

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сердитова Наталья Евгеньевна
Должность: проректор по образовательной деятельности
Дата подписания: 25.08.2025 16:55:17
Уникальный программный ключ:
6cb002877b2a1ea649fdebb0cc541e4e95322d13

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Утверждаю:

Руководитель ООП

Е.В. Барабанова



«26» июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

Материаловедение электронной техники

Закреплена за кафедрой:	Прикладной физики
Направление подготовки:	03.03.03 Радиофизика
Направленность (профиль):	Материалы и устройства радиоэлектроники (беспилотные системы, программно-аппаратные комплексы, системы автоматизированного проектирования)
Квалификация:	Бакалавр
Форма обучения:	очная
Семестр:	7

Программу составил(и):

д-р техн. наук, зав. кафедры, Каплунов Иван Александрович

Тверь, 2025

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины (модуля):

Изучение ряда материаловедческих проблем создания и применения полупроводниковых и диэлектрических материалов. Рассматриваются основные свойства материалов, вопросы создания материалов с заданными свойствами. Значительная часть курса включает изучение термодинамики фазовых равновесий, диаграмм фазовых равновесий (Т-Х, Р-Т-Х, Р-Т) двойных и тройных полупроводниковых систем.

Задачи :

- ☐ получение сведений по основным классам материалов и областям их использования, по диаграммам состояния и термодинамическим расчетам применительно к системам, имеющим практическое значение в технологии материалов;
- ☐ формирование умения эффективно использовать требуемый математический аппарат для правильной расшифровки и идентификации исследуемых структур;
- ☐ формирование представлений о методах и аппаратуре, применяемых при анализе кристаллической структуры веществ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ОП: Б1.В

Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Дисциплина «Материаловедение электронной техники» изучается в модуле «Физика и технология материалов радиоэлектроники» Блока 1. Дисциплины части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Курс содержательно закладывает основы знаний для научно-исследовательской и научно-производственной практик, в процессе которых изучаются свойства, строение и получение материалов для современной электронной техники.

Механика

Молекулярная физика

Физический практикум по молекулярной физике

Электричество и магнетизм

Физическая кристаллография

Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Для успешного освоения дисциплины необходимы знания основ общей физики, разделы: Молекулярная физика, Электричество и магнетизм, Оптика, Атомная физика. Иметь представление о физике полупроводников и диэлектриков. Знать основные законы физики.

Физика и технологии функциональных материалов

Физика кристаллов

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость	4 ЗЕТ
Часов по учебному плану	144
в том числе:	
самостоятельная работа	65
часов на контроль	27

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ПК-3.1: Осуществляет анализ радиоматериалов и материалов для создания несущих конструкций радиэлектронных средств

ПК-4.1: Осуществляет сбор, обработку, анализ и обобщение передового отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований

5. ВИДЫ КОНТРОЛЯ

Виды контроля в семестрах:	
экзамены	7

6. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Язык преподавания: русский.

7. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

№	Наименование разделов и тем	Вид занятия	Сем.	Часов	Примечание
	Раздел 1. Основные свойства полупроводников, диэлектриков и металлов.				
1.1	Электрические, оптические, акустические, механические свойства.	Лек	7	4	
1.2	Электрические, оптические, акустические, механические свойства.	Пр	7	4	
1.3	Электрические, оптические, акустические, механические свойства.	Ср	7	8	
	Раздел 2. Термодинамика фазовых равновесий.				
2.1	Условия равновесия. Основные понятия. Диаграммы состояния. Химический потенциал. Правило фаз Гиббса.	Лек	7	5	
2.2	Условия равновесия. Основные понятия. Диаграммы состояния. Химический потенциал. Правило фаз Гиббса.	Пр	7	5	
2.3	Условия равновесия. Основные понятия. Диаграммы состояния. Химический потенциал. Правило фаз Гиббса.	Ср	7	9	
	Раздел 3. Диаграммы фазовых равновесий.				
3.1	Т-Х диаграммы фазовых равновесий двойных систем с неограниченной и ограниченной растворимостью компонентов. Т-Х диаграммы равновесий тройных систем. Р-Т и Р-Т-Х диаграммы фазовых равновесий	Лек	7	5	

3.2	Т-Х диаграммы фазовых равновесий двойных систем с неограниченной и ограниченной растворимостью компонентов. Т-Х диаграммы равновесий тройных систем. Р-Т и Р-Т-Х диаграммы фазовых равновесий	Пр	7	5	
3.3	Т-Х диаграммы фазовых равновесий двойных систем с неограниченной и ограниченной растворимостью компонентов. Т-Х диаграммы равновесий тройных систем. Р-Т и Р-Т-Х диаграммы фазовых равновесий	Ср	7	9	
	Раздел 4. Методы построения диаграмм состояний.				
4.1	Метод термического анализа. Метод отжига. Метод отжига с последующей закалкой. Рентгеновские методы. Методы измерения электропроводности, микротвердости	Лек	7	4	
4.2	Метод термического анализа. Метод отжига. Метод отжига с последующей закалкой. Рентгеновские методы. Методы измерения электропроводности, микротвердости	Пр	7	4	
4.3	Метод термического анализа. Метод отжига. Метод отжига с последующей закалкой. Рентгеновские методы. Методы измерения электропроводности, микротвердости	Ср	7	9	
	Раздел 5. Структурные и объемные дефекты в полупроводниках.				
5.1	Точечные, линейные, двумерные дефекты. Объемные несовершенства.	Лек	7	4	
5.2	Точечные, линейные, двумерные дефекты. Объемные несовершенства.	Пр	7	4	
5.3	Точечные, линейные, двумерные дефекты. Объемные несовершенства.	Ср	7	10	
	Раздел 6. Фазовые превращения.				
6.1	Образование и рост зародышей новой фазы. Фазовые превращения в твердой фазе. Кинетика процессов зарождения и роста.	Лек	7	2	
6.2	Образование и рост зародышей новой фазы. Фазовые превращения в твердой фазе. Кинетика процессов зарождения и роста.	Пр	7	2	
6.3	Образование и рост зародышей новой фазы. Фазовые превращения в твердой фазе. Кинетика процессов зарождения и роста.	Ср	7	10	
	Раздел 7. Примеси в полупроводниках.				
7.1	Легирующие и фоновые примеси. Распределение примесей в полупроводниках.	Лек	7	2	

7.2	Легирующие и фоновые примеси. Распределение примесей в полупроводниках.	Пр	7	2	
7.3	Легирующие и фоновые примеси. Распределение примесей в полупроводниках.	Ср	7	10	
	Раздел 8. экзамен				
8.1	экзамен	Экзамен	7	27	

Образовательные технологии

Перечислены в списке

Список образовательных технологий

1	Проектная технология
2	Дискуссионные технологии (форум, симпозиум, дебаты, аквариумная дискуссия, панельная дискуссия, круглый стол, фасилитированная и т.д.)
3	Технологии развития критического мышления
4	Активное слушание
5	Занятия с применением затрудняющих условий

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

Задание:

1. Сделать доклад на тему «Легирующие примеси в полупроводниках»

2. Сделать доклад на тему «Кинетика зародыщеобразования»

Способ аттестации: устный

Критерии оценки:

раскрыта с опорой на соответствующие понятия и теоретические положения – 4

балла

- Аргументация на теоретическом уровне неполная, смысл ряда ключевых понятий не объяснен – 1 балл
- Терминологический аппарат непосредственно не связан с раскрываемой темой – 0 баллов
- Факты и примеры в полном объеме обосновывают выводы – 3 балла
- Допущена фактическая ошибка, не приведшая к существенному искажению смысла – 2 балла
- Допущены фактические и логические ошибки, свидетельствующие о непонимании темы – 0 баллов

8.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

Известно, что поверхность германия (IV) в качестве легирующей примеси содержит $3 \cdot 10^{16}$ атомов на см³ (см-3) мышьяка (V). Затем он легируется фосфором (V) в количестве 10^{17} см-3 и после этого – бором ($5 \cdot 10^{17}$ см-3). Полученная структура проходит термический обжиг, которая активизирует все примеси. Определить тип проводимости.

Способ аттестации: письменный

Критерии оценки:

- Высокий уровень (3 балла): Понимает физику явления, составляет математические выражения для получения решения. Получает правильный ответ.
- Средний уровень (2 балла): Понимает физику явления. Испытывает сложности с составлением математических выражений для получения решения. Получает правильный ответ.
- Низкий уровень (1 балл): Понимает физику явления. Испытывает сложности с составлением математических выражений для получения решения. Из-за алгебраической неточности не получает правильный ответ.

8.3. Требования к рейтинг-контролю

Форма проведения зачета/экзамена: студенты, освоившие программу курса, могут получить зачет/оценку по итогам семестровой и полусеместровой рейтинговой аттестации согласно «Положению о рейтинговой системе обучения ТвГУ» (протокол №8 от 30 апреля 2020 г.).

Если условия «Положения о рейтинговой системе ...» не выполнены, то экзамен сдается согласно «Положению о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) обучающихся по программам высшего образования ТвГУ» (протокол №11 от 28 апреля 2021 г.)

Оценка знаний студентов осуществляется по результатам успеваемости и оценивается по 100 – бальной системе. Семестр делится на два модуля.

Согласно нормативно – методическим материалам рейтинговой системы оценки качества учебной работы студентов ТвГУ, студент по предмету для получения зачета должен набрать за семестр не менее 40 баллов.

1 контрольная точка. По текущей работе студента – 21 баллов. Итоговый контроль за модуль – 9 баллов. Всего 30 баллов.

2 контрольная точка. По текущей работе студента – 11 баллов. Итоговый контроль за модуль – 9 баллов. Выступление с докладом – 10 баллов. Всего 60 баллов.

Баллы по текущей работе студента начисляются за следующие виды работ:

- выступление с докладом – 10 баллов;
- модульная контрольная работа – максимум 9 баллов.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рекомендуемая литература

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Материаловедение : учебное пособие: http://elar.urfu.ru/handle/10995/36108
Э2	Материаловедение. Диаграммы состояния двойных систем: http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/u62/i-823721.zip
Э3	Материаловедение: https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=8423
Э4	Астафьева Е.А. Электронный курс «Технологии материалов» : https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=1908

Перечень программного обеспечения

1	Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
2	Adobe Acrobat Reader

3	Origin 8.1 Sr2
4	Google Chrome
5	OpenOffice

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1	ЭБС «Лань»
2	ЭБС ТвГУ
3	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (подписка на журналы)
4	Репозиторий ТвГУ
5	БД Web of Science
6	БД Scopus
7	Журналы American Institute of Physics (AIP)

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудит-я	Оборудование
3-30	комплект учебной мебели, переносной ноутбук, лабораторные весы, муфельная печь, печной аппарат, установка "Кристалл"
3-36	комплект учебной мебели, переносной ноутбук, комплект ИК спектрального оборудования, весы тензометрические, прибор для измерения удельного
3-31	комплект учебной мебели, компьютер, сканеры, переносной ноутбук, копир, проектор, брошюровочная машина
3-28	комплект учебной мебели, переносной ноутбук, проектор, экран настенный

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Предметом оценки является подготовка студентов к занятиям, работа студентов на практических занятиях, выполнение ими тестовых заданий.

Оценки успеваемости студентов проходит в модульную неделю в соответствии с графиков учебного процесса.

Практические задания по демонстрации компетенций заключаются в устных или письменных ответах на поставленные преподавателем или составленным самими студентами вопросы (традиционные или в форме тестов). При этом оценивается обоснованность ответа, ясность и последовательность изложения мысли. Такая демонстрация компетенций проверяет уровень владения теоретическим и практическим материалом.