

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета радиотехники
и электроники

 В.А. Небольсин /

«17»  2025 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физико-химические методы для изучения материалов»

Направление подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль Технологии неорганических и полимерных композиционных материалов

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2025

Автор программы
Заведующий кафедрой
Химии и химической
технологии материалов

 _____ В.В. Корнеева

 _____ О.Б. Рудаков

Руководитель ОПОП

 _____ Г.Ю. Вострикова

Воронеж 2025

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Целью освоения дисциплины «Физико-химические методы для изучения материалов» является изучение теоретических основ современных физико-химических методов анализа веществ, их освоение и формирование знаний для понимания возможности их применения для решения конкретных практических задач.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- освоение теоретических основ физико-химических методов анализа, их аппаратного и оформления, метрологических характеристик, методик выполнения измерений и расчетов при проведении испытаний;

- получение практических навыков физико-химических методов анализа;

- формирование практических навыков по применению полученных знаний и поиску оптимальных решений в профессиональной деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Физико-химические методы для изучения материалов» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Физико-химические методы для изучения материалов» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-2 - Способен использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования структуры и свойств материалов, физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации

ПК-6 - Способен выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических и химических процессов для прогнозирования и оптимизации технологических процессов и свойств материалов

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	Знать: - теоретические основы методов физико-химического анализа, методов исследования поверхностей, принципы, на которых они построены и области применения; - метрологические основы физико-химического анализа, в том числе принципы обработки результатов измерений, с использованием технологий обработки больших данных. - приемы построения методик при использовании

	<p>различных физико-химических методов анализа;</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные этапы пробоподготовки сырья и продуктов его переработки <p>Уметь - формулировать аналитическую задачу для анализа предложенных объектов;</p> <ul style="list-style-type: none"> - выбрать доступный метод пробоподготовки, оптимальный метод анализа в зависимости от объекта и задачи, а также обосновать свой выбор; - пользоваться справочной литературой для решения поставленных задач. - пользоваться основными химическими базами данных для расшифровки результатов физико-химического анализа; <p>Владеть - навыками проведения физико-химического анализа;</p> <ul style="list-style-type: none"> - умением работы на приборах для выполнения физико-химического анализа; - оценки результатов анализа сырья, материалов и готовой продукции - способностью расшифровки аналитических сигналов, полученных вручную и с использованием соответствующего программного обеспечения при проведении физико-химического анализа и обработке полученной информации, связанных с ними расчетов с использованием современных информационных технологий;
ПК-6	<p>Знать - основной приборный парк современной аналитической лаборатории;</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные критерии, используемые при выборе метода анализа; - основы компьютерного моделирования химических соединений, определения некоторых их физико-химических характеристик <p>Уметь - применять наилучший метод анализа экспериментальных данных с использованием технологий обработки больших данных;</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить анализ согласно аттестованной методике проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции <p>Владеть - методологией выбора метода анализа для решения конкретных аналитических задач;</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами правильного представления результатов анализа в отчете о проделанной экспериментальной работе с использованием возможностей Microsoft Excel

и их критической оценке.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Физико-химические методы для изучения материалов» составляет 7 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		7	8
Аудиторные занятия (всего)	144	72	72
В том числе:			
Лекции	72	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	36	18	18
Самостоятельная работа	72	36	36
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - эк-замен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	252	108	144
зач.ед.	7	3	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Электрохимические методы анализа	Кондуктометрия, вольтамперометрия, кулонометрия. Прямая потенциометрия с применением ИСЭ и потенциометрическое титрование. Аппаратура и методики.	12	6	6	12	36
2	Кристаллизация металлов и сплавов	Монокристаллическое строение, анизотропия и полиморфизм. Основы теории кристаллизации.	12	6	6	12	36
3	Основы теории сплавов	Понятия: сплав, система, компонент, фаза. Образование твердых растворов внедрения и замещения.	12	6	6	12	36
4	Железоуглеродистые сплавы	Основные характеристики железа и углерода. Техническое железо, сталь, белый чугун, примеси в технических сплавах. Классификация и маркировка.	12	6	6	12	36
5	Теория и технология сплавов	Теория термической обработки. Критическая скорость закалки. Классификация видов термообработки.	12	6	6	12	36
6	Физико-химические методы анализа	Методы анализа поверхности: сканирующая зондовая микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия.	12	6	6	12	36

		Принципы работы сканирующих зондовых микроскопов. Рентгеноспектральный микроанализ Термический анализ.					
Итого			72	36	36	72	216

5.2 Перечень лабораторных работ

7 семестр

1. Инструктаж по технике безопасности.

Строение и свойства металлов. Структурный анализ металлов и сплавов. Техника приготовления микрошлифов.

2. Микроструктура углеродистых сталей и чугунов.

3. Микроанализ химико-термически обработанных углеродистых и легированных сталей.

4. Анализ микроструктуры цветных сплавов.

8 семестр

1. Исследование надежности конструкционного материала при коррозионном изнашивании.

2. Оценка стойкости металлов путем определения количества выделившегося в процессе коррозии водорода.

3. Исследование надежности металла в условиях повышенных температур.

4. Исследование надежности стали при абразивной эрозии.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-2	Знать: - теоретические основы методов физико-химического анализа, методов исследования поверх-	Полное посещение лекционных и практических. Прохождение промежуточного	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	<p>ностей, принципы, на которых они построены и области применения;</p> <ul style="list-style-type: none"> - метрологические основы физико-химического анализа, в том числе принципы обработки результатов измерений, с использованием технологий обработки больших данных. - приемы построения методик при использовании различных физико-химических методов анализа; - основные этапы пробоподготовки сырья и продуктов его переработки 	<p>тестирования</p>		
	<p>Уметь - формулировать аналитическую задачу для анализа предложенных объектов;</p> <ul style="list-style-type: none"> - выбрать доступный метод пробоподготовки, оптимальный метод анализа в зависимости от объекта и задачи, а также обосновать свой выбор; - пользоваться справочной литературой для решения поставленных задач. - пользоваться основными химическими базами данных для расшифровки результатов физико-химического анализа; 	<p>Полное посещение лекционных и практических. Прохождение промежуточного тестирования</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>
	<p>Владеть - навыками проведения физико-химического анализа;</p> <ul style="list-style-type: none"> - умением работы на приборах для выполнения физико-химического анализа; - оценки результатов анализа сырья, материалов и готовой продукции - способностью расшифровки аналитических сигналов, полученных вручную и 	<p>Полное посещение лекционных и практических. Прохождение промежуточного тестирования.</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>

	с использованием соответствующего программного обеспечения при проведении физико-химического анализа и обработке полученной информации, связанных с ними расчетов с использованием современных информационных технологий;			
ПК-6	Знать - основной приборный парк современной аналитической лаборатории; - основные критерии, используемые при выборе метода анализа; - основы компьютерного моделирования химических соединений, определения некоторых их физико-химических характеристик	Полное посещение лекционных и практических. Прохождение промежуточного тестирования	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь - применять наилучший метод анализа экспериментальных данных с использованием технологий обработки больших данных; - проводить анализ согласно аттестованной методике проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции	Полное посещение лекционных и практических. Прохождение промежуточного тестирования.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть - методологией выбора метода анализа для решения конкретных аналитических задач; - методами правильного представления результатов анализа в отчете о проделанной экспериментальной работе с использованием возможностей Microsoft Excel и их критической оценке.	Полное посещение лекционных и практических. Прохождение промежуточного тестирования.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7, 8 семестре для очной формы обучения по двух/четырёхбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
-------------	---	---------------------	---------	------------

	тении			
ПК-2	<p>Знать: - теоретические основы методов физико-химического анализа, методов исследования поверхностей, принципы, на которых они построены и области применения;</p> <p>- метрологические основы физико-химического анализа, в том числе принципы обработки результатов измерений, с использованием технологий обработки больших данных.</p> <p>- приемы построения методик при использовании различных физико-химических методов анализа;</p> <p>- основные этапы пробоподготовки сырья и продуктов его переработки</p>	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	<p>Уметь - формулировать аналитическую задачу для анализа предложенных объектов;</p> <p>- выбрать доступный метод пробоподготовки, оптимальный метод анализа в зависимости от объекта и задачи, а также обосновать свой выбор;</p> <p>- пользоваться справочной литературой для решения поставленных задач.</p> <p>- пользоваться основными химическими базами данных для расшифровки результатов физико-химического анализа;</p>	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	<p>Владеть - навыками проведения физико-химического анализа;</p> <p>- умением работы на приборах для выполнения физико-химического анализа;</p> <p>- оценки результатов анализа сырья, мате-</p>	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	риалов и готовой продукции - способностью расшифровки аналитических сигналов, полученных вручную и с использованием соответствующего программного обеспечения при проведении физико-химического анализа и обработке полученной информации, связанных с ними расчетов с использованием современных информационных технологий;			
ПК-6	Знать - основной приборный парк современной аналитической лаборатории; - основные критерии, используемые при выборе метода анализа; - основы компьютерного моделирования химических соединений, определения некоторых их физико-химических характеристик	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь - применять наилучший метод анализа экспериментальных данных с использованием технологий обработки больших данных; - проводить анализ согласно аттестованной методике проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть - методологией выбора метода анализа для решения конкретных аналитических задач; - методами правильного представления результатов анализа в отчете о проделанной экспериментальной работе с использованием возможностей Microsoft Excel и их критической оценке.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

ИЛИ

«ОТЛИЧНО»;

«хорошо»;
 «удовлетворительно»;
 «неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-2	Знать: - теоретические основы методов физико-химического анализа, методов исследования поверхностей, принципы, на которых они построены и области применения; - метрологические основы физико-химического анализа, в том числе принципы обработки результатов измерений, с использованием технологий обработки больших данных. - приемы построения методик при использовании различных физико-химических методов анализа; - основные этапы пробоподготовки сырья и продуктов его переработки	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь - формулировать аналитическую задачу для анализа предложенных объектов; - выбрать доступный метод пробоподготовки, оптимальный метод анализа в зависимости от объекта и задачи, а также обосновать свой выбор; - пользоваться справочной литературой для решения поставленных задач. - пользоваться основными химическими базами данных для расшифровки результатов физико-химического	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	<p>анализа;</p> <p>Владеть - навыками проведения физико-химического анализа;</p> <ul style="list-style-type: none"> - умением работы на приборах для выполнения физико-химического анализа; - оценки результатов анализа сырья, материалов и готовой продукции - способностью расшифровки аналитических сигналов, полученных вручную и с использованием соответствующего программного обеспечения при проведении физико-химического анализа и обработке полученной информации, связанных с ними расчетов с использованием современных информационных технологий; 	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-6	<p>Знать - основной приборный парк современной аналитической лаборатории;</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные критерии, используемые при выборе метода анализа; - основы компьютерного моделирования химических соединений, определения некоторых их физико-химических характеристик 	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	<p>Уметь - применять наилучший метод анализа экспериментальных данных с использованием технологий обработки больших данных;</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить анализ согласно аттестованной методике проводить анализ сырья, материалов и 	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

готовой продукции						
Владеть - методологией выбора метода анализа для решения конкретных аналитических задач; - методами правильного представления результатов анализа в отчете о проделанной экспериментальной работе с использованием возможностей Microsoft Excel и их критической оценке.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены	

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Возможно ли с помощью ИСЭ измерять равновесную концентрацию отдельных ионов?

- 1) нельзя;
- 2) можно.

2. Что происходит при погружении стеклянного электрода в измеряемый раствор?

- 1) обмен ионами на поверхности мембраны;
- 2) адсорбция H^+ -ионов на поверхности мембраны;
- 3) перенос электронов.

3. Какой индикаторный электрод наиболее часто применяют для измерения рН?

- 1) хингидронный;
- 2) сурьмяный;
- 3) стеклянный;
- 4) хлорсеребряный;
- 5) водородный.

4. Что положено в основу кулонометрического метода анализа?

- 1) измерение потенциала в процессе электрохимической реакции;
- 2) измерение массы электропревращаемого вещества;
- 3) определение количества электричества, затрачиваемого на электрохимическое превращение вещества;
- 4) контроль всех трех факторов.

5. Как определяют количество электричества при кулонометрическом титровании?

- 1) определяют произведение силы тока и времени генерации до к.т.т.;
- 2) измеряют продолжительность титрования к моменту скачка потенциала;

3)измеряют изменение тока электролиза в единицу времени вблизи к.т.т.

6.В чем отличие кулонометрического титрования от других типов титрования?

- 1)можно прибавить сразу весь объем титранта;
- 2)титрант образуется в результате электродной реакции;
- 3)при титровании нет необходимости точно фиксировать объем титранта;
- 4)нельзя применять прямое титрование.

7. Какие параметры следует определить на кривой полярографического

спектра при качественном анализе одного или нескольких ионов?

- 1)высоту волны каждого из ионов;
- 2)потенциал начала восстановления каждого из ионов;
- 3)потенциал полуволны каждого из ионов.

8.Для каких целей в полярографии в анализируемый раствор вводят

индифферентный электролит–фон?

- 1)для устранения максимума на участке предельного тока полярограммы;
- 2)для обеспечения большей разности в плотностях тока на индикаторном электроде и электроде сравнения;
- 3)для уменьшения сопротивления раствора и устранения миграционной составляющей предельного тока.

9.От каких факторов зависит электрическая подвижность иона в растворе?

- 1)температура;
- 2)концентрация иона;
- 3)природа иона;
- 4)присутствие фонового электролита;
- 5)скорость перемешивания раствора.

10. Для установления чего применяется косвенная кондуктометрия?

- 1)физико-химических констант по величине электропроводности;
- 2)концентрации раствора по величине его электропроводности с использованием градуировочного графика;
- 3)количества вещества в пробе, когда объем титранта в точке эквивалентности находят по изменению электропроводности раствора;
- 4)констант электролитической ячейки.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. При фотокolorиметрическом определении Fe^{3+} с сульфосалициловой кислотой из стандартного раствора с содержанием железа 10 мг/см³ приготовили ряд разведений в мерных колбах вместимостью 100 см³,

измерили оптическое поглощение и получили следующие данные:

$V_{ст}, \text{см}^3$	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
A	0,12	0,25	0,37	0,50	0,62	0,75

Определите концентрацию Fe^{3+} в анализируемых растворах, если их оптическое поглощение равно 0,30 и 0,50.

Ответ:

A) 24,0 и 40,0 мг/100 см³

Б) 40,0 и 24,0 мг/100 см³

В) 48,0 и 40,0 мг/100 см³

2. После растворения 0,2500 г стали раствор разбавили до 100,0 мл. В три колбы вместимостью 50,0 мл поместили по 25,00 мл этого раствора и добавили: в первую колбу стандартный раствор, содержащий 0,50 мг Ti, растворы H_2O_2 и H_3PO_4 , во вторую – растворы H_2O_2 и H_3PO_4 , в третью – раствор H_3PO_4 (нулевой раствор). Растворы разбавили до метки и фотометрировали два первых раствора относительно третьего. Получили значения оптической плотности: $A_{х+ст} = 0,650$, $A_x = 0,250$. Рассчитать массовую долю (%) титана в стали.

Ответ:

A) 5,0

Б) 0,50

В) 50,0

3. Для определения длины волны интересующей линии λ_{\square} были выбраны две линии в спектре железа с известными длинами волн: $\lambda_1 = 325,436$ и $\lambda_2 = 328,026$ нм. На измерительной шкале микроскопа были получены следующие отсчеты: $b_1=9,12$, $b_2=10,48$, $b_x=10,33$ мм. Какова длина волны искомой линии в спектре анализируемого образца?

Ответ:

A) 219,003 нм

Б) 654,020 нм

В) 327,360 нм

4. Определите содержание Ca^{2+} в растворе (в мкг/см³), если при фотометрировании пламени этого раствора методом добавок получены следующие результаты при добавках стандарта $x=10$ мкг/см³.

Ответ:

A) 10 мкг/см³

Б) 5 мкг/см³

В) 0,05 мкг/см³

5. При определении марганца в сплаве методом добавок навеску массой 0,5000 г растворили и разбавили раствор до 200,0 мл. Отобрали четыре одинаковые порции раствора и к каждой порции добавили такие же порции стандартных растворов марганца, содержащих 0;

2; 4; 6 мкг/мл марганца. На атомно - абсорбционном спектрофотометре измерили оптическую плотность для аналитической линии 279,48 нм, распыляя растворы в пламени ацетилен-воздух. По-

лучили значения оптической плотности соответственно 0,225; 0,340; 0,455; 0,570. Вычислите массовую долю марганца в сплаве (%).

Ответ:

А) 0,16

Б) 0,8

В) 1,8

6. При анализе пробы массой 0,9816 г на содержание кобальта хемиллюминесцентным фотографическим методом на одну фотопластинку снимали свечение пробы анализируемого раствора, стандартов и холостого опыта. В ячейки кюветы помещали по 0,5 мл раствора соли кобальта, прибавляли салицилат натрия (для устранения мешающего действия катионов меди и железа) и одинаковое количество перекиси водорода. Затем кювету выдерживали до полного прекращения свечения; пластинку фотометрировали на микрофотометре МФ-2. Значение ΔS стандартных растворов, содержащих 4,0; 8,0; 12,0; 16,0 мкг/мл кобальта, составили 0,17; 0,28; 0,40; 0,53 соответственно. Вычислите массовую долю (%) кобальта в пробе, если $\Delta S_x = 0,20$.

Ответ:

А) $2,55 \cdot 10^{-6}$

Б) $2,55 \cdot 10^{-4}$

В) $25,5 \cdot 10^{-4}$

7. Вычислите электродный потенциал медного электрода, опущенного в раствор соли меди с концентрацией Cu^{2+} равной 0,1 моль/л; $E^{\circ} \text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^{\circ} = 0,34 \text{ В}$.

Ответ:

А) 0,311 В

Б) 0,340 В

В) 0,315 В

8. Рассчитайте концентрацию NH_4VO_3 в анализируемом растворе, если при потенциометрическом титровании 20,0 мл раствора NH_4VO_3 0,1 моль-экв/л раствором FeSO_4 были получены следующие данные:

V(мл)	10,0	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0
-------	------	------	------	------	------	------	------	------

E(мВ)	730	700	680	650	550	500	480	470
-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Ответ:

А) 0,1402 моль-экв/л

Б) 0,0717 моль-экв/л

В) 0,0941 моль-экв/л

9. Сопротивление ячейки с 0,1 моль-экв/л раствора NaCl равно 46,8 Ом. Площадь каждого электрода 1,50 см², а расстояние между ними 0,75 см. Определите удельную и эквивалентную электрическую проводимость.

Ответ:

А) $\chi = 0,0107 \text{ См. см}^{-1}$; $\lambda = 107 \text{ См. см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$

Б) $\chi = 0,0381 \text{ См. см}^{-1}$; $\lambda = 156 \text{ См. см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$

В) $\chi = 0,0214 \text{ См. см}^{-1}$; $\lambda = 102 \text{ См. см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$

10. На полное восстановление цинка в кулонометрии понадобилось 26 мин при силе тока 100 мА. Определить содержание (г) и концентрацию (моль/л) цинка в растворе, если на кулонометрический анализ было взято 10 мл раствора.

Ответ:

А) $m_{\text{Zn}^{2+}} = 0,08552 \text{ г}$; $c_{\text{Zn}^{2+}} = 0,1616 \text{ моль/л}$

Б) $m_{\text{Zn}^{2+}} = 0,12871 \text{ г}$; $c_{\text{Zn}^{2+}} = 0,0911 \text{ моль/л}$

В) $m_{\text{Zn}^{2+}} = 0,05285 \text{ г}$; $c_{\text{Zn}^{2+}} = 0,0808 \text{ моль/л}$

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Ширина основания хроматографического пика этанола составляет 20 мм. Число теоретических тарелок для этанола на данной колонке равно 2000. Скорость движения диаграммной ленты самописца 1200 мм/ч. Вычислить время удерживания этанола.

Ответ:

А) 11 сек

Б) 11 мин

В) 22 мин

2. Ширина основания хроматографического пика азота составляет 12 мм. Расстояние на хроматограмме от момента введения пробы до середины пика азота составляет 14 см. Вычислить число теоретических тарелок в данной колонке.

Ответ:

А) 2780

Б) 2870

В) 8720

3. Рассчитать число теоретических тарелок (N) и высоту, эквивалентную теоретической тарелке (H), по следующим экспериментальным данным: Скорость потока газа-носителя 80 см³/мин. Расстояние от точки ввода до выхода максимума пика, $t_R = 140 \text{ мм}$. Ширина пика на середине высоты $\mu_{0,5} = 24 \text{ мм}$. Длина колонки 150 см. Расстояние от точки ввода несорбирующегося компонента до выхода максимума пика - 5 мм.

Ответ:

А) $N = 182$, $H = 0,85 \text{ см}$

Б) $N = 106$, $H = 0,43 \text{ см}$

В) $N = 176$, $H = 0,85 \text{ см}$

4. Рассчитать объемы удерживания веществ А и В и критерий селективности, если: $V_H = 1 \text{ см}^3$, $V_0 = 2 \text{ см}^3$, $K_{DA} = 5,0$, $K_{DB} = 16,0$

Ответ:

А) $V_{RA} = 18$, $V_{RB} = 7$, $K_c = 0,44$

Б) $V_{RA} = 7$, $V_{RB} = 18$, $K_c = 0,44$

В) $V_{RA} = 14$, $V_{RB} = 8$, $K_c = 0,04$

5. Навеску минерала массой 0,9745, содержащего KCl, растворили в

мерной колбе на 100 мл. Аликвотную часть 10,00 см³ пропустили через слой катионнообменника в Н⁺ - форме. На титрование фильтрата израсходовано 6,8 мл 0,1271 М раствора NaOH. Рассчитайте процентное содержание KCl в образце.

Ответ:

А) 77,06

Б) 66,07

В) 60,67

6. В колбу, содержащую 100 мл. стандартизованного раствора с титром 20 мг/мл Mg²⁺ поместили 12,752 г. катионнообменника в Н⁺ - форме. После установления равновесия 25 мл. данного раствора оттитровали 0,01 М. ЭДТА, затратив 6,8 мл. титранта. Определить коэффициент распределения KD(Mg²⁺).

Определить статическую обменную емкость.

Ответ:

А) KD = 2365, С.О.Е. = 6,43 ммоль/г

Б) KD = 6523, С.О.Е. = 3,64 ммоль/г

В) KD = 2301, С.О.Е. = 5,11 ммоль/г

7. Для определения динамической емкости катионита, через колонку, содержащую 3,870 г. последнего, пропустили 300 мл. 0,05н. раствора соли меди. Элюат собирали порциями по 50 мл. Анализ порций показал следующие концентрации катионов меди: 0,000; 0,005; 0,0012; 0,020; 0,045; 0,050 н. Определить динамическую емкость катионита.

Ответ:

А) 1,923 ммоль-экв/г

Б) 1,723 ммоль-экв/г

В) 1,823 ммоль-экв/г

8. При определении этилового спирта методом газовой хроматографии измерили высоту пиков в зависимости от массы спирта и получили следующие данные:

m, мг 0,2 0,4 0,6 0,8 1,0

h, мм 18 37 48 66 83

Для 0,02 г исследуемого раствора получен пик высотой 57 мм. Вычислить массовую долю (%) этилового спирта.

Ответ:

А) 3,58

Б) 4,65

В) 3,85

9. Через колонку, заполненную катионитом массой 10 г, пропустили 250,0 мл. Выходящие из колонки порции раствора по 50,0 мл титровали 0,1 н. раствором тиосульфата натрия Na₂S₂O₃ (f_{экв} = 1) и получили следующие результаты:

Порция раствора 1 2 3 4 5

Расход тиосульфата на титрование, мл 0 12,00 25,00 39,20 39,20

Вычислить динамическую емкость (ммоль/г) катионита по меди, если молярная масса эквивалента составляет $M(1/2 \text{ Cu}^{2+})$.

Ответ:

А) $1,96(1/2 \text{ Cu}^{2+})$ г.

Б) $1,88(1/2 \text{ Cu}^{2+})$ г.

В) $1,69(1/2 \text{ Cu}^{2+})$ г.

10. Получены экспериментальные данные при хроматографировании смеси метанол-вода.

$V(\text{H}_2\text{O})$, мм³ 0,2 0,4 0,6 0,8

S , пика, мм² 61 123 182 243

Определить содержание воды в пробе спирта (с г/л), если объем пробы составил 2 мм³, площадь пика равна 91 мм².

Ответ:

А) 150 г/л

Б) 300 г/л

В) 50 г/л

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Кристаллическое строение металлов.
2. Точечные дефекты и их свойства.
3. Основные типы кристаллических решеток металлов.
4. Плавление металлов.
5. Механизмы кристаллизации металлов.
6. Физическая природа деформации и разрушения.
7. Полигонизация и рекристаллизация.
8. Собирательная рекристаллизация.
9. Что такое сплав?
10. Что такое система?
11. Что такое компонент?
12. Что такое фаза?
13. Твердые растворы внедрения и замещения.
14. Упорядоченные твердые растворы и твердые растворы вычитания.
15. Химические соединения и промежуточные фазы.
16. Механические смеси.
17. Легирование сталей.
18. Классификация видов термообработки сталей.
19. Методы построения диаграмм состояния двойных сплавов.
20. Основные характеристики железа, углерода и их сплавов.

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

Методы анализа поверхности

Аналитическая электронная микроскопия. Принципы растровой и просвечивающей электронной микроскопии. Формирование изображения анализируемой пробы. Аналитические каналы в растровом и просвечивающем электронных микроскопах. Аналитическая зондовая микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Принципы работы сканирующих зондовых микроскопов.

Рентгеноспектральный микроанализ – принципы, количественный анализ. Характеристическое и тормозное рентгеновское излучение, пределы обнаружения элементов, спектроскопия характеристических потерь энергии электронов, катодолюминесцентный анализ полупроводников и диэлектриков. Оже-электронная и рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, рентгеновская абсорбционная спектроскопия тонкой структуры края поглощения

Классификация дефектов кристаллической решетки. Точечные дефекты. Краевые дислокации. Винтовые смешанные дислокации. Поверхностные дефекты. Плотность и торможение дислокаций.

Основные закономерности самопроизвольной кристаллизации. Влияние степени переохлаждения на основные характеристики процесса кристаллизации. Несамостоятельная кристаллизация. Вторичная кристаллизация. Фазы в сплавах металлических систем. Влияние нагрева на структуру и свойства деформированного металла. Сплавы на основе алюминия. Классификация и применения алюминиевых сплавов. Сплавы на основе меди. Классификация и применение медных сплавов.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

(Например: Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Кондуктометрия, вольтамперометрия, кулонометрия. Прямая потенциометрия с применением ИСЭ и потенциометрическое титрование. Аппаратура и методики.	ПК2, ПК-6	Контрольная работа
2	Монокристаллическое строение, анизотропия и полиморфизм. Основы теории кристаллизации.	ПК2, ПК-6	Контрольная работа
3	Понятия: сплав, система, компонент, фаза. Образование твердых растворов внедрения и замещения.	ПК2, ПК-6	Контрольная работа

4	Основные характеристики железа и углерода. Техническое железо, сталь, белый чугуи, примеси в технических сплавах. Классификация и маркировка.	ПК2, ПК-6	Контрольная работа
5	Теория термической обработки. Критическая скорость закалки. Классификация видов термообработки.	ПК2, ПК-6	Контрольная работа
6	Методы анализа поверхности: сканирующая зондовая микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Принципы работы сканирующих зондовых микроскопов. Рентгеноспектральный микроанализ. Термический анализ.	ПК2, ПК-6	Контрольная работа

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Александрова, Т. П. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебное пособие / Т.П. Александрова, А.И. Апарнев, А.А. Казакова; Новосибирский государственный технический университет. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. - 106 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 98. - ISBN 978-5-7782-3033-0.

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575157>

2. Апарнев, А. И. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Электронный ресурс] : Учебное пособие / А. И. Апарнев, А. А. Казакова, Т. П. Александрова. - Аналитическая химия и физико-химические методы анализа ; 2025-02-05. - Новосибирск : Ново-

сибирский государственный технический университет, 2018. - 139 с. - Гарантированный срок размещения в ЭБС до 05.02.2025 (автопродлонгация). - ISBN 978-5-7782-3611-0. URL: <http://www.iprbookshop.ru/91180.html>

3. Громов, Н. В. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Сборник задач с основами теории и примерами решений

[Электронный ресурс] : Учебное пособие / Н. В. Громов, О. П. Таран. - Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Сборник задач с основами теории и примерами решений ; 2025-02-05. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. - 112 с. - Гарантированный срок размещения в ЭБС до 05.02.2025 (автопродлонгация). - ISBN 978-5-7782-3580-9. URL: <http://www.iprbookshop.ru/91181.html>

4. Мильман Б. Л., Журкович И. К. Большие данные в современном химическом анализе. Журнал аналитической химии, 2020, Т. 75, № 4, стр. 316-326.

<https://sciencejournals.ru/view-article/?j=ankhim&y=2020&v=75&n=4&a=AnKhim2002013Milman> Вспомогательная литература

Трухов А.П., Маляров А.И. Литейные сплавы и плавка: для студентов высших учебных заведений центр «Академия», 2004.-336.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. Химический каталог. Аналитическая химия. Сайты и книги <http://www.ximicat.com>
2. Chemnet - официальное электронное издание Химического факультета МГУ <http://www.chem.msu.ru/rus>
3. Электронная библиотека РФФИ <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
4. Доступ к коллекциям книг (2009-2010) и журналов издательства "Elsevier". <http://www.sciencedirect.com/3>
5. Доступ к реферативным базам Данных <http://www.scopus.com> и <http://www.isiknowledge.com>
6. Кристаллографические данные минералов (база данным MINCRYST) Института экспериментальной минералогии РАН (англ) <http://database.iem.ac.ru/mincryst/rus/index.php>.
7. <http://www.chemspider.com/> Ресурс находится в свободном доступе.
8. База данных ТКВ. <http://www.chem.msu.ru/cgi-bin/tkv.pl?show=welcome.html/welcome.html>.
9. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>
10. <https://e.lanbook.com/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Стандартно оборудованные лекционные аудитории для прове-

дения интерактивных лекций: видеопроектор, экран настенный, ноутбук, компьютеры на базе Pentium др. оборудование

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Физико-химические методы для изучения материалов» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета физико-химических характеристик. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none">- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;- выполнение домашних заданий и расчетов;- работа над темами для самостоятельного изучения;- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;- подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начинаться не

аттестации	позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.
------------	--

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--