Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 19.06.2025 11:59:52
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
_____ /Е.В. Сафонов/
« 27 » февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физико-химические методы анализа веществ

Направление подготовки
22.03.02. «Металлургия
Образовательная программа (профиль подготовки)
«Инновации в металлургии»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очно-заочная, заочная

Москва, 2025 г.

Разработчик:
Ст. преподаватель кафедры металлургии  Козырева О.Е.

Согласовано:
Заведующий кафедрой металлургии  Шульгин А.В.

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине....4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы....4
3. Структура и содержание дисциплины....4
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость....4
3.2. Тематический план изучения дисциплины....6
3.3. Содержание дисциплины....7
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий....7
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)....7
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение....7
4.1. Нормативные документы и ГОСТы....7
4.2. Основная литература....7
4.3. Дополнительная литература....7
4.4. Электронные образовательные ресурсы....8
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение....8
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы....8
5. Материально-техническое обеспечение....8
6. Методические рекомендации....8
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения....8
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины....8
7. Фонд оценочных средств....9
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения....9
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения....9
7.3. Оценочные средства....9

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью учебной дисциплины «Физико – химические методы анализа» является формирование знаний об основных методах аналитической химии, применяемых в настоящее время в науке и на производстве.

Задачи:

-приобретение студентами теоретических знаний об основных законах аналитической химии и методах проведения анализов;

-приобретение знаний в области теории и практики проведения физико – химических исследований;

- практическое освоение основных методов качественного и количественного анализа, используемых в области аналитической химии;

- приобретение студентами практических навыков проведения физико – химических экспериментов и лабораторных исследований;

-изучение и практическое овладение современным оборудованием, используемым для проведения физико – химических методов анализа;

- овладение навыками работы с технической документацией и государственными стандартами в области аналитической химии;

- овладение навыками сбора и анализа статистических данных по проведенным экспериментам.

Планируемые результаты обучения: формирование у студентов знаний

об основных методах анализа, используемых в аналитической химии; приобретение практических навыков подбора метода анализа, в зависимости от поставленной цели и его проведение; способность работать с необходимым для проведения анализа оборудованием; способность работать с технической документацией.

Обучение по дисциплине «Физико – химические методы анализа» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие ИУК-1.2. Осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи ИУК-1.3. Рассматривает и предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки
ПК-1 Способен выбирать методы планирования, подготовки и проведения исследований,	ИПК-1.1 - Знает методы исследований, проведения, обработки и анализа результатов испытаний и измерений.

наблюдений, испытаний, измерений и применять их на практике, анализировать, обрабатывать и представлять результаты	Критерии выбора методов и методик исследований ИПК-1.2 Умеет проводить испытания, измерения и обработку результатов. Регистрировать показания приборов. Проводит расчёты и критически анализирует результаты, делает выводы ИПК-1.3 Владеет выбором испытательного и измерительного оборудования, необходимого для проведения исследований. Выполняет оценки и обработки результатов исследования

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.2.ЭД.3 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина «Физико – химические методы анализа» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- химия;
- физическая химия;
- материаловедение;
- цифровая грамотность;
- математический анализ.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(е) единиц(ы) (180 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

(по формам обучения)

3.1.1.Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр
1	**Аудиторные занятия**	**36**	7
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	7
1.2	Семинарские/практические занятия		
1.3	Лабораторные занятия	18	7
2	**Самостоятельная работа**	**72**	7
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		Экзамен
	Итого	**108**	7

3.1.2.Заочная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр
1	**Аудиторные занятия**	**10**	7
	В том числе:		
1.1	Лекции	6	7
1.2	Семинарские/практические занятия		7
1.3	Лабораторные занятия	4	
2	**Самостоятельная работа**	**98**	7
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		Экзамен
	Итого	**108**	7

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1.Очно-заочная форма обучения

п/п	Разделы/темы Дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1 1	**Раздел 1. Спектральные методы анализа.**		**4**				**16**
1.1	Тема 1. Физико - химические методы анализа. Основные термины, стандарты, определения		2				4
1.2	Тема 2. Спектральные методы анализа. Основные физические явления и процессы		2				4
1.3	Тема 3. Атомная спектроскопия						
1.4	Тема 4. Молекулярная спектроскопия						
1.5	Тема 5. Методы качественного и количественного спектрального абсорбционного анализа						
2 2	**Раздел 2. Электрохимические методы анализа.**		**6**		**10**		**30**
2.1	Тема 6. Электрохимические методы анализа. Основные понятия и определения		2		6		20
2.2	Тема 7. Методы, основанные на прохождении электрического тока через электрохимическую ячейку		2		4		10
2.3	Тема 8. Кулонометрические, потенциометрические и кондуктометрические методы анализа		2				
3	**Раздел 3. Хроматография**		**4**		**8 8**		**4**
3.1	Тема 9. Хроматографические методы		2		8		4

	анализа				8		
3.2	Тема 10. Методы ионообменной и газовой хроматографии		2				
	Итого	**108**	**18**		**18**		**72**

3.2.2. Заочная форма обучения

п/п	**Разделы/темы Дисциплины**	**Трудоемкость, час**					
		Всего	**Аудиторная работа**				**Самостоятельная работа**
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1 1	**Раздел 1. Спектральные методы анализа.**		**2**				**32**
1.1	Тема 1. Физико - химические методы анализа. Основные термины, стандарты, определения						8
1.2	Тема 2. Спектральные методы анализа. Основные физические явления и процессы						8
1.3	Тема 3. Атомная спектроскопия						8
1.4	Тема 4. Молекулярная спектроскопия						8
1.5	Тема 5. Методы качественного и количественного спектрального абсорбционного анализа						
2 2	**Раздел 2. Электрохимические методы анализа.**		**2**		**2**		**16**
2.1	Тема 6. Электрохимические методы анализа. Основные понятия и определения						16
2.2	Тема 7. Методы, основанные на прохождении электрического тока через электрохимическую ячейку				**2**		
2.3	Тема 8. Кулонометрические, потенциометрические и кондуктометрические методы анализа						8
3	**Раздел 3. Хроматография**		**2**		**2**		**8**
3.1	Тема 9. Хроматографические методы анализа						8
3.2	Тема 10. Методы ионообменной и газовой хроматографии						18
	Итого	**108**	**6**		**4**		**98**

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Физико - химические методы анализа. Основные термины, стандарты, определения. Основные термины, стандарты, определения аналитической химии. Группы физико – химических методов анализа. Измерительный аналитический сигнал. Относительный характер физико – химических методов анализа. Методы определения количества вещества. Метрологические характеристики методов анализа.

Тема 2. Спектральные методы анализа. Основные физические явления и процессы. Характеристики электромагнитного излучения. Электромагнитный спектр. Происхождение молекулярных спектров

Тема 3. Атомная спектроскопия. Атомная спектроскопия. Атомно – эмиссионная спектроскопия. Атомно – флуоресцентная спектроскопия. Рентгено – флуоресцентный анализ. Атомно – абсорбционная спектроскопия. Методы атомно – абсорбционной спектроскопии. Качественный и количественный атомно – абсорбционный анализ

Тема 4. Молекулярная спектроскопия. Молекулярно – спектроскопические методы. Молекулярная абсорбционная спектроскопия. Количественные законы абсорбционного метода. Спектры поглощения. Типы спектров поглощения. Электронные спектры

Тема 5. Методы качественного и количественного спектрального абсорбционного анализа. Применение молекулярной абсорбционной спектроскопии в качественном анализе. Количественный анализ методами абсорбционной спектроскопии. Основные этапы количественного анализа в фотометрии. Основные методы определения концентрации одного светопоглощающего вещества. Определение смеси светопоглощающих веществ. Количественный анализ по инфракрасным спектрам

Тема 6. Электрохимические методы анализа. Основные понятия и определения. Три группы методов электрохимического анализа. Основные понятия электрохимии.

Тема 7. Методы, основанные на прохождении электрического тока через электрохимическую ячейку. Явления, возникающие при прохождении тока через электрохимическую ячейку. Вольтамперометрические методы анализа. Амперометрическое титрование. Метод инверсионной вольтамперометрии. Электрогравиметрические методы анализа.

Тема 8. Кулонометрические, потенциометрические и кондуктометрические методы анализа. Кулонометрия. Кулонометрия при контролируемом потенциале электрода. Потенциометрия. Потенциометрическое определение физико – химических свойств вещества. Кондуктометрия.

Тема 9. Хроматографические методы анализа. Сущность хроматографии. Классификация хроматографии.

Тема 10. Методы ионообменной и газовой хроматографии. Методы ионообменной хроматографии. Методы газовой хроматографии.

3.4Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1.Семинарские/практические занятия

Учебным планом не предусмотрены

3.4.2.Лабораторные занятия

Лабораторная работа № 1. Ознакомление с устройством и принципом работы спектральной установок

Лабораторная работа № 2. Измерение спектров поглощения многокомпонентных растворов.

Лабораторная работа № 3. Определение содержания серы титриметрическим методом.

Лабораторная работа № 4. Определение содержания углерода кулонометрическим методом.

Лабораторная работа № 5. Определение количественного состава многокомпонентной смеси методом газожидкостной хроматографии

Лабораторная работа № 6. Определение содержания в растворе нейтральных солей методом ионообменной хроматографии.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Учебным планом не предусмотрены

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

ГОСТ 18895-97 «Сталь. Метод фотоэлектрического спектрального анализа».

ГОСТ 31371.1-2020 «Определение состава газа методом газовой хроматографии с оценкой неопределенности.»

4.2 Основная литература

1.Айвазов Б.В. Введение в хроматографию. - М.: Высш. шк., 1983. - 250с.

2. Бабко А.К., Пилипенко А.Т. Фотометрический анализ. Общие сведения и аппаратура. - М.: Химия, 1968. - 388с.

3. Дорохова Е. Н., Прохорова Т.В. Аналитическая химия. Физико- химические методы анализа. - М.: Высш. шк., 1991. - 256с.

4.3 Дополнительная литература

1.Захарова Э.А., Килина З.Г. Электрохимические методы анализа. - Томск.: Изд - во Том. гос. ун-та, 1981. - 133с.

2. Клячко Ю.А. Руководство по аналитической химии: Пер. с нем. - М.: Мир, 1975. - 462с.

3. Коган Р.М., Чернышова Н.Н. Абсорбционная спектроскопия в органической химии. - Томск.: Изд - во Том. политехн. Ун-та, 1988. - 96с.

4. Пиккеринг Ч.Ф. Современная аналитическая химия. - М.: Химия, 1977. - 559с.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. Физико – химические методы анализа
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=12342

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)
1.	Мой Офис	ООО "НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301558/?sphrase_id=943375

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Информационно-справочные системы			
1.	Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http:// www.consultant.ru	Доступно
Электронно-библиотечные системы			
1.	Лань	https://e.lanbook.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
2.	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
Профессиональные базы данных			
1.	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
2.	WebofScienceCoreCollection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение

Аудитории кафедры «Металлургия» ав1204, ав1205, ав1206, ав1206а оснащены ноутбуками, проектором, экраном, учебным материалом.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

При организации учебных занятий (лекций, семинаров, практических занятий, лабораторных, самостоятельных и выпускных работ, а также курсового проектирования) следует использовать элементы интерактивного обучения на всех этапах для вовлечения студентов в процесс познания. Для этого целесообразно использовать следующие формы:

– диалоговое обучение, в ходе которого осуществляется взаимодействие преподавателя и студента;

– моделирование, то есть воспроизведение в условиях обучения по данной дисциплине процессов, происходящих в реальности;

– компьютеризация обучения для интенсификации и расширения возможностей образовательного процесса;

– использование средств наглядности: стенды с комплектом учебно-методической литературы, плакаты по темам, натурные образцы, мультимедийные системы, картотеку учебных видеослайдов и видеофильмов и др.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для максимальной индивидуализации деятельности студента, Учебным планом предусматривается время для самостоятельной работы.

Среди основных видов самостоятельной работы традиционно выделяют: творческую деятельность студента в аудитории, при внеаудиторных контактах с преподавателем на консультациях и домашней подготовке к лекциям, семинарским и практическим занятиям, зачетам и экзаменам, презентациям и докладам; написание рефератов, выполнение лабораторных и контрольных работ; участие в научной работе и пр.

Цель самостоятельной работы студента – осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы

самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою профессиональную квалификацию.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам лучше осуществлять на весь семестр и предусматривать регулярное повторение пройденного учебного материала.

Для более углубленного изучения рекомендуется использовать издания, указанные в списке дополнительной литературы.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль, онлайн тестирования);
- промежуточная аттестация (экзамен).

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение студентом всех предусмотренных форм текущего контроля.

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков, предусмотренных при изучении дисциплины, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основных способов ОМД, теории процессов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.
Удовлетвори-тельно	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основных способов ОМД, теории процессов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетво-рительно	Не выполнены обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины, ИЛИ Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков, предусмотренных при изучении дисциплины, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

В процессе обучения используются оценочные средства рубежного контроля успеваемости и промежуточных аттестаций и следующие виды самостоятельной работы:

- чтение рекомендуемой литературы при подготовке к лекционным, практическим и самостоятельным (контрольным) заданиям;
- бланковое и компьютерное тестирование;
- рефераты, доклады на СНК.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам лучше осуществлять на весь семестр и предусматривать регулярное повторение пройденного учебного материала.

Для более углубленного изучения рекомендуется использовать издания, указанные в списке дополнительной литературы.

Для расширения знаний следует использовать также сведения, полученные из Интернет-источников на соответствующих сайтах, а также проводить поиск в различных системах, таких как Yandex, Rambler, и пользоваться специализированными сайтами, такими как www.anticor.ru, http://www.naukaran.ru, http://www.maik.ru и другими, рекомендованными преподавателем на лекционных занятиях.

7.3.2. Промежуточная аттестация

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

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**
УК- 1	Способностью осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
ПК-1	Способностью выбирать методы планирования, подготовки и проведения исследований, наблюдений, испытаний, измерений и применять их на практике, анализировать, обрабатывать и представлять результаты

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися

дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

Контрольные вопросы для промежуточной аттестации

1. Наука «Аналитическая химия».
2. Физико – химические методы анализа.
3. Основные характеристики электромагнитного излучения.
4. Электромагнитный спектр.
5. Происхождение молекулярных спектров.
6. Классификация методов спектроскопии.
7. Закон Бугера – Ламберта – Бера.
8. Спектры поглощения.
9. Закон Аддитивности.
10. Электронные спектры и молекулярные орбитали.
11. Устройство аппаратуры в абсорбционной спектроскопии.
12. Инфракрасная спектроскопия.
13. Спектроскопия в видимой и ультрафиолетовой областях.
14. Метод сравнения оптических плотностей стандартного и исследуемого соединений.
15. Метод молярного коэффициента поглощения.
16. Метод градуировочного графика.
17. Метод добавок.
18. Метод дифференциальной фотометрии.
19. Метод двухстороннего дифференцирования.
20. Определение смеси светопоглощающих веществ.
21. Количественный анализ по инфракрасным спектрам.
22. Основные понятия электрохимии.
23. Кулонометрия.
24. Потенциометрия.
25. Кондуктометрия.
26. Сущность хроматографии.
27. Классификация хроматографии.
28. Ионнообменная хроматография.
29. Газовая хроматография.
30. Качественный и количественный хроматографический анализ.