

Документ подписан электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 20.09.2024 14:23:02
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

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

Утверждаю:

Руководитель ООП



О.Н. Медведева
О.Н. Медведева

«21» _____ мая _____ 2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Технологии кристаллических материалов

Закреплена за кафедрой:	Прикладной физики
Направление подготовки:	27.03.05 Инноватика
Направленность (профиль):	Управление в технологических системах
Квалификация:	Бакалавр
Форма обучения:	очная
Семестр:	8

Программу составил(и):
д-р техн. наук, зав. кафедры, Каплунов Иван Александрович

Тверь, 2024

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.ДВ.05Б1.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	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе:	
аудиторные занятия	52
самостоятельная работа	29
часов на контроль	27

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

ПК-1.1: Осуществляет постановку задачи на технологические исследования

ПК-1.3: Анализирует результаты технологических исследований

УК-1.1: Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие

УК-1.5: Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки

5. ВИДЫ КОНТРОЛЯ

Виды контроля в семестрах:	
экзамены	8

6. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Язык преподавания: русский.

7. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занят.	Наименование разделов и тем	Вид занятия	Семестр / Курс	Часов	Источники	Примечание
	Раздел 1. Основные свойства полупроводников, диэлектриков и металлов.					
1.1	Электрические, оптические, акустические, механические свойства.	Лек	8	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5	
1.2	Электрические, оптические, акустические, механические свойства.	Пр	8	6	Л1.1 Л1.5	
1.3	Электрические, оптические, акустические, механические свойства.	Ср	8	2	Л1.1 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10	
	Раздел 2. Диаграммы фазовых равновесий.					
2.1	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	8	6	Л1.9	
2.2	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	8	6	Л1.9	

2.3	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	8	4	Л1.9	
	Раздел 3. Структурные и объемные дефекты в полупроводниках.					
3.1	Точечные, линейные, двумерные дефекты. Объемные несовершенства.	Лек	8	6	Л1.9	
3.2	Точечные, линейные, двумерные дефекты. Объемные несовершенства.	Пр	8	6	Л1.9	
3.3	Точечные, линейные, двумерные дефекты. Объемные несовершенства.	Ср	8	6	Л1.9	
	Раздел 4. Фазовые превращения.					
4.1	Образование и рост зародышей новой фазы. Фазовые превращения в твердой фазе. Кинетика процессов зарождения и роста.	Лек	8	4	Л1.9	
4.2	Образование и рост зародышей новой фазы. Фазовые превращения в твердой фазе. Кинетика процессов зарождения и роста.	Пр	8	4	Л1.9	
4.3	Образование и рост зародышей новой фазы. Фазовые превращения в твердой фазе. Кинетика процессов зарождения и роста.	Ср	8	8	Л1.9	
	Раздел 5. Примеси в полупроводниках.					
5.1	Легирующие и фоновые примеси. Распределение примесей в полупроводниках.	Лек	8	4	Л1.9	
5.2	Легирующие и фоновые примеси. Распределение примесей в полупроводниках.	Пр	8	4	Л1.1 Л1.9	
5.3	Легирующие и фоновые примеси. Распределение примесей в полупроводниках.	Ср	8	9	Л1.9	
	Раздел 6. Экзамен					
6.1		Экзамен	8	27		

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

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.).

Известно, что поверхность германия (IV) в качестве легирующей примеси содержит $3 \cdot 10^{16}$ атомов на см^3 (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.

8.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

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.).

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

8.3. Требования к рейтинг-контролю

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)

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

Шифр	Литература
Л1.1	Каплунов, Иванова П. М., Третьяков В. В., Пахомов, Голубев, Физические основы роста кристаллов, Тверь: Тверской государственный университет, 2023, ISBN: , URL: http://megapro.tversu.ru/megaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=5468885
Л1.10	Колесников В. Я., Молчанов, Каплунов, Ильяшенко, Акустооптика, Тверь: Тверской государственный университет, 2011, ISBN: , URL: http://texts.lib.tversu.ru/texts/EOR/ucheb/13434d/Start.html
Л1.2	Морозова, Каплунова, Шмелева, Кузьмина, Изучение оптической однородности кристаллов ниобата лития и парателлурита методом коноскопии, Тверь: Тверской государственный университет, , ISBN: , URL: http://eprints.tversu.ru/6081/
Л1.3	Туровцев, Орлов, Каплунов, Поиск оптимального квантово-химического метода расчета геометрического строения соединений германий-кислород, Тверь: Тверской государственный университет, , ISBN: , URL: http://eprints.tversu.ru/5369/
Л1.4	Чижиков, Ильяшенко, Третьяков, Архипова, Молчанов, Воронцова, Спиридонов, Каплунов, Колесников, Залетов, Измерение константы Верде кристаллов парателлурита для ультрафиолетового света с длиной волны 355 НМ, Тверь: Тверской государственный университет, 2009, ISBN: , URL: http://eprints.tversu.ru/1030/

Л1.5	Головнин, Каплунов, Малышкина, Педько, Пьезоэлектрическая керамика: применение, производство, перспективы, Тверь: Тверской государственный университет, 2010, ISBN: , URL: http://eprints.tversu.ru/1514/
Л1.6	Каплунов И. А., Рабочая программа дисциплины "Материаловедение электронной техники. Часть 1", Тверь, 2012, ISBN: , URL: http://texts.lib.tversu.ru/texts2/06473rp.pdf
Л1.7	Каплунов, Учебно-методический комплекс по дисциплине "Материаловедение электронной техники", Тверь, 2012, ISBN: , URL: http://texts.lib.tversu.ru/texts2/04316umk.pdf
Л1.8	Колесников А. И., Молчанов, Каплунов, Ильяшенко, Чижиков С. И., Зубков Н. С., Акустооптика, Тверь: Тверской государственный университет, 2011, ISBN: , URL: http://texts.lib.tversu.ru/texts/999610ogl.pdf
Л1.9	Каплунов, Физическое материаловедение. Фазовые равновесия, Тверь: Тверской государственный университет, 2009, ISBN: , URL: http://texts.lib.tversu.ru/texts/EOR/ucheb/13450d/e-book/index.html

9.3.1 Перечень программного обеспечения

1	Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
2	Adobe Acrobat Reader
3	Origin 8.1 Sr2

9.3.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

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

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.