

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
Декан физического факультета
С.Н. Филимонов

Рабочая программа дисциплины

Кристаллохимия полупроводников

по направлению подготовки

03.03.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки :
Фундаментальная и прикладная физика

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
С.Н. Филимонов

Председатель УМК
О.М. Сюсина

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-2 Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.

ПК-1 Способен проводить научные исследования в выбранной области с использованием современных экспериментальных и теоретических методов, а также информационных технологий.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 2.2 Анализирует и интерпретирует экспериментальные и теоретические данные, полученные в ходе научного исследования, обобщает полученные результаты, формулирует научно обоснованные выводы по результатам исследования

ИПК 1.1 Собирает и анализирует научно-техническую информацию по теме исследования, обобщает научные данные в соответствии с задачами исследования

2. Задачи освоения дисциплины

– Получить представления о структуре кристалла и структурном типе, координационном числе и координационном многограннике, теории плотнейших шаровых упаковок, химической связи в твердых телах, энергии кристаллической решетки, изоморфизме и полиморфизме в кристаллах.

– Научиться применять понятийный и математический аппарат кристаллографии, теории симметрии, кристаллохимии кристаллов для описания моделей структуры кристаллов, кристаллохимической классификации материалов, анализа кристаллических структур и связи свойств материалов с фундаментальными свойствами элементов и химической связью в твердых телах.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Шестой семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: общая физика, симметрия кристаллов, основы рентгеноструктурного анализа.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часов, из которых:

-лекции: 16 ч.

-практические занятия: 16 ч.

в том числе практическая подготовка: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Структура кристаллов.

Структура кристалла и структурный тип. Структура меди. Структура α -Fe. Структура Mg. Структура алмаза. Структура графита. Простейшие структуры соединений типа AX. Структура NaCl, CsCl, Структура ZnS. Структура сфалерита, вюртцита. Структура никелина NiAs. Структура BN. Структура соединений AX₂. Структура CaF₂.

Тема 2. Координационное число и координационный многогранник.

Понятие координационного числа и координационного многогранника. Классификация структур по координационным числам. Изображение структур с помощью координационных многогранников.

Тема 3. Теория плотнейших шаровых упаковок.

Теория плотнейших шаровых упаковок. Гексагональная и кубическая плотнейшие шаровые упаковки. Пустоты плотнейших шаровых упаковок. Многослойные упаковки. Обозначения плотнейших шаровых упаковок. Симметрия шаровых упаковок. Теория плотнейших шаровых упаковок в кристаллохимии.

Тема 4. Описание моделей структуры кристаллов.

Порядок записи при изучении моделей кристаллографических структур. Описание структуры сфалерита ZnS, NiAs, NaCl, Cu, Mg, CaF₂, CsCl, α -Fe, алмаза.

Тема 5. Кристаллохимическая классификация материалов.

Принципы кристаллохимической классификации материалов. Характерные типы кристаллических решёток полупроводников. Факторы, определяющие структуру кристаллов. Формы записи классов полупроводниковых материалов.

Тема 6. Химическая связь в твердых телах.

Периодическая система химических элементов и строение атомов.

Химическая связь в твердых телах. Основные типы химической связи. Структура простых веществ с ковалентными связями. Гибридизация связей. Ковалентно-ионная (дативная) связь. Кристаллические структуры сложных соединений с ковалентной связью. Металлическая связь. Ван-дер-ваальсова (молекулярная) связь. Водородная связь. Промежуточные типы связи.

Тема 7. Энергия решётки в кристаллах.

Квантово-механические теории химической связи. Единый подход к кристаллам с разными типами связей. Энергетический спектр электронов в кристаллах. Энергия решётки в ионных кристаллах. Энергетический спектр в кристаллах с металлической и ковалентной связью. Энергия решётки в металлических кристаллах. Энергия решётки в кристаллах с Ван-дер-ваальсовой связью.

Тема 8. Поляризуемость и поляризация. Изоморфизм и полиморфизм в кристаллах.

Поляризуемость и поляризация. Поляризация и ограничения ионной связи. Дисперсионные силы. Дорентгеновские работы по изоморфизму. Рентгеноструктурные исследования изоморфных веществ. Условия, необходимые для проявления изоморфизма. Изоморфизм с заполнением пространства. Дорентгеновские работы по полиморфизму. Структурная классификация типов полиморфизма.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, опросов по лекционному материалу, выполнения домашних заданий (решение задач) и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр. Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет в пятом семестре проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит теоретический вопрос и два контрольных вопроса. Продолжительность зачета 1 час. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» – <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=21908>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План семинарских / практических занятий по дисциплине.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Бокий Г.Б. Кристаллохимия. - М.: Наука, 1971.
2. Шаскольская М.П. Кристаллография. - М.: Высшая школа, 1984.
3. Современная кристаллография. / Гл. редактор акад. Вайнштейн Б.К. - Т. 1. - М.: Наука, 1979.
4. Ормонт Б.Ф. Введение в физическую химию и кристаллохимию полупроводников. – М.: Высшая школа, 1982.
5. Попов Г.М., Шафрановский И.И. Кристаллография. - М.: Высшая школа, 1964.

б) дополнительная литература:

1. Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Строение вещества. - М: ЛИБРОКОМ, 2014.- 303с.
2. Урусов В.С., Еремин Н.Н. Кристаллохимия. Краткий курс. - М: Изд-во МГУ, 2010. - 254с.
3. Егоров-Тисменко Ю. Кристаллография и кристаллохимия. – КДУ. – 2010.-588с.

в) профессиональные базы данных (*при наличии*):

Кристаллографическая и кристаллохимическая база данных для минералов и их структурных аналогов Института экспериментальной минералогии РАН (<http://database.iem.ac.ru/mincryst/rus/index.php>)

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ –
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Мультимедийное оборудование физического факультета ТГУ, компьютерный класс с доступом в интернет.

15. Информация о разработчиках

Бобровникова Ирина Анатольевна, кандидат физ.-мат. наук, ТГУ, кафедра физики полупроводников, доцент.