МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(СФУ)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИФиРЭ
А.В. Минаков
«05» 03 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль) / специализация: **Проектирование электронных средств космических аппаратов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Институт инженерной физики и радиоэлектроники**
Кафедра: **приборостроения и наноэлектроники**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2025 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	36	36	часов
Практические занятия	36	36	часов
Самостоятельная работа	36	36	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	5

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Нариманова Г.Н.
Должность: И.о. проректора по УРиМД
Дата подписания: 05.03.2025
Уникальный программный ключ:
eb4e14e0-de8d-48f7-bf05-ceacb167edfe

Красноярск

Согласована на портале № 83713

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Целью изучения дисциплины «Физико-химические основы технологии электронных средств» является формирование знаний, умений и навыков, позволяющих обучить студентов современному теоретическому фундаменту технологии изделий микроэлектроники и технологии производства электронных средств.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение физических, химических и физико-химических законов и явлений, на которых основаны технологические процессы, используемые при производстве и эксплуатации электронных средств;
2. Формирование представлений о перспективах развития технологических процессов и о новых физико-химических явлениях, которые могут быть использованы для создания новых технологических процессов;
3. Формирование представления о свойствах материалов, технологических и конструкционных структур элементов электронных средств.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.02.
Реализуется без применения 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		

Согласована на портале № 83713

ПК-7. Способен выполнять работы по технологической подготовке производства электронных средств	ПК-7.1. Знает принципы технологической подготовки производства электронных средств и необходимые виды работ	Знает физико-химические основы технологических процессов изготовления РЭА; закономерности, управляющие протеканием технологических процессов
	ПК-7.2. Умеет применять на практике принципы технологической подготовки производства электронных средств и выполнять необходимые виды работ	Умеет разрабатывать технологические операции; разрабатывать технологические процессы; рассчитывать режимы процессов и операций
	ПК-7.3. Владеет навыками выполнения основных видов работ по технологической подготовке производства электронных средств	Владеет стандартами, определяющими правила разработки технологических процессов, операций; стандартами, определяющими правила выполнения технологических операций

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.

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
		5 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	72	72
Лекционные занятия	36	36
Практические занятия	36	36
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	36	36
Подготовка к тестированию	12	12
Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию	8	8
Выполнение индивидуального задания	8	8
Написание отчета по индивидуальному заданию	7	7
Написание отчета по лабораторной работе	1	1
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	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции

Согласована на портале № 83713

5 семестр					
1 Элементы кристаллографии и кристаллохимии	4	4	4	12	ПК-7
2 Основные энергетические характеристики химической термодинамики	3	2	4	9	ПК-7
3 Термодинамические процессы. Энтропия	3	4	4	11	ПК-7
4 Термодинамические потенциалы	2	4	4	10	ПК-7
5 Химические равновесия	2	4	4	10	ПК-7
6 Элементы термодинамики растворов и смесей	2	2	4	8	ПК-7
7 Фазовые равновесия	4	4	4	12	ПК-7
8 Кинетическое описание и анализ технологических процессов и химических реакций	2	4	1	7	ПК-7
9 Термодинамика поверхностных слоев и межфазных границ	4	2	1	7	ПК-7
10 Адсорбционные явления на поверхности твердых тел	2	2	1	5	ПК-7
11 Термодинамика процессов формирования новой фазы	4	2	1	7	ПК-7
12 Основные стадии и механизмы формирования слоев новой фазы	4	2	4	10	ПК-7
Итого за семестр	36	36	36	108	
Итого	36	36	36	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
5 семестр			

Согласована на портале № 83713

1 Элементы кристаллографии и кристаллохимии	Основные понятия и определения. Кристаллическая решетка и структура идеальных кристаллов. Закон рациональных отношений. Метод кристаллографического индицирования. Симметрия твердых тел. Основные типы кристаллических структур. Дефекты структуры реальных кристаллов. Точечные дефекты. Линейные дефекты. Поверхностные и объемные дефекты. Современные представления о характере химической связи в твердых фазах. Молекулярные и координационные решетки. Химическая связь в структурах типа алмаз и сфалерит. Электроотрицательность. Эффективные заряды атомов в кристаллической решетке соединений. Ионные и атомные радиусы. Энергетическая прочность атомных решеток. Энергия атомизации и способы ее оценки. Связь между структурными энергетическими, механическими и электрофизическими свойствами фаз. Молекулярные, металлические, ковалентные и ионные кристаллы.	4	ПК-7
	Итого	4	
2 Основные энергетические характеристики химической термодинамики	Предмет и задачи химической термодинамики применительно к технологическим процессам получения полупроводниковых материалов и структур ЭС. Основные понятия и определения. Термодинамические системы, функции состояния, процессы. Внутренняя энергия. Энергетические характеристики термодинамических систем. Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Энтальпия реакции и ее зависимость от температуры. Закон сохранения массы. Стандартное состояние. Закон сохранения массы. Температурная зависимость теплового эффекта. Закон Кирхгофа	3	ПК-7
	Итого	3	

Согласована на портале № 83713

3 Термодинамические процессы. Энтропия	Общая характеристика термодинамических процессов. Направление протекания процессов. Второе начало термодинамики. Энтропия как критерий равновесия и протекания процессов в изолированных системах. Энтропия обратимых и необратимых процессов. Энтропия и термодинамическая вероятность. Статистический характер второго начала термодинамики. Второе и третье начало термодинамики. Условия теплового равновесия закрытых систем. Возрастание энтропии, обусловленное процессами массопереноса. Возрастание энтропии, обусловленное химическими реакциями. Объединенная форма первого и второго начал термодинамики.	3	ПК-7
	Итого	3	
4 Термодинамические потенциалы	Термодинамические потенциалы. Термодинамические критерии направления процессов и условия равновесия в закрытых системах. Фундаментальные уравнения состояния. Парциальные молярные величины. Химический потенциал. Уравнения состояния для открытых систем. Условия протекания процесссов в открытых системах. Уравнение Гиббса-Дюгема. Химический потенциал компонентов смеси идеальных и реальных газов, жидких и твердых растворов. Понятие активности и летучести. Третий закон термодинамики. Температурная зависимость энтропии химической реакции	2	ПК-7
	Итого	2	
5 Химические равновесия	Общие условия равновесия и направления протекания процессов. Термодинамический вывод закона действующих масс. Константы равновесия. Уравнения изотермы химической реакции Вант-Гоффа и использование его для управления физико-химическими процессами в полупроводниковой технологии. Влияние температуры и давления пара на химическое равновесие. Закон Кирхгофа. Уравнения изохоры и изобары химической реакции. Уравнение изотермы химической реакции.	2	ПК-7
	Итого	2	

Согласована на портале № 83713

6 Элементы термодинамики растворов и смесей	Основные понятия и определения. Термодинамические функции идеального газа. Классификация растворов. Идеальные и разбавленные растворы. Состав пара над раствором. Законы Генри, Рауля, Коновалова, Неидеальные растворы. Термодинамическая классификация растворов. Перегонка летучих жидких смесей. Ректификация. Термодинамические функции газа и газовых смесей. Давление насыщенного пара. Давление насыщенных паров над растворами и смесями веществ в конденсированном состоянии.	2	ПК-7
	Итого	2	
7 Фазовые равновесия	Основные понятия и определения. Термодинамические критерии равновесия фаз. Правило фаз Гиббса. Фазовые переходы в однокомпонентных системах. Сублимация, кристаллизация, полиморфные превращения. Уравнения Клаузиуса – Клайперона. Р-Т диаграмма состояния однокомпонентной системы. Фазовые переходы второго рода. Термодинамическая теория переходов второго рода. Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах. Зависимость термодинамических функций от состава гетерогенной смеси компонентов. Графический метод определения состава равновесных фаз. Правило рычага. Термодинамическое обоснование основных типов диаграмм состояния с помощью концентрационной зависимости свободной энергии системы. Диаграммы состояния с неограниченной и ограниченной растворимостью компонентов, с эвтектическим и перетектическим превращениями, с химическим соединением. Использование Р-Т-х –диаграмм состояний для выбора технологических методов и условий получения, очистки и легирования полупроводниковых материалов.	4	ПК-7
	Итого	4	

Согласована на портале № 83713

8 Кинетическое описание и анализ технологических процессов и химических реакций	Основные понятия химической кинетики. Скорость химической реакции. Кинетическое уравнение химического процесса и порядок реакции. Температурная зависимость скорости химической реакции. Энергия активации и уравнение Аррениуса. Теория переходного состояния. Основные положения кинетики гетерогенных процессов.	2	ПК-7
	Итого	2	
9 Термодинамика поверхностных слоев и межфазных границ	Общие сведения о поверхности. Атомная структура поверхности. Межфазная энергия. Физико-химические явления на границе раздела фаз и их роль в технологических процессах микроэлектроники. Релаксация и реконструкция поверхности. Элементы термодинамики плоской поверхности. Термодинамика искривленных поверхностей. Давление насыщенного пара (формула Гиббса – Томсона) и температура плавления частиц малых размеров. Свободная и полная поверхностные энергии, поверхностное натяжение. Смачивание, адгезия, капиллярные явления.	4	ПК-7
	Итого	4	
10 Адсорбционные явления на поверхности твердых тел	Общая характеристика адсорбционных процессов. Механизмы межмолекулярных взаимодействий. Физическая адсорбция. Химическая адсорбция. Термодинамика и кинетика адсорбционных процессов. Изотермы адсорбции. Поверхностно-активные и инактивные вещества. Адсорбция на границе жидкость-газ. Уравнение Гиббса. Адсорбция на поверхностях твердых тел. Адсорбция на границе твердое тело-газ. Термодинамика и кинетика адсорбционных процессов. Изотерма адсорбции Лэнгмюра. Адсорбция на границе твердое тело – раствор. Термодинамика и кинетика адсорбционных процессов. Изотермы адсорбции.	2	ПК-7
	Итого	2	

Согласована на портале № 83713

11 Термодинамика процессов формирования новой фазы	Движущая сила процессов кристаллизации и зародышеобразования. Понятие о критическом зародыше. Термодинамика процессов зародышеобразования (модель Гиббса – Фольмера). Гомогенное зародышеобразование. Гетерогенное зародышеобразование. Кинетика процессов зародышеобразования. Молекулярно-статистическая модель зародышеобразования (модель Френкеля – Родина). Основные стадии процесса формирования слоев новой фазы.	4	ПК-7
	Итого	4	
12 Основные стадии и механизмы формирования слоев новой фазы	Классификация механизмов роста. Процессы коалесценции и коагуляции. Зародышевый механизм роста Фольмера – Вебера. Механизм Франка – Ван-дер-Мерве. Послойный беззародышевый механизм. Механизм Странского – Крастанова. Спиральный механизм роста. Стадии процесса формирования нановискеров. Особенности роста наноструктур на фасетированных поверхностях.	4	ПК-7
	Итого	4	
Итого за семестр		36	
Итого		36	

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
5 семестр			
1 Элементы кристаллографии и кристаллохимии	Метод кристаллографического индицирования. Основные типы кристаллических структур. Дефекты структуры реальных кристаллов	4	ПК-7
	Итого	4	
2 Основные энергетические характеристики химической термодинамики	Термодинамические системы, функции состояния, процессы. Энергетические характеристики термодинамических систем	2	ПК-7
	Итого	2	
3 Термодинамические процессы. Энтропия	Зависимость энтропии и энтальпии от температуры. Закон возрастания энтропии	4	ПК-7
	Итого	4	

Согласована на портале № 83713

4 Термодинамические потенциалы	Термодинамическое определение возможности протекания процесса и условий равновесия в системе	4	ПК-7
	Итого	4	
5 Химические равновесия	Химические равновесия. Расчет константы равновесия химической реакции. Расчет изотермы химической реакции	4	ПК-7
	Итого	4	
6 Элементы термодинамики растворов и смесей	Построение изотерм концентрационной зависимости свободной энергии Гиббса для различных видов диаграмм состояния	2	ПК-7
	Итого	2	
7 Фазовые равновесия	Расчет линий ликвидуса и солидуса для систем с неограниченной растворимостью компонентов в жидкой и твердой фазах	4	ПК-7
	Итого	4	
8 Кинетическое описание и анализ технологических процессов и химических реакций	Расчет скорости химической реакции. Температурная зависимость скорости химической реакции. Определение порядка реакции	4	ПК-7
	Итого	4	
9 Термодинамика поверхностных слоев и межфазных границ	Атомная структура поверхности. Межфазная энергия. Физико-химические явления на границе раздела фаз и их роль в технологических процессах микроэлектроники	2	ПК-7
	Итого	2	
10 Адсорбционные явления на поверхности твердых тел	Физическая адсорбция. Химическая адсорбция. Термодинамика и кинетика адсорбционных процессов. Поверхностно-активные и инактивные вещества Построение изотерм адсорбции	2	ПК-7
	Итого	2	
11 Термодинамика процессов формирования новой фазы	Основные стадии процесса формирования слоев новой фазы	2	ПК-7
	Итого	2	
12 Основные стадии и механизмы формирования слоев новой фазы	Классификация механизмов роста и различных моделей зародышеобразования	2	ПК-7
	Итого	2	
Итого за семестр		36	
Итого		36	

5.4. Лабораторные занятия

Согласована на портале № 83713

Не предусмотрено учебным планом

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
5 семестр				
1 Элементы кристаллографии и кристаллохимии	Подготовка к тестированию	1	ПК-7	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию	1	ПК-7	Защита отчета по индивидуальному заданию
	Выполнение индивидуального задания	1	ПК-7	Индивидуальное задание
	Написание отчета по индивидуальному заданию	1	ПК-7	Отчет по индивидуальному заданию
	Итого	4		
2 Основные энергетические характеристики химической термодинамики	Подготовка к тестированию	1	ПК-7	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию	1	ПК-7	Защита отчета по индивидуальному заданию
	Выполнение индивидуального задания	1	ПК-7	Индивидуальное задание
	Написание отчета по индивидуальному заданию	1	ПК-7	Отчет по индивидуальному заданию
	Итого	4		

Согласована на портале № 83713

3 Термодинамические процессы. Энтропия	Подготовка к тестированию	1	ПК-7	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию	1	ПК-7	Защита отчета по индивидуальному заданию
	Выполнение индивидуального задания	1	ПК-7	Индивидуальное задание
	Написание отчета по индивидуальному заданию	1	ПК-7	Отчет по индивидуальному заданию
	Итого	4		
4 Термодинамические потенциалы	Подготовка к тестированию	1	ПК-7	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию	1	ПК-7	Защита отчета по индивидуальному заданию
	Выполнение индивидуального задания	1	ПК-7	Индивидуальное задание
	Написание отчета по индивидуальному заданию	1	ПК-7	Отчет по индивидуальному заданию
	Итого	4		
5 Химические равновесия	Подготовка к тестированию	1	ПК-7	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию	1	ПК-7	Защита отчета по индивидуальному заданию
	Выполнение индивидуального задания	1	ПК-7	Индивидуальное задание
	Написание отчета по индивидуальному заданию	1	ПК-7	Отчет по индивидуальному заданию
	Итого	4		

Согласована на портале № 83713

6 Элементы термодинамики растворов и смесей	Подготовка к тестированию	1	ПК-7	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию	1	ПК-7	Защита отчета по индивидуальному заданию
	Выполнение индивидуального задания	1	ПК-7	Индивидуальное задание
	Написание отчета по индивидуальному заданию	1	ПК-7	Отчет по индивидуальному заданию
	Итого	4		
7 Фазовые равновесия	Подготовка к тестированию	1	ПК-7	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию	1	ПК-7	Защита отчета по индивидуальному заданию
	Выполнение индивидуального задания	1	ПК-7	Индивидуальное задание
	Написание отчета по индивидуальному заданию	1	ПК-7	Отчет по индивидуальному заданию
	Итого	4		
8 Кинетическое описание и анализ технологических процессов и химических реакций	Подготовка к тестированию	1	ПК-7	Тестирование
	Итого	1		
9 Термодинамика поверхностных слоев и межфазных границ	Подготовка к тестированию	1	ПК-7	Тестирование
	Итого	1		
10 Адсорбционные явления на поверхности твердых тел	Подготовка к тестированию	1	ПК-7	Тестирование
	Итого	1		
11 Термодинамика процессов формирования новой фазы	Подготовка к тестированию	1	ПК-7	Тестирование
	Итого	1		

Согласована на портале № 83713

12 Основные стадии и механизмы формирования слоев новой фазы	Подготовка к тестированию	1	ПК-7	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию	1	ПК-7	Защита отчета по индивидуальному заданию
	Выполнение индивидуального задания	1	ПК-7	Индивидуальное задание
	Написание отчета по индивидуальному заданию	1	ПК-7	Отчет по индивидуальному заданию
	Итого	4		
Итого за семестр		36		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		72		

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.	Сам. раб.	
ПК-7	+	+	+	Защита отчета по индивидуальному заданию, Индивидуальное задание, Отчет по индивидуальному заданию, 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
5 семестр				
Защита отчета по индивидуальному заданию	5	5	5	15
Индивидуальное задание	10	10	10	30
Отчет по индивидуальному заданию	3	3	3	9
Тестирование	4	5	7	16

Согласована на портале № 83713

Экзамен				30
Итого максимум за период	22	23	25	100
Нарастающим итогом	22	45	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

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. Барыбин, А.А., Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур: учебное пособие для вузов / А.А. Барыбин, В.И. Томилин, Н.П. Томилина. – Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ), 2011. – 243 с. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/b32/0233294.pdf .

2. Томилин, В.И. Физико-химические основы технологии электронных средств: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины / В.И. Томилин, Н.П. Томилина, В.Ф. Барашков, В.К. Чернов, А.М. Токмин, Д.П. Яшенкин. – Красноярск, 2007. – [Электронный ресурс]: – Режим доступа: http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/ELIB_DC/UMKD/i-138823.zip.

7.2. Дополнительная литература

1. Томилин, В.И. Физическое материаловедение: Ч. 1. Пассивные диэлектрики: учебное пособие / В.И. Томилин, Н.П. Томилина, В.А. Бахтина. – Красноярск: СФУ, 2012. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/u62/i-964362.pdf .

2. Томилин, В.И. Физико-химические основы технологических процессов: учебное пособие / В.И. Томилин, А.К. Толстихин, И.Г. Борисенко. – Красноярск: СФУ, 2011. – 336 с. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/u62/i-924658.pdf

7.3. Учебно-методические пособия

Согласована на портале № 83713

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Томилина, Н.П. Актуальные вопросы технологии электронных средств [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие / Н.П. Томилина, В.И. Томилин, В.А. Бахтина. – Красноярск: СФУ, 2013. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/u62/i-366939.pdf.
2. Кудряшева Н.С. Физическая химия: методические указания к семинарским занятиям / Н.С. Кудряшева, Е.В. Немцева, В.А. Кратасюк, Е.Н. Есимбекова, Л.Г. Бондарева, В.А. Гавричков, Г.А. Выдрякова, И.В. Свидерская. – Красноярск: ИПК СФУ, 2009.

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 и СФУ открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh, https://bik.sfu-kras.ru/elib/databases .

2. Библиотечная поисково-информационная система E-Library http://elibrary.ru
3. Научная библиотека СФУ https://bik.sfu-kras.ru/
4. ФГУП «НИИ электронных материалов» http://www.nii-em.ru/home
5. Сертификационные центры и испытательные лаборатории при АНО «МЦК» http://www.stroyinf.ru/
6. Сайт международной организации по стандартизации http://www.iso.ch
7. Поисково-информационная система Яндекс http://www.yandex.ru/

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 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

Согласована на портале № 83713

Учебная аудитория: 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.

Описание имеющегося оборудования:

- Интерактивная панель;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Reader;
- Google Chrome;
- Microsoft Office 2010;
- Windows 10.

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы).

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду СФУ.
- Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.4. 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 № 83713

1 Элементы кристаллографии и кристаллохимии	ПК-7	Защита отчета по индивидуальному заданию	Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Отчет по индивидуальному заданию	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Основные энергетические характеристики химической термодинамики	ПК-7	Защита отчета по индивидуальному заданию	Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Отчет по индивидуальному заданию	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Термодинамические процессы. Энтропия	ПК-7	Защита отчета по индивидуальному заданию	Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Отчет по индивидуальному заданию	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 83713

4 Термодинамические потенциалы	ПК-7	Защита отчета по индивидуальному заданию	Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Отчет по индивидуальному заданию	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Химические равновесия	ПК-7	Защита отчета по индивидуальному заданию	Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Отчет по индивидуальному заданию	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
6 Элементы термодинамики растворов и смесей	ПК-7	Защита отчета по индивидуальному заданию	Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Отчет по индивидуальному заданию	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 83713

7 Фазовые равновесия	ПК-7	Защита отчета по индивидуальному заданию	Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Отчет по индивидуальному заданию	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
8 Кинетическое описание и анализ технологических процессов и химических реакций	ПК-7	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
9 Термодинамика поверхностных слоев и межфазных границ	ПК-7	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
10 Адсорбционные явления на поверхности твердых тел	ПК-7	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
11 Термодинамика процессов формирования новой фазы	ПК-7	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
12 Основные стадии и механизмы формирования слоев новой фазы	ПК-7	Защита отчета по индивидуальному заданию	Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по индивидуальному заданию	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

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

Согласована на портале № 83713

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
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

Согласована на портале № 83713

1. Что является предметом изучения химической термодинамики?

а) фазовые и химические превращения веществ;

б) приложение основных законов общей термодинамики к процессам взаимного превращения теплоты и работы;

в) механическое движение и его энергетические характеристики;

2. Гомогенные системы – это системы, в которых…

а) все химические и физические свойства непрерывно изменяются по всему объему;

б) имеются внутренние границы раздела;

в) первые производные термодинамических параметров имеют разрывы;

3. Какие параметры состояния являются независимыми?

а) температура – T ;

б) свободная энергия Гиббса – G;

в) свободная энергия Гельмгольца – F;

4. Внутренняя энергия – это…

а) энергия системы во внешних силовых полях;

б) сумма всех видов энергий, которыми обладает система;

в) сумма всех видов энергий, которыми обладает система, за исключением энергии во внешних силовых полях;

5. Теплота – это…

а) характеристика процесса передачи энергии в форме хаотических столкновений частиц;

б) форма энергии, которую можно превратить в работу;

в) теплота – это заключенная в теле энергия;

6. Является ли внутренняя энергия функцией состояния?

а) да;

б) нет;

7. Внутри системы энергия…

а) вырабатывается;

б) не вырабатывается и не исчезает;

8. Отметьте основные составляющие внутренней энергии:

а) энергия химического взаимодействия

б) энергия кинетического, вращательного и колебательного движения частиц, образующих термодинамическую систему

в) кинетическая энергия системы;

9. Какому из парных условий отвечают закрытые системы?

$dE \neq 0 \quad dE = 0 \quad dE \neq 0 \quad dE = 0$

$dn \neq 0$; $dn = 0$; $dn = 0$; $dn \neq 0$

10. Укажите верную формулу первого начала термодинамики:

а) $\delta Q = \delta U + \delta W$;

б) $dU = dQ + \delta W$;

в) $\delta Q = dU + \delta W$.

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Кристаллическая решетка и структура идеальных кристаллов.
2. Метод кристаллографического индицирования.
3. Основные типы кристаллических структур.
4. Дефекты структуры реальных кристаллов.
5. Точечные дефекты.
6. Линейные дефекты.
7. Поверхностные и объемные дефекты.
8. Современные представления о характере химической связи в твердых фазах.
9. Молекулярные и координационные решетки.
10. Химическая связь в структурах типа алмаз и сфалерит.
11. Связь между структурными энергетическими, механическими и электрофизическими свойствами фаз.
12. Молекулярные, металлические, ковалентные и ионные кристаллы.

Согласована на портале № 83713

13. Термодинамические системы, функции состояния, процессы.
14. Энергетические характеристики термодинамических систем.
15. Первое начало термодинамики.
16. Теплоемкость.
17. Энтальпия реакции и ее зависимость от температуры.
18. Закон сохранения массы.
19. Второе начало термодинамики.
20. Энтропия как критерий равновесия и протекания процессов в изолированных системах.
21. Энтропия и термодинамическая вероятность.
22. Объединенная форма первого и второго начал термодинамики. Термодинамические потенциалы.
23. Термодинамические критерии направления процессов и условия равновесия в закрытых системах.
24. Парциальные молярные величины. Уравнения состояния для открытых систем.
25. Уравнение Гиббса-Дюгема.
26. Химический потенциал компонентов смеси идеальных и реальных газов, жидких и твердых растворов.
27. Понятие активности и летучести.
28. Связь коэффициента активности с параметром взаимодействия
29. Общие условия равновесия и направления протекания процессов. Термодинамический вывод закона действующих масс.
30. Константы равновесия.
31. Уравнения изотермы химической реакции Вант-Гоффа и использование его для управления физико-химическими процессами в полупроводниковой технологии. Закон Кирхгофа.
32. Уравнения изохоры и изобары химической реакции. Третье начало термодинамики.
33. Классификация растворов.
34. Законы Генри, Рауля, Коновалова.
35. Неидеальные растворы.
36. Термодинамическая классификация растворов.
37. Перегонка летучих жидких смесей. Ректификация.
38. Термодинамические критерии равновесия фаз. Правило фаз Гиббса. Фазовые переходы в однокомпонентных системах.
39. P-T диаграмма состояния однокомпонентной системы. Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах. Правило рычага.
40. Диаграммы состояния с неограниченной и ограниченной растворимостью компонентов, с эвтектическим и перитектическим превращениями, с химическим соединением.
41. Использование P-T-x –диаграмм состояний для выбора технологических методов и условий получения, очистки и легирования полупроводниковых материалов.
42. Основные понятия химической кинетики.
43. Скорость химических гомогенных и гетерогенных процессов.
44. Энергия активации. Влияние температуры на скорость процесса. Правило Аррениуса.
45. Теория переходного состояния.
46. Атомная структура поверхности.
47. Межфазная энергия.
48. Физико-химические явления на границе раздела фаз и их роль в технологических процессах микроэлектроники.
49. Свободная и полная поверхностные энергии, поверхностное натяжение. Смачивание, адгезия, капиллярные явления.
50. Молекулярная адсорбция, хемосорбция, десорбция.
51. Термодинамика и кинетика адсорбционных процессов. Изотерма адсорбции Лэнгмюра.
52. Движущие силы процессов зародышеобразования.
53. Термодинамика процессов зародышеобразования (модель Гиббса– Фольмера).
54. Гомогенное зародышеобразование.
55. Гетерогенное зародышеобразование.
56. Кинетические характеристики процесса зародышеобразования.
57. Молекулярно-статистическая модель зародышеобразования (модель Френкеля – Родина).
58. Основные стадии процесса формирования слоев новой фазы.

Согласована на портале № 83713

59. Зародышевый механизм роста Фольмера – Вебера.

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий

1. Дайте определение симметрии?
2. Назовите основные элементы симметрии?
3. Каково количество трансляционных решеток Браве?
4. Какими силами обусловлена ионная связь?
5. Какова направленность ионных связей?
6. Сравните энергию решеток ковалентных и ионных кристаллов и объясните причину их различия?
7. Сформулируйте определение равновесного процесса?
8. Являются ли энергии Гельмгольца и Гиббса равноправными критериями направления протекания процессов и состояния равновесия?
9. В чем заключается физический смысл закона действующих масс?
10. Какие характеристики процесса можно определить по уравнению изотермы химической реакции?
11. Сформулируйте принцип непрерывности и принцип соответствия?
12. Перечислите особенности фазовых переходов первого и второго рода?
13. Назовите типы диаграмм состояния?
14. Каковы особенности роста слоев новой фазы на различных поверхностях?

9.1.4. Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

1. Элементы симметрии кристаллов. Построение стереографических проекций элементов симметрии и простых форм.
2. Расчет энергетической прочности ионных и кристаллов.
3. Термодинамическое определение возможности протекания процесса и условий равновесия в системе.
4. Химические равновесия. Расчет константы равновесия химической реакции. Расчет изотермы химической реакции.
5. Построение изотерм концентрационной зависимости свободной энергии Гиббса для различных видов диаграмм состояния.
6. Расчет линий ликвидуса и солидуса для систем с неограниченной растворимостью компонентов в жидкой и твердой фазах.
7. Анализ процессов дефектообразования в кристаллических фазах переменного состава с использованием метода квазихимических реакций

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.

Согласована на портале № 83713

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
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:

Согласована на портале № 83713

– 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 № 83713

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры приборостроения и наноэлектроники
протокол № 5 от «21» 1 2025 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий кафедрой ПиН СФУ	А.А. Левицкий	
Заведующий выпускающей каф. КУДР ТУСУР	С.А. Артищев	
Начальник учебного управления ТУСУР	И.А. Лариошина	

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент каф. КУДР ТУСУР	С.А. Артищев	

РАЗРАБОТАНО:

Доцент кафедры ПиН СФУ	Н.Г. Внукова	
Старший преподаватель кафедры ПиН СФУ	Н.П. Томилина	

Согласована на портале № 83713