки тонкого химического эксперимента, работы с химическими веществами и современным физико-химическим оборудованием, в сочетании с мощной теоретической подготовкой. В процессе обучения студенты должны овладеть знаниями и навыками на уровне, необходимом для их применения при создании схем анализа реальных объектов.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Основы химического анализа	3
2	Физико-химические методы анализа	3
3	Лабораторный практикум по аналитической химии	12
ИТОГО по модулю:		18

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Общая и неорганическая химия
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Лабораторный практикум по аналитической химии	ОПК-2 - Способен проводить под научным руководством исследования на основе современных методов в	У-1 - Соотносить цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств

	<p>конкретной области профессиональной деятельности</p>	<p>П-1 - Иметь опыт выполнения стандартных исследований с использованием серийного научного и технологического оборудования, стандартной методологии и методов исследований</p> <p>Д-1 - Проявлять ответственность за проводимые исследования</p>
	<p>ОПК-3 - Способен систематизировать, анализировать и обобщать результаты научных исследований на основе информационной и библиографической культуры</p>	<p>З-2 - Формулировать требования к оформлению результатов исследований</p> <p>У-2 - Оформлять результаты исследовательской деятельности в виде обзоров литературы, справок, методик в соответствии с принятыми в профессиональной области требованиями</p> <p>П-2 - Иметь опыт написания обзоров литературы, справок, методик экспериментов, описания и обсуждения результатов экспериментов на основе информационной и библиографической культуры</p> <p>П-3 - Иметь опыт подготовки и оформления отчетов по лабораторным работам, практикам, научным исследованиям на основе информационной и библиографической культуры</p> <p>Д-1 - Демонстрировать развитие когнитивных умений</p>
	<p>ОПК-6 - Способен представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной формах в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе</p>	<p>З-2 - Демонстрировать понимание правил оформления научных и научно-технических отчетов и других форм представления результатов профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Грамотно формулировать результаты деятельности в профессиональной области на русском и английском языках в соответствии с нормами и правилами</p> <p>П-2 - Иметь опыт написания и оформления отчетов, тезисов, подготовки презентаций по результатам собственной научно-исследовательской / научно-технической работы на русском и английском языках в соответствии со сформированной информационной и библиографической культурой</p>

		<p>Д-1 - Проявлять коммуникабельность и корректность в общении</p> <p>Д-2 - Проявлять внимательность и ответственность к подготовке материалов научных исследований к публичному доступу</p>
	<p>ПК-1 - 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><b>(Химическое материаловедение)</b></p>	<p>З-2 - Сформулировать правила техники безопасности при проведении экспериментов в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>З-3 - Перечислить методы определения химического и фазового состава, структуры, функциональных, в том числе физических и механических свойств веществ и материалов</p> <p>У-2 - Работать с химическими веществами с соблюдением правил техники безопасности</p> <p>У-3 - Проводить стандартные операции для определения химического и фазового состава, физических и механических свойств веществ и материалов на их основе</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт работы с химическими веществами различной природы</p> <p>П-3 - Иметь навыки проведения стандартных операций для определения химического и фазового состава, структуры и свойств веществ и материалов</p>
	<p>ПК-1 - 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><b>(Химия, физика и механика материалов)</b></p>	<p>З-2 - Сформулировать правила техники безопасности при проведении экспериментов в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>З-3 - Перечислить методы определения химического и фазового состава, структуры, функциональных, в том числе физических и механических свойств веществ и материалов</p> <p>У-2 - Работать с химическими веществами с соблюдением правил техники безопасности</p> <p>У-3 - Проводить стандартные операции для определения химического и фазового состава, физических и механических свойств веществ и материалов на их основе</p>

		<p>П-2 - Иметь практический опыт работы с химическими веществами различной природы</p> <p>П-3 - Иметь навыки проведения стандартных операций для определения химического и фазового состава, структуры и свойств веществ и материалов</p>
	<p>ПК-2 - Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации</p> <p><b>(Химическое материаловедение)</b></p>	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов исследования, необходимых для решения научно-исследовательских материаловедческих задач</p> <p>З-3 - Перечислить способы и методы подготовки объектов исследования для проведения экспериментов</p> <p>У-1 - Выбирать экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской материаловедческой задачи в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>У-3 - Готовить объекты исследования для проведения экспериментов</p> <p>П-1 - Применять экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской материаловедческой задачи в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>П-3 - Иметь навыки подготовки и работы с объектами исследований различной химической природы</p>
	<p>ПК-2 - Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации</p>	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов исследования, необходимых для решения научно-исследовательских материаловедческих задач</p> <p>З-3 - Перечислить способы и методы подготовки объектов исследования для проведения экспериментов</p> <p>У-1 - Выбирать экспериментальные методы и технические средства (из набора</p>

	<p><b>(Химия, физика и механика материалов)</b></p>	<p>имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской материаловедческой задачи в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>У-3 - Готовить объекты исследования для проведения экспериментов</p> <p>П-1 - Применять экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской материаловедческой задачи в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>П-3 - Иметь навыки подготовки и работы с объектами исследований различной химической природы</p>
	<p>ПК-4 - Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации</p> <p><b>(Химическое материаловедение)</b></p>	<p>З-1 - Перечислить технические средства и методы испытаний для решения конкретной технологической материаловедческой задачи</p> <p>З-2 - Перечислить способы и методы подготовки химических и материаловедческих объектов научно-технических разработок для проведения технологических испытаний в своей профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Выбирать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения конкретной технологической материаловедческой задачи</p> <p>У-2 - Готовить различные химические и материаловедческие объекты научно-технических разработок для проведения технологических испытаний</p> <p>П-1 - Применять технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения конкретной технологической материаловедческой задачи</p> <p>П-2 - Иметь навыки подготовки и работы с химическими и материаловедческими объектами научно-технических разработок</p>
	<p>ПК-4 - Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения</p>	<p>З-1 - Перечислить технические средства и методы испытаний для решения конкретной технологической материаловедческой задачи</p>

<p>технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации</p> <p><b>(Химия, физика и механика материалов)</b></p>	<p>З-2 - Перечислить способы и методы подготовки химических и материаловедческих объектов научно-технических разработок для проведения технологических испытаний в своей профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Выбирать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения конкретной технологической материаловедческой задачи</p> <p>У-2 - Готовить различные химические и материаловедческие объекты научно-технических разработок для проведения технологических испытаний</p> <p>П-1 - Применять технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения конкретной технологической материаловедческой задачи</p> <p>П-2 - Иметь навыки подготовки и работы с химическими и материаловедческими объектами научно-технических разработок</p>
<p>ПК-5 - Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции</p> <p><b>(Химическое материаловедение)</b></p>	<p>З-2 - Демонстрировать понимание принципов работы аналитического оборудования для физико-химических, физических методов анализа</p> <p>З-3 - Сформулировать требования к составу и правилам оформления протоколов испытаний, отчетов по выполненной работе</p> <p>У-1 - Выполнять стандартные аналитические операции и регистрировать аналитические сигналы в химических, физико-химических, физических методах анализа</p> <p>У-2 - Выполнять стандартные операции на аналитическом оборудовании</p> <p>У-3 - Составлять протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме</p> <p>П-1 - Иметь опыт выполнения стандартных аналитических операций и регистрации аналитических сигналов различной природы</p> <p>П-2 - Иметь опыт выполнения стандартных операций на аналитическом оборудовании</p>



		<p>П-3 - Иметь навыки составления протоколов испытаний, отчета по проведению анализов и их обработке</p>
	<p>ПК-5 - Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции</p> <p><b>(Химия, физика и механика материалов)</b></p>	<p>З-2 - Демонстрировать понимание принципов работы аналитического оборудования для физико-химических, физических методов анализа</p> <p>З-3 - Сформулировать требования к составу и правилам оформления протоколов испытаний, отчетов по выполненной работе</p> <p>У-1 - Выполнять стандартные аналитические операции и регистрировать аналитические сигналы в химических, физико-химических, физических методах анализа</p> <p>У-2 - Выполнять стандартные операции на аналитическом оборудовании</p> <p>У-3 - Составлять протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме</p> <p>П-1 - Иметь опыт выполнения стандартных аналитических операций и регистрации аналитических сигналов различной природы</p> <p>П-2 - Иметь опыт выполнения стандартных операций на аналитическом оборудовании</p> <p>П-3 - Иметь навыки составления протоколов испытаний, отчета по проведению анализов и их обработке</p>
<p>Основы химического анализа</p>	<p>ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности</p>	<p>З-2 - Интерпретировать основные теоретические положения фундаментальных разделов естественных наук, необходимые для освоения компетенций по профилю деятельности</p> <p>П-2 - Демонстрировать навыки использования основных естественнонаучных законов, теорий и принципов в важнейших практических приложениях</p> <p>Д-1 - Демонстрировать навыки самообразования</p> <p>Д-3 - Демонстрировать осознанный интерес к решению задач профессиональной деятельности по избранной специальности</p>

<p>ОПК-2 - Способен проводить под научным руководством исследования на основе современных методов в конкретной области профессиональной деятельности</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание теоретических основ методов, используемых для проведения научных исследований в профильной области</p> <p>У-1 - Соотносить цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств</p> <p>Д-1 - Проявлять ответственность за проводимые исследования</p>
<p>ОПК-3 - Способен систематизировать, анализировать и обобщать результаты научных исследований на основе информационной и библиографической культуры</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов анализа и обобщения результатов научных исследований</p> <p>У-1 - Систематизировать и анализировать результаты экспериментов, наблюдений, измерений</p> <p>У-3 - Интерпретировать результаты собственных исследований, соотнося их с данными научной литературы, формулировать заключения и выводы по результатам исследований</p> <p>П-1 - Иметь опыт представления обобщенных результатов исследовательской деятельности и их оформления в виде текстовых, графических и иных материалов в соответствии с требованиями</p> <p>П-2 - Иметь опыт написания обзоров литературы, справок, методик экспериментов, описания и обсуждения результатов экспериментов на основе информационной и библиографической культуры</p> <p>Д-1 - Демонстрировать развитие когнитивных умений</p>
<p>ПК-5 - Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание теоретических положений химических, физико-химических, физических методов анализа, перечислить основные аналитические сигналы, используемые в методах анализа</p> <p>З-3 - Сформулировать требования к составу и правилам оформления протоколов испытаний, отчетов по выполненной работе</p>

	(Химическое материаловедение)	<p>У-3 - Составлять протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме</p> <p>П-3 - Иметь навыки составления протоколов испытаний, отчета по проведению анализов и их обработке</p>
	<p>ПК-5 - Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции</p> <p>(Химия, физика и механика материалов)</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание теоретических положений химических, физико-химических, физических методов анализа, перечислить основные аналитические сигналы, используемые в методах анализа</p> <p>З-3 - Сформулировать требования к составу и правилам оформления протоколов испытаний, отчетов по выполненной работе</p> <p>У-3 - Составлять протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме</p> <p>П-3 - Иметь навыки составления протоколов испытаний, отчета по проведению анализов и их обработке</p>
Физико-химические методы анализа	ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности	<p>З-2 - Интерпретировать основные теоретические положения фундаментальных разделов естественных наук, необходимые для освоения компетенций по профилю деятельности</p> <p>У-2 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов с использованием знаний фундаментальных разделов естественных наук и объективных законов природы</p> <p>Д-3 - Демонстрировать осознанный интерес к решению задач профессиональной деятельности по избранной специальности</p>
	ОПК-2 - Способен проводить под научным руководством исследования на основе современных методов в конкретной области профессиональной деятельности	<p>З-1 - Демонстрировать понимание теоретических основ методов, используемых для проведения научных исследований в профильной области</p> <p>У-1 - Соотносить цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств</p>

		Д-2 - Проявлять заинтересованность в содержании и результатах исследовательской работы
	ОПК-3 - Способен систематизировать, анализировать и обобщать результаты научных исследований на основе информационной и библиографической культуры	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов анализа и обобщения результатов научных исследований</p> <p>З-3 - Демонстрировать понимание приемов и способов самостоятельного поиска и осмысления информации в соответствии с профессиональными задачами</p> <p>У-3 - Интерпретировать результаты собственных исследований, соотнося их с данными научной литературы, формулировать заключения и выводы по результатам исследований</p> <p>П-1 - Иметь опыт представления обобщенных результатов исследовательской деятельности и их оформления в виде текстовых, графических и иных материалов в соответствии с требованиями</p> <p>Д-1 - Демонстрировать развитие когнитивных умений</p>
	<p>ПК-5 - Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции</p> <p><b>(Химическое материаловедение)</b></p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание теоретических положений химических, физико-химических, физических методов анализа, перечислить основные аналитические сигналы, используемые в методах анализа</p> <p>З-2 - Демонстрировать понимание принципов работы аналитического оборудования для физико-химических, физических методов анализа</p> <p>З-3 - Сформулировать требования к составу и правилам оформления протоколов испытаний, отчетов по выполненной работе</p> <p>У-1 - Выполнять стандартные аналитические операции и регистрировать аналитические сигналы в химических, физико-химических, физических методах анализа</p> <p>У-3 - Составлять протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме</p>

		П-3 - Иметь навыки составления протоколов испытаний, отчета по проведению анализов и их обработке
	ПК-5 - Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции <b>(Химия, физика и механика материалов)</b>	З-1 - Демонстрировать понимание теоретических положений химических, физико-химических, физических методов анализа, перечислить основные аналитические сигналы, используемые в методах анализа З-2 - Демонстрировать понимание принципов работы аналитического оборудования для физико-химических, физических методов анализа З-3 - Сформулировать требования к составу и правилам оформления протоколов испытаний, отчетов по выполненной работе У-1 - Выполнять стандартные аналитические операции и регистрировать аналитические сигналы в химических, физико-химических, физических методах анализа У-3 - Составлять протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме П-3 - Иметь навыки составления протоколов испытаний, отчета по проведению анализов и их обработке

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Основы химического анализа**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Штин Сергей Анатольевич	кандидат химических наук, доцент	Доцент	аналитической химии и химии окружающей среды

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики**

Протокол № 8 от 26.04.2019 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Штин Сергей Анатольевич, Доцент, аналитической химии и химии окружающей среды

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Предмет аналитической химии, ее структура	Основные аналитические проблемы. Виды анализа: элементный, функциональный, структурный, изотопный, молекулярный, фазовый. Химические, физико-химические и физические методы анализа.
2	Основные этапы в развитии аналитической химии	Работы русских и зарубежных ученых, заложивших основы качественного и количественного анализа. Современное состояние и тенденции развития аналитической химии.
3	Основные метрологические понятия и представления	Аналитический сигнал и помехи. Объем информации в аналитическом сигнале. Основные стадии химического анализа. Классификация погрешностей анализа. Систематические и случайные погрешности. Основные характеристики метода анализа: точность, правильность, повторяемость и воспроизводимость, коэффициент чувствительности, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний.
4	Погрешности систематические и случайные	Способы оценки правильности: стандартные образцы состава, анализ независимыми методами, метод добавок, анализ искусственных смесей. Статистическая обработка результатов измерений. Закон нормального распределения случайных погрешностей, $t$ и $F$ -распределения. Среднее, дисперсия, стандартное отклонение, доверительный интервал. Обнаружение и исключение промахов. Элементарный дисперсионный анализ: сравнение найденного среднего с истинным (действительным) значением измеряемой величины,

		сравнение дисперсий, сравнение средних для двух серий измерений. Распространение погрешностей на вычисления.
5	Проблемы пробоотбора	Представительность пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ; устройства и приемы, используемые при этом.
6	Пробоподготовка	Основные способы перевода проб в форму, необходимую для данного вида анализа. Особенности разложения органических соединений. Способы устранения загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке
7	Современные представления о кислотах и основаниях	Протолитическая теория кислот и оснований Бренстеда-Лоури. Понятие о кислоте и основании Бренстеда. Типы кислот и оснований. Роль растворителя в процессе ионизации. Влияние природы растворителя на силу кислоты и основания. Типы растворителей. Константы ионизации сопряженных кислоты и основания. Протолитические равновесия в водных растворах. Константа автопротолиза воды. Понятие о pH растворов. Шкала pH.
8	Вычисление равновесных концентраций частиц в водных растворах кислот и оснований.	Вычисление pH в растворах сильных и слабых кислот и оснований. Понятие о буферных растворах. Механизм действия буферных растворов. Вычисление pH и концентрации ионов водорода буферных растворов, образованных слабой кислотой и сопряженным ей основанием и слабым основанием и сопряженной ему кислотой. Буферная емкость. Влияние концентрации компонентов буферной смеси и величины константы ионизации на буферную емкость. Вычисление буферной емкости. Вычисление pH и концентрации ионов водорода в водных растворах многопротонных кислот и оснований. Вычисление равновесных концентраций анионов в растворах одно-, двух- и многопротонных кислот (оснований) при заданном значении pH. Мольная доля аниона. Построение распределительных и концентрационно-логарифмических диаграмм для растворов кислот и оснований. Равновесия в растворах амфолитов. Кислые соли многопротонных кислот как представители амфолитов. Расчет pH в водных растворах кислых солей. Соли многопротонных кислот как компоненты буферных растворов. Вычисление концентрации ионов водорода и pH в растворах смесей кислот и оснований.
9	Общие вопросы титриметрического анализа	Требования к реакциям, используемым в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений: прямое, обратное, косвенное титрование. Способы выражения концентрации растворов в титриметрическом анализе: титр, молярность, нормальность, титр рабочего раствора по определяемому веществу. Вычисление концентраций растворов при разбавлении и смешивании. Переход от одних способов выражения концентраций к другим. Точка эквивалентности и точка конца титрования. Химические и физико-химические методы установления конечной точки титрования. Приготовление титрованных растворов и их стандартизация. Требования к первичным стандартам для установки титров. Фиксаналы. Метод отдельных навесок и метод пипетирования. Аналитические весы. Принцип



		<p>устройства и правила взвешивания. Мерная посуда для грубого измерения объемов: мензурки, мерные цилиндры, мерные пробирки, правила их использования. Мерная посуда для точного измерения объемов: мерные колбы, пипетки, бюретки. Устройство и правила работы с каждым видом посуды. Калибровка и проверка вместимости мерной посуды. Вычисление результатов титриметрического анализа</p>
10	<p>Основные положения кислотно-основного титрования</p>	<p>Понятие о кривых титрования. Интегральные и дифференциальные кривые титрования. Построение кривых титрования сильных и слабых протолитов, смесей кислот (оснований), многопротонных кислот. Влияние концентрации реагентов, величины константы ионизации слабого протолита на форму кривых титрования.</p> <p>Способы установления конечной точки в кислотно-основном титровании. Кислотно-основные индикаторы. Ионно-хромовая теория действия кислотно-основных индикаторов. Интервал перехода окраски и показатель титрования. Смешанные индикаторы. Выбор индикатора по кривым титрования. Метилоранжевый и фенолфталеин как типичные представители кислотно-основных индикаторов. Погрешности титрования с кислотно-основными индикаторами: систематические и случайные. Индикаторные погрешности: водородная, гидроксидная, щелочная и кислотная. Случайные погрешности кислотно-основного титрования. Пути уменьшения погрешности анализа при титровании.</p> <p>Приготовление и установка концентрации рабочих растворов хлороводородной кислоты и гидроксида натрия. Использование кислотно-основного титрования в количественном анализе. Определение карбонатной жесткости воды. Анализ смеси щелочей. Определение содержания уксусной кислоты в растворе. Анализ смесей хлороводородной и уксусной кислот, хлороводородной и борной кислот, хлороводородной и фосфорной кислот. Титрование смесей фосфатов. Обоснование условий титрования и выбор индикаторов в перечисленных случаях.</p>
11	<p>Физико-химическая характеристика комплексных соединений</p>	<p>Общая характеристика комплексных соединений. Номенклатура комплексных соединений. Комплексы с моно- и полидентатными лигандами. Равновесия в растворах комплексов с монодентатными лигандами. Ступенчатость процесса комплексообразования. Ступенчатые и общие константы образования комплексных частиц. Константы нестойкости. Термодинамические и реальные константы устойчивости и нестойкости. Вычисление равновесных концентраций свободного (незакомплексованного) центрального иона и комплексных частиц при заданном значении концентрации лиганда. Мольные доли соответствующих частиц.</p>

12	Равновесие в насыщенных растворах малорастворимых электролитов.	Понятие о растворимости. Произведение активности и произведение растворимости. Вычисление растворимости осадка по величине $P_r$ и $P_r$ по величине растворимости для различных типов осадков. Факторы, влияющие на растворимость осадков: присутствие ионов, одноименных с осадком; влияние ионной силы раствора "солевой эффект"; влияние температуры, кислотности раствора, комплексообразования с осаждающим ионом и с посторонним лигандом. Вычисление растворимости осадков с учетом вышеперечисленных факторов. Фракционное (дробное) осаждение малорастворимых соединений. Превращение одних малорастворимых соединений в другие. Правило рядов Н.А.Тананаева.
13	Методы разделения, основанные на различной растворимости осадков	Взаимосвязь $P_r$ и pH при осаждении различных типов осадков. Использование различной растворимости карбонатов, сульфидов, гидроксидов, фосфатов и хлоридов для идентификации и разделения неорганических ионов. Наиболее распространенные схемы химического качественного анализа: аммиачно-фосфатная, сероводородная, кислотнo-основная. Классификации катионов, характеристика аналитических групп и групповых реагентов. Качественное обнаружение анионов.
14	Условия образования осадков.	Классическая теория образования осадков. Возникновение центров кристаллизации. Рост частиц осадка. Относительное пересыщение и его роль в процессе формирования осадка. Кинетическое толкование процесса образования осадков: скорость образования зародышевых кристаллов и скорость роста частиц осадка, возможные соотношения между ними при различных величинах относительного пересыщения. Старение осадков и его роль в процессе формирования структуры осадка. Оствальдовское созревание. Условия осаждения кристаллических осадков. Условия осаждения аморфных осадков. Причины загрязнения осадков: послеосаждение и соосаждение. Закономерности адсорбции примесей осадками. Правило Панета-Фаянса-Гана. Использование соосаждения для концентрирования микроколичеств веществ из разбавленных растворов. Изоморфное соосаждение. Правило Хлопина. Выбор коллектора. Влияние условий образования макроосадка на соосаждение примесей. Коэффициент обогащения.
15	Гравиметрический анализ	Общая характеристика гравиметрического анализа. Стадии гравиметрических определений: осаждение, промывание, просушивание или прокаливание осадка. Требования к реакциям осаждения, применяемым в гравиметрии. Осаждаемая форма, требования к ней. Получение осаждаемой формы в случае образования кристаллических и аморфных осадков. Влияние одноименных и посторонних ионов, pH и комплексообразования на полноту осаждения. Условия промывания осадков. Выбор промывной жидкости. Весовая форма, требования к ней. Условия получения весовой формы из осаждаемой. Гравиметрические методы определения некоторых элементов: алюминия, железа, сульфатов, бария, магния, никеля. Расчеты в гравиметрии: оптимальной навески анализируемого образца, количества осадителя, необходимого количества промывной жидкости и кратности промывания,

		возможных потерь основного вещества при промывании осадка. Гравиметрический фактор пересчета, его вычисление. Роль величины гравиметрического фактора пересчета в выборе оптимальной весовой формы. Вычисление результатов прямых и косвенных гравиметрических определений. Погрешности гравиметрических определений. Значение гравиметрического метода анализа как одного из арбитражных методов анализа
16	Осадительное титрование	Общая характеристика метода. Требования, предъявляемые к реакциям в осадительном титровании. Кривые осадительного титрования при образовании осадков различных типов. Влияние природы реагирующих веществ (растворимости образующихся соединений), концентрации определяемых ионов на форму кривых титрования. Способы установления конечной точки титрования: применение индикаторов и физико-химические способы. Аргентометрия как метод осадительного титрования. Приготовление и стандартизация рабочих растворов. Условия применения методов Гей-Люссака, Мора, Фаянса и Фольгарда. Индикаторы в аргентометрии

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология самостоятельной работы	ОПК-2 - Способен проводить под научным руководством исследования на основе современных методов в конкретной области профессиональной деятельности	Д-1 - Проявлять ответственность за проводимые исследования

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основы химического анализа

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Золотов, Ю. А.; Проблемы аналитической химии : монография.; Наука, Москва; 2014; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468706> (Электронное издание)

## Печатные издания

1. , Золотов, Ю. А.; Основы аналитической химии : В 2 кн.: Учеб. для вузов. Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения; Высш. шк., Москва; 1999 (1 экз.)
2. , Золотов, Ю. А.; Основы аналитической химии : В 2 кн.: Учеб. для вузов. Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения; Высш. шк., Москва; 1996 (12 экз.)
3. , Золотов, Ю. А.; Основы аналитической химии : Учебник для вузов: В 2 кн. Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения; Высшая школа, Москва; 2000 (5 экз.)
4. , Золотов, Ю. А.; Основы аналитической химии : Учебник для вузов: В 2 кн. Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения; Высшая школа, Москва; 2002 (6 экз.)
5. , Большова, Т. А., Брыкина, Г. Д., Гармаш, А. В., Долманова, И. Ф., Золотов, Ю. А.; Основы аналитической химии : учебник для студентов хим. направлений и хим. специальностей вузов : в 2 кн. Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения ; Высшая школа, Москва; 2004 (115 экз.)
6. , Шпигун, О. А., Иванов, В. М., Фадеева, В. И., Золотов, Ю. А., Дмитриенко, С. Г., Шаповалова, Е. Н., Дорохова, Е. Н., Гармаш, А. В., Большова, Т. А., Брыкина, Г. Д., Шеховцова, Т. Н., Долманова, И. Ф.; Основы аналитической химии : учеб. для студентов хим. направления и хим. специальностей вузов : в 2 т. Т. 1 / [Т. А. Большова, Г. Д. Брыкина, А. В. Гармаш и др.]. ; Академия, Москва; 2010 (6 экз.)
7. , Золотов, Ю. А.; Основы аналитической химии : Учеб. для вузов: В 2 кн. Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения; Высшая школа, Москва; 2002 (43 экз.)
8. , Золотов, Ю. А.; Основы аналитической химии : В 2 кн.: Учеб. для вузов. Кн. 2. Методы химического анализа; Высш. шк., Москва; 1996 (13 экз.)
9. , Золотов, Ю. А.; Основы аналитической химии : В 2 кн.: Учеб. для вузов. Кн. 2. Методы химического анализа; Высш. шк., Москва; 1999 (1 экз.)
10. , Золотов, Ю. А.; Основы аналитической химии : Учебник для вузов: В 2 кн. Кн. 2. Методы химического анализа; Высшая школа, Москва; 2000 (5 экз.)
11. , Алов, Н. В., Барбалат, Ю. А., Гармаш, А. В., Дорохова, Е. Н., Золотов, Ю. А.; Основы аналитической химии : учебник для студентов хим. направлений и хим. специальностей вузов : в 2 кн. Кн. 2. Методы химического анализа ; Высшая школа, Москва; 2004 (49 экз.)
12. , Прохорова, Г. В., Шеховцова, Т. Н., Фадеева, В. И., Проскурин, М. А., Плетнев, И. В., Пасекова, Н. А., Барбалат, Ю. А., Борзенко, А. Г., Гармаш, А. В., Карякин, А. А., Золотов, Ю. А., Алов, Н. В., Моросанова, Е. И., Долманова, И. Ф., Сергеев, Н. М.; Основы аналитической химии : учеб. для студентов хим. направления и хим. специальностей вузов : в 2 т. Т. 2 / [Н. В. Алов, Ю. А. Барбалат, А. Г. Борзенко и др.]. ; Академия, Москва; 2010 (6 экз.)
13. , Золотов, Ю. А.; Основы аналитической химии : Учеб. для вузов: В 2 кн. Кн. 2. Методы химического анализа; Высшая школа, Москва; 2002 (44 экз.)
14. Скуг, Д. А., Дуглас А., Золотов, Ю. А.; [Т.] 2; Мир, Москва; 1979 (76 экз.)
15. Скуг, Д. А., Дуглас А., Золотов, Ю. А.; [Т.] 1; Мир, Москва; 1979 (65 экз.)
16. , Золотов, Ю. А.; Основы аналитической химии. Задачи и вопросы : Учеб. пособие для вузов.; Высшая школа, Москва; 2002 (42 экз.)
17. Кристиан, Г., Гармаш, А. В., Григорьева, Е. Э., Иванова, А. В., Мосолова, Т. П., Прохорова, Г. В.; Т.2 : [учебник] : в 2 томах.; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2013 (50 экз.)
18. Кристиан, Г., Гармаш, А. В., Колычева, Н. В., Прохорова, Г. В., Золотов, Ю. А.; Т. 1 : [учебник] : в 2 томах.; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2013 (50 экз.)
19. , Неудачина, Л. К., Подкорытов, А. Л.; Качественный полумикроанализ неорганических веществ :

метод. указ. по курсу "Аналитическая химия" для студентов 2 курса хим. фак-та.; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2005 (96 экз.)

20. , Неудачина, Л. К., Подкорытов, А. Л.; Аналитическая химия : планы семинар. занятий для студентов 2 курса дневного отделения хим. фак-та.; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2004 (83 экз.)

21. , Штин, С. А., Подкорытов, А. Л.; Анализ неорганических веществ: методы осаждения и соосаждения : учеб.-метод. пособие к лаб. работам.; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2009 (97 экз.)

22. , Подкорытов, А. Л., Штин, С. А.; Обработка результатов химического анализа : метод. указ. по общему курсу "Аналитическая химия" для студентов 2-3 курсов хим. фак.; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2011 (194 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

eLibrary

ООО Научная электронная библиотека

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

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

### **Основы химического анализа**

### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с	Не требуется

		санитарными правилами и нормами	
2	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<b>Не требуется</b>
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<b>Не требуется</b>
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<b>Не требуется</b>

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Физико-химические методы анализа**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Петрова Юлия Сергеевна	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	аналитической химии и химии окружающей среды

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики**

Протокол № 8 от 26.04.2019 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Петрова Юлия Сергеевна, Доцент, аналитической химии и химии окружающей среды

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Равновесие окислительно-восстановительных реакций. Окислительно-восстановительное титрование.	Равновесный электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартные и реальные окислительно-восстановительные потенциалы. Стандартный водородный электрод, шкала окислительно-восстановительных потенциалов. Знаки электродных потенциалов. Равновесие окислительно-восстановительных реакций. Константа равновесия, ее вычисление. Направление окислительно-восстановительных реакций. Скорость реакций окисления-восстановления, факторы на нее влияющие. Стехиометрия окислительно-восстановительных процессов. Сопряженные (индуцированные) окислительно-восстановительные реакции.  Классификация методов окислительно-восстановительного титрования по используемому титранту. Кривые окислительно-восстановительного титрования. Вычисление окислительно-восстановительного потенциала системы в процессе титрования. Потенциал в точке эквивалентности. Факторы, влияющие на форму кривой окислительно-восстановительного титрования. Способы фиксирования конечной точки в окислительно-восстановительном титровании. Визуальные методы: безиндикаторное титрование, специфические индикаторы, окислительно-восстановительные индикаторы. Примеры индикаторов: крахмал, дифениламин, дифениламиносульфонат натрия, фенилантраниловая кислота, ферроин. Принцип выбора индикатора. Физико-химические методы фиксирования конечной точки титрования.



		<p>Погрешности окислительно-восстановительного титрования. Способы предварительного окисления и восстановления определяемых ионов. Основные критерии выбора окислителей и восстановителей.</p> <p>Характеристика отдельных методов окислительно-восстановительного титрования.</p> <p>Перманганатометрия. Общая характеристика метода. Приготовление рабочего раствора перманганата калия, установление его концентрации по соли Мора, по оксалату натрия. Определение железа. Титрование оксалатов. Определение кальция, окисляемости воды. Перманганатометрическое определение органических веществ.</p> <p>Иодометрия. Общая характеристика метода. Система иод-иодид как окислитель и восстановитель. Приготовление рабочего раствора иода и тиосульфата натрия. Стандартизация раствора тиосульфата. Свойства крахмала как индикатора. Прямые и косвенные иодометрические определения: определение меди, арсенитов и арсенатов.</p> <p>Дихроматометрия. Общая характеристика метода. Приготовление раствора дихромата калия. Индикаторы, используемые в дихроматометрии. Дихроматометрическое определение железа. Определение окисляемости воды (ХПК).</p> <p>Броматометрия. Общая характеристика метода. Приготовление и стандартизация рабочего раствора. Индикаторы в броматометрии. Прямые броматометрические определения. Титрование органических соединений (фенолы, 8-оксихинолин). Броматометрическое определение магния, алюминия и сурьмы.</p> <p>Цериметрия. Влияние присутствия комплексообразователей на величину потенциала титранта. Определение неорганических и органических веществ.</p> <p>Общая характеристика методов ванадатометрии, титанометрии, хромометрии.</p>
2	<p>Электрохимические методы анализа</p>	<p>Основные законы физики, на которых базируются электрохимические методы анализа: Фарадея, Ома. Поляризация электродов. Концентрационная поляризация, электрохимическая поляризация. Напряжение разложения. Перенапряжение. Электропроводность растворов, факторы на нее влияющие. Удельная и эквивалентная электропроводность. Подвижность ионов. Классификация электрохимических методов анализа.</p> <p>Потенциометрический метод анализа. Прямая потенциометрия. Электроды I и II рода. Индикаторные электроды. Электроды сравнения. Краткая характеристика электродов: водородный, металлические электроды, хингидронный, хлорсеребряный, каломельный, области их использования. Ионометрия. Механизм возникновения мембранного потенциала, типы мембран. Стеклоэлектрод для измерения pH растворов: устройство, принцип работы. Лантанфторидный электрод. Другие ионоселективные электроды. Методы измерения ЭДС:</p>

		<p>компенсационный и некомпенсационный. Стандартный элемент Вестона. рН-метры, иономеры.</p> <p>Потенциометрическое титрование. Ячейка для потенциометрического титрования. Электрохимическая индикаторная реакция. Способы обработки кривых потенциометрического титрования. Преимущества и недостатки потенциометрического способа фиксирования конечной точки в титриметрии.</p> <p>Электрогравиметрический анализ. Реакции на электродах, происходящие при электролизе растворов. Требования к материалу электродов. Химические и физические условия электролиза. Влияние комплексообразования на потенциал выделения. Потенциал полного выделения иона из раствора. Определение меди, свинца. Внутренний электролиз.</p> <p>Сущность и особенности кулонометрического метода. Области аналитического использования. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Принципиальная схема кулонометрической установки.</p> <p>Сущность и особенности кондуктометрического метода. Области аналитического использования. Кривые кондуктометрического титрования различных веществ.</p> <p>Поляррографический анализ. Особенности электролиза на ртутном катоде. Характеристика вольтамперной кривой: диффузионный ток, потенциал полуволны. Уравнение Ильковича. Поляррографический фон и его значение. Современные методы поляррографии: поляррография на твердых электродах, амальгамная поляррография с накоплением, осциллографическая поляррография, переменноточковая поляррография. Инверсионная вольтамперометрия. Амперометрическое титрование. Выбор потенциала индикаторного электрода по вольтамперным кривым. Определение конечной точки титрования. Влияние природы титранта, титруемого вещества и продукта реакции на форму кривой амперометрического титрования.</p>
3	<p>Равновесия в растворах комплексов с полидентатными лигандами. Комплексонометрический метод анализа.</p>	<p>Органические аналитические реагенты как типичные полидентатные лиганды. Примеры наиболее распространенных органических реагентов: 1-нитрозо-2-нафтол, диметилглиоксим, 8-оксихинолин, дитизон, диэтилдитиокарбаминат натрия, ацетилацетон.</p> <p>Закономерности образования комплексов неорганических ионов с органическими реагентами. Внутриклеточные соединения (хелаты). Правило циклов Л.А.Чугаева. Правило аналогий В.И.Кузнецова. Функциональные и функционально-аналитические группы. Хромофоры и ауксохромы. Влияние структуры органических реагентов на растворимость их комплексов с неорганическими ионами. Области использования комплексных соединений в анализе: гравиметрия, титриметрия, спектрофотометрия, маскирование мешающих ионов.</p> <p>Использование комплексных соединений в гравиметрии.</p>

		<p>Органические осадители: щавелевая кислота и оксалаты, 8-оксихинолин, 1-нитрозо-2-нафтол, диметилглиоксим. Преимущества и недостатки органических осадителей по сравнению с неорганическими.</p> <p>Комплексометрическое титрование. Реакции комплексообразования, применяемые в титриметрии и требования к ним. Краткая характеристика меркуриметрии и цианометрии.</p> <p>Комплексонометрическое титрование. Использование аминополикарбоновых кислот в титриметрическом анализе. Комплексон I, комплексон II, комплексон III. Особенности комплексообразования ионов металлов с комплексонами I, II, III. Хелатный эффект. Влияние изменения pH раствора и протекания побочных реакций комплексообразования на образование основного комплексного соединения. Коэффициенты побочной реакции. Условная константа образования комплексного соединения. Кривые комплексонометрического титрования. Вычисление равновесной концентрации ионов титруемого металла на различных участках кривой титрования. Влияние различных факторов на форму кривой титрования. Методы определения точки конца титрования в комплексонометрии. Специфические и универсальные или металлохромные индикаторы. Критерии выбора индикатора. Физико-химические способы фиксирования точки конца титрования в комплексонометрии. Маскирование мешающих ионов и регулирование pH как основные способы повышения селективности комплексонометрических определений.</p> <p>Приготовление раствора комплексона III и установка его концентрации. Определение кальция, железа, алюминия в растворах чистых солей. Определение жесткости воды. Определение кальция и магния при совместном присутствии. Способы выполнения комплексонометрических определений: прямое титрование, обратное, метод замещения.</p>
4	Оптические методы анализа	<p>Абсорбционный молекулярный спектрофотометрический анализ. Спектр электромагнитного излучения, его основные характеристики и способы их выражения (длина волны, частота, волновое число, поток излучения, интенсивность). Ультрафиолетовая, видимая и инфракрасная области спектра. Особенности молекулярных спектров. Поглощение световой энергии растворами. Светопропускание. Светопоглощение, оптическая плотность. Основные законы светопоглощения. Закон Бугера-Ламберта. Молярный коэффициент поглощения, его физический смысл. Выбор длины волны, отвечающей максимальной чувствительности определения и обеспечивающей селективность определения.</p> <p>Спектрофотометрический анализ двухкомпонентных систем для случаев, когда спектры не перекрываются, частично перекрываются (метод трех градуировочных графиков) или перекрываются полностью.</p> <p>Способы измерения интенсивности окраски растворов: визуальный и фотоэлектрический. Фотоэлементы с внешним</p>

		<p>фотоэффектом: кислородно-цезиевый и сурьмяно-цезиевый. Фотоэлементы с внутренним фотоэффектом - селеновый фотоэлемент. Оптическая схема однолучевого прибора для спектрофотометрических измерений, преимущества и недостатки соответствующих приборов. Оптическая схема двухлучевого фотоэлектроколориметра с оптической компенсацией. Порядок измерения оптической плотности, преимущества и недостатки соответствующих приборов. Погрешности измерения оптической плотности. Выбор кюветы.</p> <p>Условия образования светопоглощающих соединений. Влияние концентрации реагента и кислотности среды на образование светопоглощающего соединения.</p> <p>Сущность атомно-абсорбционного метода анализа: образование атомов в пламени, возникновение спектров поглощения атомов. Особенности атомных спектров. Аппаратура для атомно-абсорбционной спектрометрии. Пламя горелки, распылители. Непламенные способы атомизации. Лампа с полым катодом как источник узкополосного излучения.</p> <p>Эмиссионный спектральный анализ. Дуга постоянного тока и высоковольтная искра как источники возбуждения эмиссионных спектров элементов. Пламя как источник возбуждения характеристического излучения атомов. Аппаратура для эмиссионного спектрального анализа. Качественный и количественный спектральный анализ. Индуктивно-связанная плазма как источник возбуждения спектров в эмиссионном спектральном анализе. Различные способы регистрации спектров. Аппаратура для метода ИСП. Применение метода ИСП в анализе объектов окружающей среды. Сравнение возможностей атомно-абсорбционной спектрометрии, эмиссионного спектрального анализа и абсорбционного молекулярного спектрофотометрического анализа.</p> <p>Общие сведения о люминесцентном анализе и рентгеновской спектроскопии.</p>
5	<p>Методы разделения и концентрирования в аналитической химии</p>	<p>Основные методы разделения и концентрирования. Гибридные методы. Константы распределения. Коэффициент распределения. Фактор извлечения. Фактор разделения. Коэффициент концентрирования.</p> <p>Осаждение и соосаждение как метод разделения и концентрирования. Применение неорганических и органических реагентов для осаждения. Способы разделения путем установления различных значений рН, образования комплексных соединений и применения окислительно-восстановительных реакций. Характеристики малорастворимых соединений, наиболее часто используемых в анализе. Концентрирование микроэлементов соосаждением на неорганических соосадителях (коллекторах). Абсолютное и относительное концентрирование.</p>

		<p>Экстракция как пример гетерогенного равновесия в системе жидкость-жидкость. Основные понятия и термины, применяемые в экстракции. Связь коэффициента распределения вещества между двумя жидкими фазами с его фактором извлечения. Расчет количества экстракций, необходимых для полного извлечения вещества из одной фазы в другую. Классификация процессов экстракции. Влияние кислотности водного раствора на экстракцию различных типов экстрагирующихся соединений. Экстракция внутрикомплексных соединений. Селективное экстракционное разделение элементов путем подбора органических растворителей, изменения рН водной фазы, маскирования. Основные реагенты, используемые для экстракционного разделения ионов: дитизон, 8-оксихинолин и др.</p> <p>Хроматографический анализ как метод разделения гомогенных многокомпонентных смесей. Краткие сведения по истории развития хроматографии. Опыты М.С.Цвета. Классификации методов хроматографии по агрегатному состоянию применяемых фаз, механизмам разделения и технике хроматографического опыта.</p> <p>Газовая хроматография (газожидкостная и газотвердофазная). Требования к стационарным и подвижным фазам. Газовые хроматографы, основные типы детекторов. Качественный и количественный газохроматографический анализ.</p> <p>Жидкостная хроматография. Методы получения хроматограмм (фронтальная, элюентная, вытеснительная жидкостная хроматография). Типы стационарных и подвижных фаз. Высокоэффективная жидкостная хроматография (хроматография высокого давления). Распределительная хроматография. Носители и растворители в распределительной хроматографии, требования к ним. Распределительная хроматография на бумаге: восходящая и нисходящая одномерные хроматограммы, двумерная хроматограмма. Понятие об R<sub>f</sub>. Способ измерения величины R<sub>f</sub>. Первичная и проявленная хроматограммы. Распределительная хроматография в тонком слое. Разделение аминокислот на пластинках "Силуфол".</p> <p>Ионообменная хроматография. Общая характеристика метода. Неорганические ионообменные материалы: глины, алюмосиликаты, цеолиты, фосфат циркония, силикагель - состав и свойства. Органические синтетические ионообменные смолы. Катиониты и аниониты. Ионогенные группы и противоионы. Состав и свойства некоторых ионитов (КУ-1, КУ-2, АВ-17). Преимущества и недостатки органических и неорганических ионообменных материалов. Экспериментальные методы проведения ионообменных процессов: статический и динамический. Статическая и динамическая емкость ионитов. Применение ионообменной хроматографии в анализе.</p>
--	--	---

6	Основные принципы выбора метода анализа реальных объектов.	<p>Геологические объекты. Металлы, сплавы и другие продукты металлургической промышленности. Вещества особой чистоты, полупроводниковые материалы. Природные и синтетические органические вещества. Биологические и медицинские объекты. Объекты окружающей среды.</p> <p>Основные принципы выбора метода анализа реальных объектов. Факторы, влияющие на выбор метода анализа объекта: относительное содержание определяемого компонента, состав образца (наличие или отсутствие мешающих компонентов), требуемая точность анализа, количество образца для анализа, наличие оборудования определенного типа, требуемая быстрота анализа, количество проб, стоимость одного определения, возможность автоматизации анализа. Особенности химического анализа объектов различной природы.</p>
---	--	---

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности	Д-3 - Демонстрировать осознанный интерес к решению задач профессиональной деятельности по избранной специальности

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Физико-химические методы анализа

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Золотов, Ю. А.; Проблемы аналитической химии : монография.; Наука, Москва; 2014; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468706> (Электронное издание)
2. Крешков, А. П., Крешков, А. П.; Курс аналитической химии; Гос. научно-техническое изд-во хим. лит., Москва; 1954; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=213997> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. , Золотов, Ю. А.; Основы аналитической химии : Учеб. для вузов: В 2 кн. Кн. 1. Общие вопросы.

Методы разделения; Высшая школа, Москва; 2002 (43 экз.)

2. , Золотов, Ю. А.; Основы аналитической химии : Учеб. для вузов: В 2 кн. Кн. 2. Методы химического анализа; Высшая школа, Москва; 2002 (44 экз.)

3. , Золотов, Ю. А.; Основы аналитической химии. Практическое руководство : Учеб. пособие для вузов.; Высшая школа, Москва; 2001 (56 экз.)

4. , Золотов, Ю. А.; Основы аналитической химии. Задачи и вопросы : Учеб. пособие для вузов.; Высшая школа, Москва; 2002 (42 экз.)

5. Скуг, Д. А., Дуглас А., Золотов, Ю. А.; [Т.] 1; Мир, Москва; 1979 (65 экз.)

6. Скуг, Д. А., Дуглас А., Золотов, Ю. А.; [Т.] 2; Мир, Москва; 1979 (76 экз.)

7. Васильев, В. П.; Аналитическая химия : учебное пособие для вузов : [в 2 частях]. Ч. 1. Гравиметрический и титриметрический методы анализа; Высшая школа, Москва; 1989 (52 экз.)

8. Васильев, В. П.; Аналитическая химия : в 2 частях : учебник для студентов хим.-технол. спец. вузов. Ч. 2. Физико-химические методы анализа; Высшая школа, Москва; 1989 (56 экз.)

9. , Подкорытов, А. Л., Штин, С. А.; Обработка результатов химического анализа : метод. указ. по общему курсу "Аналитическая химия" для студентов 2-3 курсов хим. фак.; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2011 (194 экз.)

10. , Лакиза, Н. В., Неудачина, Л. К.; Планарная хроматография : метод. указ. к лаб. работам по общему курсу "Аналитическая химия" для студентов 3 курса.; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2011 (197 экз.)

11. , Подкорытов, А. Л., Неудачина, Л. К., Штин, С. А.; Окислительно-восстановительное титрование : [учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по программе бакалавриата по направлениям подготовки 04.03.01 "Химия", 04.03.02 "Химия, физика и механика материалов", по программе специалитета по направлению подготовки 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия"]; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2015 (49 экз.)

12. ; Электрохимические методы анализа : руководство к лабораторному практикуму.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2014 (89 экз.)

13. Емельянова, Ю. В.; Спектроскопические методы анализа в аналитической химии : практикум для студентов, обучающихся по программам бакалавриата и специалитета по направлениям подготовки 04.03.01 "Химия", 06.03.01 "Биология", 05.03.06 "Экология и природопользование", 03.03.02 "Физика", 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2017 (30 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

eLibrary

ООО Научная электронная библиотека

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Физико-химические методы анализа

#### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Не требуется
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Не требуется
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного	Не требуется



		процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<b>Не требуется</b>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<b>Не требуется</b>

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Лабораторный практикум по**  
**аналитической химии**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Петрова Юлия Сергеевна	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	аналитической химии и химии окружающей среды
2	Штин Сергей Анатольевич	кандидат химических наук, доцент	Доцент	аналитической химии и химии окружающей среды

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики**

Протокол № 8 от 26.04.2019 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Петрова Юлия Сергеевна, Доцент, аналитической химии и химии окружающей среды
- Штин Сергей Анатольевич, Доцент, аналитической химии и химии окружающей среды

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Качественный анализ	Качественные реакции важнейших ионов полумикрометодом. Контрольная задача "Анализ смеси сухих солей"
2	Кислотно-основное титрование	Проверка вместимости мерной посуды. Приготовление и стандартизация раствора HCl методами пипетирования и отдельных навесок. Определение карбонатной жесткости воды. Анализ водопроводной воды. Определение смеси щелочей при их совместном присутствии в растворе. Приготовление и стандартизация раствора гидроксида натрия методами пипетирования и отдельных навесок. Анализ смеси хлороводородной и борной кислот методом кислотно-основного титрования
3	Гетерогенное равновесие и гравиметрия в аналитической химии	Аналитические весы. Правила взвешивания. Расчет случайных погрешностей взвешивания. Гравиметрическое определение сульфат-иона в растворе. Определение фосфора методом соосаждения
4	Окислительно-восстановительное титрование	Приготовление рабочего раствора дихромата калия. Определение содержания железа в растворе с предварительным восстановлением металлическим цинком. Установка концентрации рабочего раствора тиосульфата натрия по дихромату калия методом пипетирования и методом отдельных навесок. Иодометрическое определение содержания

		меди(II) в растворе в присутствии железа(III) с последующей метрологической обработкой результатов.
5	Электрохимические методы анализа	Определение содержания меди(II) в растворе методом кулонометрического титрования. Потенциометрическое определение содержания хлороводородной и уксусной кислот в их смеси титрованием раствором гидроксида натрия в водно-ацетоновой среде. Прямая потенциометрия. Определение содержания фторид-ионов в растворе с фторид-селективным электродом. Дихроматометрическое определение содержания железа(II) в растворе с амперометрической индикацией точки конца титрования. Потенциометрическое определение кобальта в растворе.
6	Комплексонометрическое титрование	Приготовление и установка концентрации рабочего раствора комплексона III по металлическому цинку. Комплексонометрическое определение общей жесткости воды. Комплексонометрическое определение кальция и магния при совместном присутствии.
7	Оптические методы анализа	Фотометрическое определение содержания марганца и хрома при совместном присутствии. Фотометрическое определение содержания железа(III) с сульфосалициловой кислотой.
8	Методы разделения и концентрирования в аналитической химии	Тонкослойная хроматография аминокислот.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология самостоятельной работы	ПК-2 - Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	У-1 - Выбирать экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской материаловедческой задачи в выбранной области профессиональной деятельности

				П-1 - Применять экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской материаловедческой задачи в выбранной области профессиональной деятельности
--	--	--	--	---

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Лабораторный практикум по аналитической химии

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Золотов, Ю. А.; Проблемы аналитической химии : монография.; Наука, Москва; 2014; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468706> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. , Штин, С. А., Подкорытов, А. Л.; Анализ неорганических веществ: методы осаждения и соосаждения : учеб.-метод. пособие к лаб. работам.; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2009 (97 экз.)

2. , Подкорытов, А. Л., Штин, С. А.; Обработка результатов химического анализа : метод. указ. по общему курсу "Аналитическая химия" для студентов 2-3 курсов хим. фак.; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2011 (194 экз.)

3. , Неудачина, Л. К., Подкорытов, А. Л.; Качественный полумикроанализ неорганических веществ : метод. указ. по курсу "Аналитическая химия" для студентов 2 курса хим. фак-та.; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2005 (96 экз.)

4. , Лакиза, Н. В., Неудачина, Л. К.; Планарная хроматография : метод. указ. к лаб. работам по общему курсу "Аналитическая химия" для студентов 3 курса.; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2011 (197 экз.)

5. , Подкорытов, А. Л., Неудачина, Л. К., Штин, С. А.; Окислительно-восстановительное титрование : [учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по программе бакалавриата по направлениям подготовки 04.03.01 "Химия", 04.03.02 "Химия, физика и механика материалов", по программе специалитета по направлению подготовки 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия"].; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2015 (49 экз.)

6. ; Электрохимические методы анализа : руководство к лабораторному практикуму.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2014 (89 экз.)

7. Емельянова, Ю. В.; Спектроскопические методы анализа в аналитической химии : практикум для студентов, обучающихся по программам бакалавриата и специалитета по направлениям подготовки 04.03.01 "Химия", 06.03.01 "Биология", 05.03.06 "Экология и природопользование", 03.03.02 "Физика", 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2017 (30 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

eLibrary

ООО Научная электронная библиотека

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

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

### **Лабораторный практикум по аналитической химии**

#### **Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
1	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Не требуется
2	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Не требуется

		<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<b>Не требуется</b>
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<b>Не требуется</b>