

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

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

Ю.Н. Рыжих

Рабочая программа дисциплины

**Теория дефектов**

по направлению подготовки

**15.04.03 Прикладная механика**

Направленность (профиль) подготовки:

**Компьютерный инжиниринг конструкций, биомеханических систем и материалов**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Магистр**

Год приема

**2025**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

В.А. Скрипняк

Е.С. Марченко

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск 2025

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследований;

ОПК-10 Способен разрабатывать физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики;

ОПК-6 Способен осуществлять научно-исследовательскую деятельность, используя современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы;

ПК-3 Готов овладевать новыми современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по динамике и прочности, устойчивости, надежности, трению и износу конструкций, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 1.1 Знать современные проблемы и задачи прикладной механики, приоритетные направления научных и прикладных работ в области прикладной механики, подходы и методы формулировки критериев оценки решения задач в области прикладной механики

ИОПК 1.2 Уметь формулировать цели и задачи исследования при решении приоритетных задач прикладной механики, выбирать и создавать критерии оценки решений задач прикладной механики

ИОПК 1.3 Владеть навыками формулировки целей и задач исследования при решении приоритетных задач прикладной механики, выбирать и создавать критерии оценки решений задач прикладной механики

ИОПК 10.1 Знать современные физико-механические, математические и компьютерные модели при решении актуальных научно-технических задач в области прикладной механики

ИОПК 10.2 Уметь разрабатывать физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики

ИОПК 10.3 Владеть методикой разработки физико-механических, математических и компьютерных моделей при решении научно-технических задач в области прикладной механики

ИОПК 6.1 Знать современные информационно-коммуникационные технологии, основные глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности

ИОПК 6.2 Уметь применять современные информационно-коммуникационные технологии и глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности.

ИОПК 6.3 Владеть методикой использования современной информационно-коммуникационной технологии, глобальных информационных ресурсов в научно-исследовательской деятельности

ИПК 3.1 Знать современные методы и средства проведения экспериментальных исследований по динамике, прочности, устойчивости, надежности, трению и износу конструкций

ИПК 3.2 Уметь овладевать новыми современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по динамике и прочности, устойчивости, надежности, трению и износу конструкций

ИПК 3.3 Уметь обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов

ИПК 3.4 Владеть навыками использования современных методов и средств проведения экспериментальных исследований, навыками обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов

## **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 Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

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 с оценкой

## **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 4 з.е., 144 часов, из которых:

-лекции: 16 ч.

-лабораторные: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины, 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 устного опроса по материалам предыдущих занятий, выполнения практических заданий 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/eduor/>.

### 10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет с оценкой в первом семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух вопросов. Продолжительность зачета с оценкой 1 час.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduor/>.

### 11. Учебно-методическое обеспечение

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

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

в) План практических занятий по дисциплине.

### 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. Скрытый, 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?](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](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 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.