

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

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан ФТФ  
  
Ю.Н. Рыжих  
« 06 » 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

**Теория дефектов в описании биохимических систем**

по направлению подготовки

**15.04.03 Прикладная механика**

Направленность (профиль) подготовки :

**Механика биокomпозитов, получение и моделирование их структуры и свойств**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Магистр**

Год приема

**2022**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.04

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

  
Е.С. Марченко

Председатель УМК

  
В. А. Скрипняк

Томск – 2022

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ПК-2 – Способен самостоятельно выполнять научные исследования в области прикладной механики, решать сложные научно-технические задачи, которые для своего изучения требуют разработки и применения математических и компьютерных моделей, применения программных систем мультидисциплинарного анализа (CAE-систем мирового уровня);

– ПК-4 – Способен применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК 2.1 Знать: математические и компьютерные модели, программные системы мультидисциплинарного анализа (CAE-системы мирового уровня), используемые для решения поставленных научно-технических задач.

ИПК 2.2 Уметь самостоятельно выполнять научные исследования в области прикладной механики, решать сложные научно-технические задачи, которые для своего изучения требуют разработки и применения математических и компьютерных моделей, применения программных систем мультидисциплинарного анализа (CAE-систем мирового уровня).

ИПК 2.3 Владеть навыками самостоятельного выполнения научных исследований в области прикладной механики, решения сложных научно-технических задач.

ИПК 4.1 Знать физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования, применяемые в процессе профессиональной деятельности.

ИПК 4.2 Уметь применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности.

ИПК 4.3 Владеть навыками применения физико-математического аппарата, теоретических, расчетных и экспериментальных методов исследования, методов математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

Сформировать представления

– о научном и практическом значении изучения дефектов кристаллической структуры;

– о современном состоянии теории и практики описания дефектов в твердых телах;

– о роли и значении дефектов в формировании физико-механических свойств твердых тел;

– о современных технических средствах и методах изучения дефектов кристаллической решетки.

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

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

Первый семестр, зачет

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

-лекции: 10 ч.

-практические занятия: 22 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

Тема 1.

Межатомные взаимодействия в твердом теле, классификация дефектов решетки. Точечные дефекты. Вакансии: равновесная концентрация, энергия образования, миграции

Тема 2.

Междоузельные атомы: энергия образования, миграции. Искажение кристаллической решетки при образовании точечных дефектов.

Тема 3.

Комплексы точечных дефектов, равновесная концентрация, энергия связи комплексов, мобильность комплексов.

Тема 4.

Экспериментальные исследования точечных дефектов. Методы определения энергии образования и миграции точечных дефектов.

Тема 5.

Линейные дефекты. Краевые и винтовые дислокации. Контур и вектор Бюргерса. Основные свойства дислокаций.

Тема 6.

Скольжение дислокаций. Переползание дислокаций. Скорость движения дислокаций. Пластическая деформация как движение дислокаций.

Тема 7.

Упругие свойства дислокаций. Поля напряжений винтовых и краевых дислокаций. Энергия дислокации. Силы, действующие на дислокации. Размножение дислокаций. Взаимодействие дислокаций, взаимодействие дислокаций и точечных дефектов.

Тема 8.

Дислокационные реакции. Полные и частичные дислокации. Критерий энергии дислокационных реакций.

Тема 9.

Дефекты упаковки. Энергия дефекта упаковки. Расщепление дислокации.

Тема 10.

Экспериментальное исследование линейных и двумерных дефектов.

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости и путем опроса нескольких студентов в течение каждой лекции по материалам предыдущих занятий, выполнения практических заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр..

## 10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Баллы, выставленные за выполнение практических занятий и текущий контроль знаний, непосредственно влияют на оценку промежуточной аттестации. Выполнение практических заданий по дисциплине проверяет сформированность ИПК – 2.2., ИПК – 2.3., ИПК– 4.2., ИПК– 4.3.

Промежуточная аттестация в первом семестре проводится в виде письменного зачета. Зачет проводится в письменной форме по билетам. Билет состоит из двух вопросов из разных разделов курса. Вопросы зачета проверяют сформированность ИПК – 2.1., ИПК – 4.1.

Примерный перечень теоретических вопросов:

1. Виды дефектов кристаллической решетки;
2. Механизмы образования дефектов кристаллической решетки;
3. Механизмы взаимодействия дефектов кристаллической решетки;
4. Механизмы движения дефектов кристаллической решетки;
5. Искажение кристаллической решетки при образовании точечных дефектов;
6. Контур и вектор Бюргера.
7. Пластическая деформация как движение дислокации.
8. Дислокационные реакции.
9. Экспериментальные исследования линейных дефектов.
10. Поля напряжений винтовых и краевых дислокаций.

Количество баллов за промежуточную аттестацию определяется как средний балл выставленный за все этапы (зачет, практические задания, проверка теоретических знаний на лекциях).

Результаты промежуточной аттестации определяются оценками «зачтено», «не зачтено» и проставляются в зависимости от количества набранных баллов.

Соответствие оценок полученным баллам представлено в таблице:

не зачтено		зачтено	
0 – 59 баллов	60 – 73 баллов	74 – 87 баллов	88 – 100 баллов

Оценка «зачтено» свидетельствует об успешном достижении магистрантами результатов обучения по дисциплине: ИПК – 2.1, ИПК – 2.2., ИПК – 2.3., ИПК – 4.1., ИПК– 4.2., ИПК– 4.3.

## 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <http://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=22409>

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

в) План практических занятий по дисциплине.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Суворов Э. В. Материаловедение: методы исследования структуры и состава материалов : Учебное пособие для вузов / Суворов Э. В.. - Москва : Юрайт, 2022. - 180 с - (Высшее образование) . URL: <https://urait.ru/bcode/492544>. URL: <https://urait.ru/book/cover/9D7A41E0-5847-42EE-8B7D-AE61586A1BDC>

– Готтштайн Г. Физико-химические основы материаловедения : учебное пособие / Готтштайн Г. - Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 403 с.. URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001014461.html>

– Экспериментальная механика композитов: учебное пособие / А. Н. Полилов. — 2-е изд. — Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. — 375с (<http://baumanpress.ru/books/545/545.pdf>).

б) дополнительная литература:

– Физические основы прочности материалов: [учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 151600 "Прикладная механика" и 223200 "Техническая физика"] /Л. Б. Зуев, В. И. Данилов; отв. ред. Б. Д. Аннин; [Ин-т физики прочности и материаловед. СО РАН, Нац. исслед. Том. политехн. ун-т]. – Долгопрудный: Интеллект, 2013. –373 с.

– Сапунов, С.В. Материаловедение. [Электронный ресурс]: Учебные пособия — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2015. — 208 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/56171>

– Алексеев, Г.В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Материаловедение». [Электронный ресурс]: Учебные пособия / Г.В. Алексеев, И.И. Бриденко, С.А. Вологжанина. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2013. — 208 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/47615>

– Физика прочности и экспериментальная механика: [учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки магистров "Прикладная механика", "Техническая физика"] /Л. Б. Зуев, С. А. Баранникова; отв. ред. В. М. Финкель; Нац. исслед. Томский гос. ун-т, Ин-т физики прочности и материаловедения СО РАН. – Новосибирск: Наука, 2011. –348 с.

– Елманов Г.Н. Физическое материаловедение: Учебник для вузов: В 7 т. /Под общей ред. Б.А. Калина/ – Том 1. Физика твердого тела/ Г.Н. Елманов, Г.Н., А.Г. Залужный, Ю.А. Перлович, В.И. Скрытный, Е.А. Смирнов, В.Н. Яльцев. – М.: МИФИ, 2012. – 764с.

– Елманов Г.Н. Физическое материаловедение: Учебник для вузов: В 7 т. /Под общей ред. Б.А. Калина/ – Том 2. Основы материаловедения/ Г.Н. Елманов, Б.А. Калинин, С.А. Кохтев, В.В. Нечаев, А.А. Полянский, Е.А. Смирнов, В.И. Стаценко. – М.: МИФИ, 2012. – 604с.

– Развитие дефектов при конечных деформациях : компьютерное и физическое моделирование / В. А. Левин, В. В. Калинин, К. М. Зингерман, А. В. Вершинин ; под ред. В. А. Левина. - М. : Физматлит, 2007. - 391 с.

в) ресурсы сети Интернет:

– SpringerLink [Electronic resource] / Springer International Publishing AG, Part of Springer Science+Business Media. – Electronic data. – Cham, Switzerland, [s. n.]. – URL: <http://link.springer.com/> (Электронный ресурс SpringerLink: <http://link.springer.com/> ;).

– Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., 2000- . – URL: <http://elibrary.ru/defaultx.asp?;>

– ScienceDirect [Electronic resource] / Elsevier B.V. – Electronic data. – Amsterdam, Netherlands, 2016. – URL: <http://www.sciencedirect.com/>

– Электронная библиотека ТГУ: <http://www.lib.tsu.ru/ru;>

### **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 On-eNote, 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/>

- в) профессиональные базы данных:
- Научная электронная библиотека – [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)
  - База данных по материаловедению Springer Materials – [www.materials.springer.com](http://www.materials.springer.com)
  - Библиотека журналов издательства John Wiley & Son и др., например, Wiley Online Library – [www.onlinelibrary.wiley.com](http://www.onlinelibrary.wiley.com)
  - Коллекции журналов Sage по естественным, техническим наукам и медицине – [www.online.sagepub.com](http://www.online.sagepub.com)
  - Политематическая база данных издательства Elsevier – [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).

#### **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.

#### **15. Информация о разработчиках**

Гриняев Юрий Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор кафедры прочности и проектирования физико-технического факультета.