МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента по УР
_____Ким М.Ю.
«29» _____10_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ХИМИЯ В ЭЛЕКТРОНИКЕ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Электроника, микроэлектроника и программирование цифровых устройств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Кафедра: **институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Курс: **2**
Семестр: **4**
Учебный план набора 2026 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	4 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	26	26	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
Самостоятельная работа	48	48	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Экзамен	4

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ким М.Ю.
Должность: Директор департамента по УР
Дата подписания: 29.10.2025
Уникальный программный ключ:
ed789cd8-2cc6-4431-a59e-8f386b1d44fa

Томск

Согласована на портале № 85206

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Формирование у студентов компетенций, современных научных представлений и практических навыков синтеза в области химии материалов электроники.

1.2. Задачи дисциплины

1. Приобретение базовых знаний закономерностей протекания физико-химических процессов при создании и обработке материалов электроники.
2. Приобретение навыков расчета физико-химических процессов синтеза материалов электроники.
3. Формирование практических навыков планирования и реализации отдельных химико-технологических операций получения материалов и изделий электроники.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Индекс дисциплины: Б1.В.ДВ.01.02.01.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		
ПК-6. Способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники	ПК-6.1. Знает технологические основы производства материалов и изделий электронной техники	Знает химические основы технологий производства материалов и изделий электронной техники
	ПК-6.2. Умеет выполнять отдельные технологические операции по производству материалов и изделий электронной техники	Умеет выполнять отдельные химико-технологические операции производства материалов и изделий электронной техники
	ПК-6.3. Владеет навыками построения технологических маршрутов изготовления материалов и изделий электронной техники	Владеет навыками построения технологических маршрутов химических процессов изготовления материалов и изделий электронной техники

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Согласована на портале № 85206

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		4 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	60	60
Лекционные занятия	26	26
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	48	48
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	6
Написание отчета по лабораторной работе	6	6
Выполнение практического задания	12	12
Подготовка к тестированию	8	8
Выполнение индивидуального задания	14	14
Выполнение кейс-задания / проекта	2	2
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
4 семестр						
1 Термодинамика и термохимия	6	4	8	11	29	ПК-6
2 Химическое и фазовое равновесие	4	4	-	9	17	ПК-6
3 Теория растворов	6	4	-	10	20	ПК-6
4 Основы электрохимии	6	2	8	8	24	ПК-6
5 Основы химико-технологических процессов	4	4	-	10	18	ПК-6
Итого за семестр	26	18	16	48	108	
Итого	26	18	16	48	108	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
4 семестр			

Согласована на портале № 85206

1 Термодинамика и термохимия	Теоретические основы термодинамики и термохимии, применение в технологиях получения материалов электронной техники	6	ПК-6
	Итого	6	
2 Химическое и фазовое равновесие	Теоретические основы химического и фазового равновесия, анализ фазовых диаграмм	4	ПК-6
	Итого	4	
3 Теория растворов	Растворы электролитов и не электролитов и их свойства, способы выражения концентрации растворов, элементы коллоидной химии	6	ПК-6
	Итого	6	
4 Основы электрохимии	Теория электрохимических процессов, коррозия и гальваника	6	ПК-6
	Итого	6	
5 Основы химико-технологических процессов	Химико-технологические основы процессов получения материалов и изделий микроэлектроники	4	ПК-6
	Итого	4	
Итого за семестр		26	
Итого		26	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1 Термодинамика и термохимия	Расчет термодинамических и термохимических процессов получения материалов электронной техники	4	ПК-6
	Итого	4	
2 Химическое и фазовое равновесие	Расчет констант скоростей реакций, анализ фазовых диаграмм	4	ПК-6
	Итого	4	
3 Теория растворов	Расчет концентраций растворов, физико-химические свойства растворов	4	ПК-6
	Итого	4	
4 Основы электрохимии	Расчет электрохимических процессов	2	ПК-6
	Итого	2	

Согласована на портале № 85206

5 Основы химико-технологических процессов	Теоретический расчет и планирование химико-технологических операций получения материалов и изделий электронной техники	4	ПК-6
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1 Термодинамика и термохимия	Диаграмма плавкости двухкомпонентной системы	8	ПК-6
	Итого	8	
4 Основы электрохимии	Электролиз	8	ПК-6
	Итого	8	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
4 семестр				
1 Термодинамика и термохимия	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-6	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПК-6	Отчет по лабораторной работе
	Выполнение практического задания	6	ПК-6	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	1	ПК-6	Тестирование
	Итого	11		

Согласована на портале № 85206

2 Химическое и фазовое равновесие	Выполнение индивидуального задания	6	ПК-6	Индивидуальное задание
	Подготовка к тестированию	1	ПК-6	Тестирование
	Выполнение практического задания	2	ПК-6	Практическое задание
	Итого	9		
3 Теория растворов	Выполнение индивидуального задания	6	ПК-6	Индивидуальное задание
	Выполнение практического задания	2	ПК-6	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	2	ПК-6	Тестирование
	Итого	10		
4 Основы электрохимии	Выполнение индивидуального задания	2	ПК-6	Индивидуальное задание
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-6	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПК-6	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	2	ПК-6	Тестирование
	Итого	8		
5 Основы химико-технологических процессов	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-6	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПК-6	Отчет по лабораторной работе
	Выполнение практического задания	2	ПК-6	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	2	ПК-6	Тестирование
	Выполнение кейс-задания / проекта	2	ПК-6	Кейс-задание / проект
	Итого	10		
Итого за семестр		48		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен

Согласована на портале № 85206

Итого	84	

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-6	+	+	+	+	Индивидуальное задание, Кейс-задание / проект, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Практическое задание, Тестирование, Экзамен

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
4 семестр				
Индивидуальное задание	0	0	10	10
Лабораторная работа	5	5	0	10
Практическое задание	5	5	0	10
Тестирование	5	5	0	10
Кейс-задание / проект	0	0	20	20
Отчет по лабораторной работе	5	5	0	10
Экзамен				30
Итого максимум за период	20	20	30	100
Нарастающим итогом	20	40	70	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Согласована на портале № 85206

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Химия: учебник и практикум для вузов / Т. В. Мартынова, И. В. Артамонова, Е. Б. Годунов ; рец.: Н. В. Зык, И. Г. Горичев ; ред. Т. В. Мартынова. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2020. - 368 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/viewer/himiya-450500#page/1.

7.2. Дополнительная литература

1. Общая и неорганическая химия : учебное пособие для вузов. - Ростов н/Д : Феникс , 2013. - 576 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 4 экз.).

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Лабораторные работы по химии: Учебно-методическое пособие / Е. В. Чикин - 2012. 78 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3020.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным

Согласована на портале № 85206

количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 117 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Установка совмещения и экспонирования ЩА-310;
- Установка для нанесения фоторезиста;
- Электронный микроскоп УЭМВ-100К;
- Дистиллятор воды;
- Лабораторное оборудование и приборы: микроскоп МБС-9, микроскоп стерео МС-1, микроинтерферометр МИИ-4, химическая посуда, реактивы;
- Учебная доска;
- Проектор Benq;
- Ноутбук ASUS;
- Экран для проектора;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- LibreOffice;
- PDF-XChange Viewer;
- Windows XP;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная аудитория: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 117 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Установка совмещения и экспонирования ЩА-310;
- Установка для нанесения фоторезиста;
- Электронный микроскоп УЭМВ-100К;
- Дистиллятор воды;
- Лабораторное оборудование и приборы: микроскоп МБС-9, микроскоп стерео МС-1, микроинтерферометр МИИ-4, химическая посуда, реактивы;
- Учебная доска;
- Проектор Benq;
- Ноутбук ASUS;
- Экран для проектора;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- LibreOffice;
- PDF-XChange Viewer;
- Windows XP;

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы),

Согласована на портале № 85206

расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)

Согласована на портале № 85206

1 Термодинамика и термохимия	ПК-6	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
2 Химическое и фазовое равновесие	ПК-6	Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Теория растворов	ПК-6	Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Основы электрохимии	ПК-6	Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

Согласована на портале № 85206

5 Основы химико-технологических процессов	ПК-6	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Кейс-задание / проект	Примерный перечень тематик кейс-заданий / проектов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции

Согласована на портале № 85206

2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. При получении кремния методом карботермического восстановления SiO□ протекает реакция: SiO□(тв) + 2C(тв) → Si(тв) + 2CO(г). Какое термодинамическое условие является необходимым (но не всегда достаточным) для самопроизвольного протекания этой реакции при постоянных температуре и давлении?
   а) ΔH < 0
   б) ΔS > 0
   в) ΔG < 0 (+)
   г) TΔS > ΔH
2. Для какой из перечисленных реакций, используемых в микроэлектронике, стандартная энтальпия образования ΔH°f продукта реакции равна стандартной энтальпии самой реакции ΔH°r?
   а) Si(тв) + 2Cl□(г) → SiCl□(г)
   б) 4Al(тв) + 3O□(г) → 2Al□O□(тв) +
   в) Ga(тв) + As(тв) → GaAs(тв)
   г) SiO□(тв) + 4HF(ж) → SiF□(г) + 2H□O(ж)
3. Рассматривая бинарную диаграмму состояния Si-Ge. Какое утверждение верно?
   а) Система Si-Ge характеризуется наличием химического соединения.
   б) Кремний и германий образуют непрерывный ряд твердых растворов. (+)
   в) На диаграмме присутствует эвтектическая точка.
   г) Температура плавления сплавов всегда ниже температуры плавления чистого Ge.
4. Константа равновесия (Kp) реакции гетерогенного восстановления оксида вольфрама водородом WO□(тв) + 3H□(г) □ W(тв) + 3H□O(г) зависит от:
   а) Концентрации WO□(тв)
   б) Концентрации W(тв)
   в) Парциального давления H□(г) и H□O(г) (+)
   г) Общего давления в системе
5. Электропроводность разбавленного водного раствора KCl будет увеличиваться при:
   а) Разбавлении раствора дистиллированной водой.
   б) Понижении температуры.
   в) Добавлении кристаллов сахара (C□□H□□O□□).
   г) Повышении температуры. (+)

Согласована на портале № 85206

6. Какой процесс лежит в основе устойчивости золя золота (красного), используемого в некоторых сенсорах и наноэлектронных приложениях?
   а) Седиментация частиц под действием силы тяжести.
   б) Агрегация частиц в крупные кластеры.
   в) Электростатическое отталкивание заряженных частиц (образование двойного электрического слоя). (+)
   г) Высокая вязкость дисперсионной среды.
7. При электролитическом осаждении меди (Cu) на кремниевую подложку в процессе гальваники:
   а) Подложка является катодом, где происходит восстановление Cu^{2+} до Cu. (+)
   б) Подложка является анодом, где происходит окисление Cu до Cu^{2+}.
   в) Подложка является катодом, где происходит окисление воды до O_2.
   г) Подложка является анодом, где происходит восстановление Cu^{2+} до Cu.
8. Электрохимическая коррозия алюминиевой контактной площадки на чипе в присутствии влаги и электролита происходит потому, что:
   а) Алюминий имеет высокий положительный стандартный электродный потенциал.
   б) Алюминий образует нерастворимый защитный оксидный слой, который всегда идеально стабилен.
   в) На поверхности алюминия возникают локальные анодные (где $Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^-$) и катодные (например, $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$) участки. (+)
   г) Алюминий химически инертен и не взаимодействует с кислородом.
9. Какое преимущество химического осаждения из газовой фазы (CVD) перед физическим осаждением из газовой фазы (PVD) чаще всего является решающим при получении высококачественных диэлектрических пленок (например, SiO_2, Si_3N_4) в микроэлектронике?
   а) Более высокая скорость осаждения.
   б) Возможность осаждения при более низких температурах.
   в) Лучшая ступенчатая (конформная) покрывающая способность сложного рельефа. (+)
   г) Отсутствие необходимости в высоком вакууме.
10. ЭДС гальванического элемента, составленного из стандартных цинкового и медного электродов (Zn^{2+}/Zn и Cu^{2+}/Cu), определяется выражением:
    а) $E = E°(Cu^{2+}/Cu) - E°(Zn^{2+}/Zn)$
    б) $E = E°(Zn^{2+}/Zn) - E°(Cu^{2+}/Cu)$
    в) $E = E°(Cu^{2+}/Cu) + E°(Zn^{2+}/Zn)$
    г) $E = E°(Cu^{2+}/Cu) - E°(Zn^{2+}/Zn)$ (+)

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Теоретические основы термохимии.
2. Физико-химические основы химического равновесия.
3. Физико-химические основы фазового равновесия.
4. Свойства растворов электролитов.
5. Основы электрохимии.

9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Диаграмма плавкости двухкомпонентной системы
2. Электролиз

9.1.4. Темы практических заданий

1. Выбрать реактивы и рассчитать тепловой эффект реакции синтеза вольфрамата цинка.
2. Выбрать реактивы и рассчитать тепловой эффект реакции синтеза молибдата кальция.
3. Выбрать реактивы и рассчитать тепловой эффект реакции синтеза алюмината стронция.
4. Выбрать реактивы и рассчитать тепловой эффект реакции синтеза феррита меди.
5. Выбрать реактивы и рассчитать тепловой эффект реакции синтеза феррита кобальта.

9.1.5. Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

1. Опишите фазовую диаграмму системы "олово-свинец".

Согласована на портале № 85206

2. Подберите исходные реагенты и рассчитайте параметры процесса золь-гель синтеза оксида титана.
3. Подберите состав электролита и рассчитайте параметры процесса нанесения медного покрытия.
4. Подберите состав электролита и рассчитайте параметры процесса анодирования алюминия.
5. Составьте последовательность химических операций с указанием используемых реактивов процесса травления печатных плат.

9.1.6. Примерный перечень тематик кейс-заданий / проектов

1. Подберите люминофор синего свечения, разработайте методику его получения.
2. Подберите люминофор красного свечения, разработайте методику его получения.
3. Разработайте методику получения ферромагнетика (на выбор).
4. Выберите антикоррозионное покрытие для стального корпуса прибора и разработайте методику его нанесения.
5. Разработайте методику чернения алюминиевого теплоотводящего радиатора.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка

Согласована на портале № 85206

С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 85206

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФЭ
протокол № 172 от «16» 10 2025 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ИРЭТ	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Заведующий обеспечивающей каф. ФЭ	Ю.В. Сахаров	Согласовано, dd1f7cbe-1ce6-48e6-b40d-074633a5bd8a
Начальник учебного управления	Г.А. Цой	Согласовано, 8a5745e4-63a0-4946-bbb0-ce4977ac113e

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. ПрЭ	Д.О. Пахмурин	Согласовано, ce9e048a-2a49-44a0-b2ab-bc9421935400
Профессор, каф. ФЭ	Ю.В. Сахаров	Согласовано, dd1f7cbe-1ce6-48e6-b40d-074633a5bd8a

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. ФЭ	А.В. Мостовщиков	Разработано, 12b8ccf2-4949-4991-b8b4-96d4ef60ed2d

Согласована на портале № 85206