

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

Код модуля	Модуль
1153439	Физические методы анализа

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Аналитический контроль природных и технических объектов	<b>Код ОП</b> 1. 18.04.01/33.09
<b>Направление подготовки</b> 1. Химическая технология	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 18.04.01

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	Пупышев Александр Алексеевич	доктор химических наук, профессор	Профессор	физико-химических методов анализа

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ **Физические методы анализа**

## 1.1. Аннотация содержания модуля

В структуре образовательной программы модуль «Физические методы анализа» находится в части формируемой участниками образовательных отношений. Модуль направлен на формирование у студентов научных взглядов и экспериментальных навыков в широкой области аналитических измерений, проводимых инструментальными методами анализа, и посвящен общим вопросам физических методов анализа (классификация физических методов анализа и их возможностей, аддитивные и мультипликативные погрешности инструментальных аналитических измерений, шум в спектрометрических системах, основные блок-схем измерения аналитических сигналов, способы измерения спектрометрических сигналов и учета фоновых сигналов) и конкретным методам: атомной спектрометрии и термического анализа. Рассмотрено атомное строение вещества, возбуждение атомных спектров, блок схемы установок для атомно-эмиссионного спектрального анализа, вопросы подготовки проб и образцов сравнения, приемы и способы проведения качественного и количественного элементного спектрального анализа. Особое внимание уделяется рассмотрению метода атомной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой и областей применения атомно-эмиссионных и атомно-абсорбционных методов в контроле производства материалов современной энергетики. Изучаются фазовые и химические превращения, совершающиеся в системах или индивидуальных веществах, способы и аппаратура их выявления по сопровождающим эти превращения термическим эффектам, приемы проведения качественного и количественного термического анализа.

## 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	Методы атомной спектрометрии	3
2	Термический анализ	3
3	Физические измерения в аналитической химии	3
ИТОГО по модулю:		9

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

<b>Пререквизиты модуля</b>	Не предусмотрены
<b>Постреквизиты и кореквизиты модуля</b>	1. Масс-спектрометрические и рентгеновские методы анализа 2. Анализ природных и технических объектов

## 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
Методы атомной спектроскопии	ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания	<p>З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и инженерных наук</p> <p>З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и инженерных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания</p> <p>У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и инженерных наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и инженерных наук</p>
	ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	<p>З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p>
	ОПК-5 - Способен планировать, организовывать и контролировать работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и технологических процессов в сфере своей	<p>З-1 - Изложить основные нормы и правила, регламентирующие работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-2 - Объяснить принципы и типовой порядок планирования, организации и контроля выполнения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования,</p>

	<p>профессиональной деятельности</p>	<p>технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-3 - Перечислить основные разделы документов (технического задания, технических условий и т.п.), в соответствии с которыми выполняются работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-4 - Показать возможности использования цифровых технологий (создание цифровых двойников) для оптимизации работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-1 - Обосновать детальный план проведения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-2 - Анализировать задания, распределять и объяснять их работникам коллектива при выполнении работ по созданию, установке и модернизации оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-3 - Оценивать исполнение работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем на соответствие регламентам</p> <p>У-4 - Использовать при необходимости техники цифрового моделирования при выполнении работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>П-1 - Самостоятельно составить план работ в целом по этапам создания, установки и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем либо отдельных этапов этой работы</p>
--	--------------------------------------	---

		<p>П-2 - Провести контроль выполнения заданий с учетом соответствия регламентам, срокам исполнения и материальным затратам</p> <p>Д-1 - Демонстрировать требовательность и принципиальность в процессе контроля выполнения заданий</p>
	<p>ОПК-6 - Способен планировать и организовать работы по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта</p>	<p>З-1 - Перечислить основные технические параметры и технологические характеристики эксплуатируемого оборудования и реализуемых технологических процессов</p> <p>З-2 - Назвать имеющиеся ограничения режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>З-3 - Объяснить принципы энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>У-1 - Технически грамотно формулировать задания по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов с учетом имеющихся ограничений режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>У-2 - Оценивать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов на основании визуального анализа и показаний контрольно-измерительной аппаратуры</p> <p>У-3 - Обоснованно корректировать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов, добиваясь повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>П-1 - Организовать в соответствии с разработанным утвержденным планом выполнение работ по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p>

		<p>П-2 - Предлагать и аргументированно доказывать целесообразность корректировок параметров эксплуатации оборудования и реализации технологических процессов для повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>Д-1 - Демонстрировать ответственное отношение к работе, организаторские способности</p>
	<p>ПК-1 - Способен организовать проведение химического анализа природных и технических объектов, включая выбор методик, аппаратуры и обработку результатов</p>	<p>З-3 - Объяснить назначение, устройство, принципы работы, правила эксплуатации и технического обслуживания средств измерения, испытательного и вспомогательного оборудования для проведения химического анализа объектов исследования</p> <p>У-3 - Выявлять неисправности средств измерения, испытательного и вспомогательного оборудования, применяемых для проведения химического анализа объектов испытаний</p> <p>П-3 - Организовать техническое обслуживание и ремонт средств измерения, испытательного и вспомогательного оборудования</p>
	<p>ПК-2 - Способен ставить и решать исследовательские задачи разработки методов аналитического контроля и оптимизации параметров анализа объектов исследования</p>	<p>З-1 - Сделать сообщение о научной проблематике в соответствующей области знаний</p> <p>З-3 - Выбрать наиболее перспективные методы и средства планирования, организации и внедрения результатов разработок в области методов аналитического контроля и оптимизации параметров анализа</p> <p>У-1 - Анализировать научную проблематику соответствующей области знаний</p> <p>У-3 - Применять наиболее перспективные методы и средства планирования, организации и внедрения результатов разработок в области методов аналитического контроля и оптимизации параметров анализа</p>

		<p>П-1 - Обосновать перспективы проведения исследований в соответствующей области знаний</p> <p>П-2 - Ставить конкретные научно-технические задачи разработки методов аналитического контроля и оптимизации параметров анализа объектов исследования</p>
	<p>ПК-4 - Способен организовать и осуществить работы по непрерывному совершенствованию производственной деятельности</p>	<p>З-1 - Привести примеры методик проведения физико-химического анализа</p> <p>У-1 - Осуществлять подбор эффективных методик и методов анализа растворов, материалов и образцов изделий</p> <p>П-1 - Разрабатывать предложения по совершенствованию процессов анализа материалов и растворов</p>
Термический анализ	<p>ПК-2 - Способен ставить и решать исследовательские задачи разработки методов аналитического контроля и оптимизации параметров анализа объектов исследования</p>	<p>З-3 - Выбрать наиболее перспективные методы и средства планирования, организации и внедрения результатов разработок в области методов аналитического контроля и оптимизации параметров анализа</p> <p>У-3 - Применять наиболее перспективные методы и средства планирования, организации и внедрения результатов разработок в области методов аналитического контроля и оптимизации параметров анализа</p> <p>П-2 - Ставить конкретные научно-технические задачи разработки методов аналитического контроля и оптимизации параметров анализа объектов исследования</p>
	<p>ПК-4 - Способен организовать и осуществить работы по непрерывному совершенствованию производственной деятельности</p>	<p>З-1 - Привести примеры методик проведения физико-химического анализа</p> <p>У-1 - Осуществлять подбор эффективных методик и методов анализа растворов, материалов и образцов изделий</p> <p>П-1 - Разрабатывать предложения по совершенствованию процессов анализа материалов и растворов</p>
Физические измерения в аналитической химии	<p>ПК-1 - Способен организовать проведение химического анализа природных и технических объектов,</p>	<p>З-3 - Объяснить назначение, устройство, принципы работы, правила эксплуатации и технического обслуживания средств измерения, испытательного и вспомогательного оборудования для</p>



	<p>включая выбор методик, аппаратуры и обработку результатов</p>	<p>проведения химического анализа объектов исследования</p> <p>У-3 - Выявлять неисправности средств измерения, испытательного и вспомогательного оборудования, применяемых для проведения химического анализа объектов испытаний</p> <p>П-3 - Организовать техническое обслуживание и ремонт средств измерения, испытательного и вспомогательного оборудования</p>
	<p>ПК-4 - Способен организовать и осуществить работы по непрерывному совершенствованию производственной деятельности</p>	<p>З-2 - Объяснить назначение терминов: прецизионность, сходимость, воспроизводимость результатов измерений химического состава образцов изделий и материалов</p> <p>У-2 - Осуществлять мониторинг результатов проведения физико-химических анализов</p> <p>П-2 - Корректировать процессы измерений на основе анализа полученных при мониторинге данных</p>

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Методы атомной спектроскопии**

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	Домбровская Маргарита Адамовна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	физико- химических методов анализа

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический**

Протокол № 3 от 12.11.2020 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Домбровская Маргарита Адамовна, Доцент, физико-химических методов анализа

## 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
P1	Введение	Классификация методов спектрального анализа. Понятие об аналитическом сигнале.
P2	Стадии аналитического процесса. Характеристики методов анализа	Схема аналитического контроля. Способы градуировки: по стандартным образцам и методом добавок. Образцы для градуировки. Метрологические, информационные и экономические характеристики методов спектрального анализа
P3	Происхождение эмиссионных спектров атомов и ионов	Энергетическая структура атомов. Энергия оптических электронов, электронные конфигурации. Электростатическое и спин-орбитальное взаимодействие оптических электронов, термы и уровни. Мультиплетность. Связь сложности спектра атома с его положением в Периодической системе элементов. Правила отбора при переходе в атоме с излучением спектральных линий. Закон спектроскопического смещения. Атомы натрия и щелочных элементов. Снятие вырождения по орбитальному квантовому числу на примере атома натрия (схема Гротриана). Особенности структуры энергетических уровней атомов в связи с их положением в таблице Менделеева. Атом в силовом поле. Нормальный Зееман-эффект. Эффект Штарка. Их значение и применение в спектрометрии.
P4	Возбуждение атомов и ионов	Возбуждение спектра. Способы возбуждения. Основные факторы, определяющие концентрацию

		<p>возбужденных атомов в плазме. Процессы конверсии, диссоциации молекул, ионизации атомов (уравнение Саха). Вероятность возбуждения, термическое равновесие, распределение частиц по скоростям и уровням энергии.</p> <p>Интенсивность спектральных линий. Вероятности переходов и время жизни атома в возбужденном состоянии, их взаимосвязь. Зависимость интенсивности от температуры плазмы, функции распределения (суммы по состояниям), потенциалов ионизации, возбуждения и диссоциации. Диагностика плазмы. Методы определения температуры и концентрации электронов.</p> <p>Ширина спектральной линии. Контур спектральной линии, его зависимость от характеристик излучающих частиц, от условий передачи энергии в плазме, от условий передачи энергии в спектральном приборе. Зависимость интенсивности линий от концентрации элемента в пробе. Эмпирическое уравнение Ломакина-Шейбе. Относительная интенсивность спектральных линий как аналитический сигнал. Гомологичные спектральные линии. Элемент сравнения.</p>
<b>P5</b>	Источники возбуждения спектров	<p>Общие требования. Пламена. Характеристики пламен. Распылители и процесс распыления пробы. Горелки. Особенности</p> <p>метода пламенной фотометрии. Электрические источники света. Дуга постоянного тока, электрические характеристики дугового разряда, температура электродов и плазмы, спектроскопический буфер, эффективный ионизационный потенциал плазмы, прикатодное усиление спектральных линий. Дуговой плазмотрон.</p> <p>Дуга переменного тока, принципиальная электрическая схема (схема Свентицкого), характеристики и особенности. Отличие от дуги постоянного тока. Низковольтная конденсированная искра, принципиальная электрическая схема, спектральные и электрические характеристики. Особенности и области применения. Jet-электрод. Высоковольтная конденсированная искра, электрическая схема (схема Райского), температура канала, факела и электродов. Особенности и области применения. Тлеющий разряд и его разновидности (разряд в полом катоде, разряд по Гримму). Высокочастотные разряды. Емкостные разряды. Индуктивно связанная плазма.</p>
<b>P6</b>	Спектральные приборы	<p>Классификация, принципиальная схема. Диспергирующие элементы. Призма, дифракционные решетки (плоская, профилированные и вогнутая), их характеристики.</p> <p>Фокусирующая оптика. Аберрации. Параметры спектральных приборов: увеличение, линейная дисперсия, разрешающая способность, светосила. Схемы спектральных приборов: обычные и автоколлимационные с различными диспергирующими</p> <p>элементами, схема с вогнутой дифракционной решеткой, приборы со скрещенной дисперсией. Схемы приборов ведущих фирм аналитического оборудования. Способы освещения входной щели спектрального прибора. Двухлинзовый, трехлинзовый и растровый конденсоры. Методы наблюдения и</p>

		регистрации спектра: визуальный, фотографический, фотоэлектрический (фотоэлектронный).
<b>P7</b>	Методы спектрального анализа	Качественный анализ: частный и полный. Полуколичественный анализ методом «появления линий». Количественный анализ. Выбор аналитических линий определяемого элемента и элемента сравнения. Выбор координат градуировочного графика.
<b>P8</b>	Методы анализа реальных объектов	Методы анализа растворов. Анализ металлов с простыми и сложными спектрами. Определение трудновозбудимых элементов в металлах. Анализ порошковых проб.
<b>P9</b>	Атомно-абсорбционный и атомно-флуоресцентный анализы	Происхождение спектров. Закономерности поглощения и флуоресценции. Законы Бугера-Ламберта, Бера, объединенный закон, принцип аддитивности поглощения. Квантовый выход, поток флуоресцентного излучения. Аппаратура атомно-абсорбционного метода. Источник резонансных квантов, пламенные и электротермические атомизаторы. Схемы атомно-абсорбционных измерений, коррекция неселективного поглощения, способы регистрации аналитического сигнала.
<b>P10</b>	Заключение	Перспективы развития методов

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

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Методы атомной спектроскопии

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Марукович, Е. И.; Эмиссионный спектральный анализ; Белорусская наука, Минск; 2013; <http://www.iprbookshop.ru/29550.html> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Беков, Г. И.; Спектральный анализ чистых веществ; Химия. С.-Петербург.отд-ние, Санкт-Петербург; 1994 (3 экз.)
2. Тёрёк, Т., Егоров, В. Н.; Эмиссионный спектральный анализ : в 2 ч. Ч. 1. ; Мир, Москва; 1982 (3 экз.)
3. Пупышев, А. А.; Атомно-абсорбционный спектральный анализ; Техносфера, Москва; 2009 (5 экз.)

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

Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru>

Научная электронная библиотека Elibrary.ru <https://www.elibrary.ru/>

Электронная библиотечная сеть "Лань" <http://e.lanbook.com/>

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ <http://study.urfu.ru/>

### 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

Министерство образования и науки Российской Федерации (<http://минобрнауки.рф/>)

Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru/>)

ООО Научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>)

Электронный научный архив УрФУ (<https://elar.urfu.ru>)

Поисковая система <http://www.yandex.ru>

Поисковая система <http://www.google.com>

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Методы атомной спектроскопии

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
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

3	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	<b>Не требуется</b>
---	----------------------	--	---------------------

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Термический анализ**

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	Пупышев Александр Алексеевич	доктор химических наук, профессор	Профессор	физико- химических методов анализа

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический**

Протокол № 3 от 12.11.2020 г.



# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Пупышев Александр Алексеевич, Профессор, физико-химических методов анализа

## 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
P1	Введение	Основные принципы метода. Область применения, достоинства и недостатки. Схемы измерений, основные (Т, ДТА, TG, DTG) и дополнительные (волюмометрия, термолюминесценция, электропроводность, dilatометрия) виды термических кривых.
P2	Термические характеристики физических и химических процессов	Физические процессы: плавление, кипение, возгонка и испарение, полиморфные превращения, переход из неравновесного состояния в равновесное. Монотропные и энантиотропные превращения. Химические процессы: реакции разложения, изомеризации, окисления, восстановления, взаимодействия. Проявление различных термических эффектов на термических кривых. Интерпретация и расшифровка термограмм
P3	Аппаратура термического анализа	Печи вертикальные и горизонтальные, особенности их работы. Электротермографы. Лазерный нагрев. Регуляторы скорости нагрева. Создание газовой атмосферы печей. Виды тиглей и области их применения. Квазиравновесная термография. Измерение температуры образца. Термопары и физические основы их действия. ТермоЭДС термопар. Материалы, применяемые при изготовлении термопар. Наиболее употребимые термопары: платино-платинородиевая, медь-константановая, хромель-алюмелевая, вольфрам-ренийевая. Дифференциальное подключение термопар. Градуировка

		термопар. Пирометры, их разновидности и особенности. Весы и измерение изменения массы. Вспомогательные приборы и устройства. Промышленные приборы для термического анализа
<b>Р4</b>	Качественный и количественный термический анализ	Качественный анализ. Атласы термограмм. Количественный анализ с использованием различных термических кривых. Определение энтальпии процессов по кривым ДТА. Изучение кинетики термических процессов. Определение энергий активации реакций. Дифференциальная сканирующая калориметрия, приборы ее реализации и ее возможности

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

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

### 1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Термический анализ

#### Электронные ресурсы (издания)

1. ; Термический анализ (теория и практика) : учебное пособие.; Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/88455.html> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Васильев, В. П.; Аналитическая химия : учебник для студентов вузов, обучающихся по химико-технол. специальностям. Кн. 1. Титриметрические и гравиметрический методы анализа; Дрофа, Москва; 2004 (40 экз.)
2. , Черепин, В. Т.; Физические методы исследования металлов : Сб. науч. трудов.; Наук. думка, Киев; 1981 (2 экз.)
3. Берг, Л. Г.; Введение в термографию; Наука, Москва; 1969 (2 экз.)

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

Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru>

Научная электронная библиотека Elibrary.ru <https://www.elibrary.ru/>

Электронная библиотечная сеть "Лань" <http://e.lanbook.com/>

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ <http://study.urfu.ru/>

#### 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

Министерство образования и науки Российской Федерации (<http://минобрнауки.рф/>)

Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru/>)

ООО Научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>)

Электронный научный архив УрФУ (<https://elar.urfu.ru>)

Поисковая система <http://www.yandex.ru>

Поисковая система <http://www.google.com>

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Термический анализ

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
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Физические измерения в 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	Пупышев Александр Алексеевич	доктор химических наук, профессор	Профессор	физико- химических методов анализа

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический**

Протокол № 3 от 12.11.2020 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Пупышев Александр Алексеевич, Профессор, физико-химических методов анализа

## 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
P1	Введение	Физические методы анализа и их классификация. Способы анализа: изотопный, элементный, молекулярный, структурный, объемный, локальный, поверхностный, послойный, качественный, количественный, полуколичественный.
P2	Инструментальные источники погрешностей в аналитических измерениях	Погрешности, шумы, дрейфы. Систематические и случайные, аддитивные и мультипликативные погрешности. Периодический и аperiodический шум, шум с частотным распределением $1/f$ , дрейф. Источники шума в спектрометрических системах: фотонный шум, тепловой шум, фликкер-шум. Сложение шумов. Измерение шумов. Соотношение сигнала/шум.
P3	Электронные методы измерения сигналов	Полоса пропускания электронной измерительной схемы. Амплитудно-частотная характеристика, время реакции системы, время усреднения. Влияние значения полосы пропускания на шум и аналитические характеристики. Нежелательные эффекты, связанные с уменьшением полосы пропускания прибора: время анализа; расход пробы; стабильность пробы; погрешности, обусловленные дрейфом; сканирование спектра; импульсные измерения. Оптимизация соотношения сигнал/шум в аналитических измерениях. Проявление аддитивных и мультипликативных шумов в системах регистрации сигнала постоянного и переменного тока. Типы электронных измерительных систем. Основные критерии сравнения

		электронных схем. Усилитель постоянного тока с фильтром низких частот, интегратор постоянного тока. Усилитель переменного тока. Способы модуляции сигналов. Асинхронная и синхронные системы детектирования. Низкочастотный фильтр после детектора и усилитель. Строблирующий интегратор. Многоканальный накопитель сигналов. Импульсные системы счета фотонов. Амплитудная дискриминация сигналов
<b>P4</b>	Мультиплексная спектрометрия	Способ одноцелевого сканирующего спектрометра, ступенчатое сканирование, многоканальный способ. Спектрометрия на основе преобразования Адамара и Фурье-спектрометрия. Сопоставление различных способов регистрации спектров.
<b>P5</b>	Обработка сигналов	Различные цели обработки сигналов. Обработка сигналов при различной форме фона: гладкий линейный фон, примеры его проявления и учета в методе атомно-абсорбционного анализа: дополнительная спектральная линия, корректор фона с непрерывным спектром, корректор фона на основе эффекта Зеемана; наклонный нелинейный фон; монотонный нелинейный фон; нелинейный фон с перегибом; фон с выраженным экстремумом; фон любой формы. Разложение перекрывающихся спектров

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

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Физические измерения в аналитической химии

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Бёккер, Ю.; Спектроскопия : учебник.; Техносфера, Москва; 2009; <http://www.iprbookshop.ru/12735.html> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Вилков, Л. В., Пентин, Ю. А.; Физические методы исследования в химии. Резонансные и электрооптические методы : Учеб. для хим. специальностей вузов.; Высшая школа, Москва; 1989 (7 экз.)

2. Юинг, Г. В., Гален В., Дорохова, Е. Н., Прохорова, Г. В.; Инструментальные методы химического анализа; Мир, Москва; 1989 (47 экз.)

### Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru>

Научная электронная библиотека Elibrary.ru <https://www.elibrary.ru/>

Электронная библиотечная сеть "Лань" <http://e.lanbook.com/>

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ <http://study.urfu.ru/>

### 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

Министерство образования и науки Российской Федерации (<http://минобрнауки.рф/>)

Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru/>)

ООО Научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>)

Электронный научный архив УрФУ (<https://elar.urfu.ru>)

Поисковая система <http://www.yandex.ru>

Поисковая система <http://www.google.com>

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Физические измерения в аналитической химии

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
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM



		<p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	
--	--	---	--